CULTIVO COMERCIAL DE **PAPAYA HÍBRIDO TAINUNG**

Identificación de zonas aptas en Colombia, escala 1:100.000

upra
Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

El campo es de todos

Minagricultura

El campo es de todos | Minagricultura

upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PAPAYA HÍBRIDO TAINUNG EN COLOMBIA

A ESCALA 1:100.000

Iván Duque Márquez
Presidente de la República de Colombia

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural

Rodolfo Enrique Zea Navarro
Ministro de Agricultura y Desarrollo Rural

Juan Gonzalo Botero Botero
Viceministro de Asuntos Agropecuarios

Juan Camilo Restrepo Gómez
Viceministro de Desarrollo Rural

Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA)

Felipe Fonseca Fino
Director general

Mercedes Vásquez de Gómez
Secretaria general

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

Daniel Alberto Aguilar Corrales
Director técnico de Uso Eficiente del Suelo Rural y Adecuación de Tierras

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

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

Directores temáticos

Felipe Fonseca Fino
Daniel Alberto Aguilar Corrales

Dirección técnica

Daniel Alberto Aguilar Corrales

Coordinación técnica

Ricardo Fabián Siachoque Bernal
Julio Hernando Urbina Ávila
Adisedit Camacho Rojas

Autores
Ricardo Fabián Siachoque Bernal
Javier Otero García
Gabriel Eduardo Páramo Rocha
Edwin René García Márquez
Carlos Humberto Escobar Torres
Luis Eduardo García Castellanos
Juan Antonio Gómez Blanco
Luis Enrique Rodríguez Parrado
Julián David Ayala Pinzón
Adriana Marcela Porras Rey
Juan Ricardo Olmos Soler
Fabiola del Carmen Enciso Enciso
Claudia Patricia Acosta Latorre
Jaime Ernesto Lozano Martínez

Compilación y edición
Yesid Yucumá Castillo
Carlos Humberto Escobar Torres
Luis Alberto Rosas Acosta

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

Corrección de texto y estilo, diseño y diagramación

Imprenta Nacional de Colombia

Fotografías

Banco de imágenes de la UPRA

Andrés Eduardo Paz Duarte

Este documento es propiedad de la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA). Prohibida su reproducción total y su uso con fines comerciales sin autorización expresa de la UPRA. Cítese así: Siachoque, R., Otero, J., Páramo, G., García, E., Escobar, C., García, L., Gómez, J., … Lozano, J. (2020). *Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung. Identificación de zonas aptas en Colombia, escala 1:100.000.* Bogotá: UPRA.

Elaborado en 2019.

© UPRA, 2020.

ISBN: 978-958-5552-71-5

Tabla de contenido

Introducción **15**

1. Antecedentes **21**

1.1 Antecedentes sobre la zonificación del cultivo de papaya en Colombia 22

1.2. Contexto sectorial 22

1.2.1. Generalidades del cultivo 22

1.2.2. El cultivo de la papaya 22

1.2.3. Contexto mundial 30

1.2.4 Contexto nacional 35

2. Marco conceptual **51**

3. Marco metodológico **57**

3.1. Definición del TUT 62

3.2. Criterios de análisis jerárquico 62

3.2.1. Criterios físicos 62

3.2.3. Criterios socioeconómicos 70

3.3. Rangos de aptitud y exclusiones técnicas 76

3.4. Exclusiones legales y condicionantes legales 82

3.5. Análisis multicriterio 91

3.5.1. Proceso analítico jerárquico 91

3.5.2. Matriz del proceso analítico jerárquico 91

3.6. Análisis espacial y modelo cartográfico integral 95

3.7. Proceso de validación de los mapas 98

3.7.1. Socialización con los actores de la cadena productiva de la papaya 98

3.7.2. Validación en campo 100

4. Resultados **103**

5. Conclusiones **115**

6. Referencias **119**

Anexo **125**

Índice de tablas

Tabla 1. Principales países exportadores de papaya en 2015 32
Tabla 2. Principales países importadores de papaya en 2015 33
Tabla 3. Balanza comercial 35
Tabla 4. Exportaciones colombianas de papaya fresca por países destino (miles de USD) 35
Tabla 5. Empleo generado por el cultivo de papaya en Colombia 36
Tabla 6. Área sembrada, área cosechada, producción y rendimiento del cultivo de papaya en Colombia período 2010-2015 36
Tabla 7. Evolución de área sembrada en papaya por departamento (ha) período 2010-2015 36
Tabla 8. Producción nacional de papaya por departamento (promedio 2010-2015) 37
Tabla 9. Participación del área sembrada, participación en la producción y rendimientos por zonas de producción (2010-2015) 38
Tabla 10. Participación del área del cultivo de la papaya y de las explotaciones según extensión de la finca 39
Tabla 11. Suministro de papaya a Corabastos en 2014 39
Tabla 12. Suministro de papaya a la CMA en 2014 40
Tabla 15. Variables del subcomponente climático 64
Tabla 16. Criterios y variables del subcomponente edáfico 64
Tabla 17. Variables del subcomponente fitosanitario 67
Tabla 18. Criterios y variables del componente socioecosistémico 70
Tabla 19. Criterios y variables del componente socioeconómico 74
Tabla 20. Categorías para la zonificación de aptitud de cultivos comerciales 76
Tabla 21. Rangos de aptitud definidos desde el componente físico 77
Tabla 22. Rangos de aptitud definidos desde el componente socioecosistémico 79
Tabla 23. Rangos de aptitud definidos desde el componente socioeconómico 80
Tabla 24. Exclusiones legales 84
Tabla 25. Condicionantes legales 87
Tabla 26. Escala de preferencia o importancia dentro del proceso analítico jerárquico 92

Tabla 27. Esquema de la matriz de comparación por criterio 92

Tabla 28. Matriz de evaluación multicriterio para la zonificación de aptitud del cultivo comercial de papaya hibrido Tainung para los componentes físico y socioecosistémico 93

Tabla 29. Matriz de evaluación multicriterio para la zonificación de aptitud del cultivo comercial de papaya híbrido Tainung para el componente socioeconómico 94

Tabla 30. Matriz de paso para el cruce de componentes para la zonificación de aptitud del cultivo comercial de papaya híbrido Tainung en Colombia 94

Tabla 31. Áreas según categorías de aptitud para el desarrollo del cultivo comercial de papaya híbrido Tainung 105

Tabla 32. Resultados del mapa de zonificación para el cultivo comercial de papaya híbrido Tainung en Colombia escala 1:100.000 107

Tabla 33. Principales municipios con aptitud para el cultivo comercial de papaya híbrido Tainung en Colombia 108

Tabla 34. Principales departamentos con mayor aptitud alta (A1) ha para el cultivo comercial de papaya híbrido Tainung 109

Tabla 35. Principales departamentos con mayor aptitud media (A2) (ha) para el cultivo comercial de papaya híbrido Tainung 110

Tabla 36. Principales departamentos con aptitud baja (A3) (ha) para el cultivo comercial de papaya híbrido Tainung (ha) 110

Tabla 37. Principales municipios con aptitud alta (A1) (ha) para el cultivo de papaya híbrido Tainung 111

Tabla 38. Principales municipios con aptitud media (A2) ha para el cultivo de papaya híbrido Tainung 112

Índice de figuras

Figura 1 Planta de la papaya (Carica papaya L) 23
Figura 2 Producción mundial de papaya (t) entre 2008 y 2017 30
Figura 3 Área cosechada mundial de papaya (ha) entre 2008 y 2017 30
Figura 4 Rendimiento mundial de papaya (t/ha) entre 2008 y 2017 31
Figura 5 Producción de papaya por continentes entre 2008 y 2017 31
Figura 6 Principales países productores de papaya (t) en el año 2017 32
Figura 7 Tendencia de las exportaciones y las importaciones de papaya (miles de USD) 34
Figura 8 Exportaciones e importaciones de papaya fresca (miles de USD) 34
Figura 9 Marco conceptual para la zonificación de aptitud de cadenas productivas 53
Figura 10 Tipos de criterios empleados en la zonificación de aptitud de cultivos comerciales 60
Figura 11 Esquema metodológico de la zonificación de aptitud de cultivos comerciales 61
Figura 12 Criterios y variables del componente físico 63
Figura 13 Relación entre atributos y criterios de estructura, función y dinámica para la interpretación socioecosistémica 68
Figura 14 Criterios y variables del componente socioecosistémico 69
Figura 15 Criterios y variables del componente socioeconómico 73
Figura 16 Mapa de exclusiones legales 86
Figura 17 Mapa de condiciones legales 90
Figura 18 Proceso de análisis de información espacial para la obtención del mapa de zonificación de aptitud 95
Figura 19 Modelo cartográfico integral 97
Figura 20 Estrategia de socialización y validación de la zonificación de aptitud 98
Figura 21 Taller de socialización en Corpoica Palmira, Valle del Cauca 99
Figura 22 Taller de socialización en Bogotá 99
Figura 23 Reunión en las instalaciones de la Universidad Unicomfacauca, Popayán (16 de septiembre de 2016) 99
Figura 24 Taller de socialización en Villavicencio, Meta (26 al 30 de septiembre de 2016) 100

Figura 25 Taller en Montería (30 de septiembre de 2016) 100

Figura 26 Recorridos de campo Corpoica Palmira, Valle del Cauca (25 de julio de 2016) 101

Figura 27 Recorridos de campo en el departamento del Meta 102

Figura 28 Recorrido en la costa atlántica (8 de septiembre de 2016) 102

Figura 29 Mapa de zonificación de aptitud para el cultivo comercial de papaya híbrido Tainung en Colombia escala 1:100.000 106

Figura 30 Principales departamentos con aptitud para el cultivo comercial de papaya híbrido Tainung 108

Figura 31 Principales municipios con aptitud para el cultivo comercial de papaya híbrido Tainung 109

Figura 32 Principales departamentos con aptitud alta (A1) para el cultivo comercial de papaya híbrido Tainung 109

Figura 33 Principales departamentos con aptitud media (A2) para el cultivo comercial de papaya híbrido Tainung 110

Figura 34 Principales departamentos con aptitud baja (A3) para el cultivo comercial de papaya híbrido Tainung (ha) 111

Figura 35 Principales municipios con aptitud alta (A1) para el cultivo de papaya híbrido Tainung 111

Figura 36 Principales municipios con aptitud media (A2) para el cultivo comercial de papaya híbrido Tainung 112

Figura 37 Principales municipios con aptitud baja (A3) para el cultivo de papaya híbrido Tainung (ha) 113

Lista de abreviaturas, acrónimos y siglas

AC	Áreas críticas para especies migratorias en agroecosistemas
ACES	Área de concentración de especies sensibles en el territorio
Agrosavia	Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria
AHP	(por sus siglas en inglés) Proceso analítico jerárquico (analytic hierarchy process)
AICA	Áreas de importancia para la conservación de aves
APC	Áreas prioritarias de conservación
Aprocol	Asociación de Productores y Comercializadores Hortofrutícolas de Colombia
Asohofrucol	Asociación Hortofrutícola de Colombia
Bancoldex	Banco de Desarrollo Empresarial y Comercio Exterior de Colombia
CECN	Conectividad estructural de las coberturas naturales
CIC	Capacidad de intercambio catiónico
Conpes	Consejo Nacional de Política Económica y Social
Corabastos	Corporación de Abastos de Bogotá, S. A.
Corpoica	Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia desde el 22 de mayo de 2018)
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
DCS	Distritos de conservación de suelos
DMI	Distritos de manejo integrado
DNP	Departamento Nacional de Planeación
ENSO	Fenómeno de El Niño Oscilación del Sur (El Niño Southern Oscillation)
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
FOB	Libre a bordo (free on board). Cláusula de comercio internacional
IC	Índice de competitividad
ICA	Instituto Colombiano Agropecuario
Icanh	Instituto Colombiano de Antropología e Historia
ICR	Incentivo(s) a la capitalización rural
Ideam	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
IE	Integridad ecológica
IGAC	Instituto Geográfico Agustín Codazzi
Inat	Índice de naturalidad
Incoder	Instituto Colombiano de Desarrollo Rural
IPM	Índice de pobreza multidimensional
IUA	Índice de uso de agua
MAVDT	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
Minagricultura	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural
MADS	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Mineducación	Ministerio de Educación Nacional
Minsalud	Ministerio de Salud y Protección Social
PET	Población en edad de trabajar
pH	Potencial de hidrógeno (medida de acidez o alcalinidad)
PIB	Producto interno bruto
PTP	Programa de Transformación Productiva
PSI	Porcentaje de sodio intercambiable
Sena	Servicio Nacional de Aprendizaje
Sinap	Sistema Nacional de Áreas Protegidas
SIG	Sistemas de información geográfica
SZH	Subzona hidrográfica
TUT	Tipo de utilización de la tierra
Unesco	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
UPRA	Unidad de Planificación Rural Agropecuaria
USDA	(por sus siglas en inglés) U. S. Department of Agriculture

Lista de símbolos

>	mayor que
<	menor que
≥	mayor o igual que
≤	menor o igual que
°C	grados Celsius
bar	unidad de presión
cm	centímetro
cmol	centimol (10^{-2} mol)
dS	decisiemens (10^{-1} S)
h	hora
ha	hectárea
km	kilómetro
kPa	kilopascal (10^{3} Pa)
ln	logaritmo natural
m	metro
me	Miliequivalentes
m^3	metro cúbico
m^2	metro cuadrado
mm	milímetro
mol	cantidad de sustancia
Pa	pascal (unidad de presión)
ppm	partes por millón
S	siemens (medida de conductancia eléctrica)
t	tonelada métrica

Glosario

Acolchado: Práctica agronómica que consiste en cubrir las camas de siembra, durante la etapa final de preparación del suelo, con una banda de plástico, debidamente enterrada en una buena porción de sus laterales, para sujetar y lograr un efecto hermético.

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 conjunto de productos agropecuarios hasta su comercialización final (Ley 811 de 2003).

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

Condicionante legal: Zona que, independientemente de la categoría de aptitud, requiere 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 et al., 2009; Minambiente, 2012, citados por UPRA, 2014).

Evaluación de tierras: Proceso de determinación y predicción del comportamiento de una porción de tierra usada para fines específicos, considerando aspectos físicos, económicos y sociales. Considera los aspectos económicos del uso propuesto, las consecuencias sociales para la gente del área y del país en general y las repercusiones, benéficas o adversas, para el medio ambiente (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: Zona en la cual, por mandato legal, no se permite el desarrollo de proyectos productivos del sector agropecuario.

Fertirrigación: Técnica que permite la aplicación simultánea de agua y fertilizantes a través del sistema de riego a un cultivo o plantación.

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.

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, 2014).

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

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

Zona con condicionante legal o técnico: Zona que, independientemente de la categoría de aptitud, requiere un análisis complementario de tipo legal, social, cultural o ambiental para el desarrollo de plantaciones forestales con fines comerciales (UPRA, 2014).

Zonificación de aptitud: Proceso dinámico mediante el cual se identifican y delimitan áreas relativamente homogéneas, ambientalmente sostenibles, económicamente viables y socialmente justos, a partir del análisis y síntesis integral de criterios físicos, socioecosistémicos y socioeconómicos (UPRA 2014).

Resumen

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

El documento contiene cuatro secciones: la primera presenta antecedentes del sector en términos de su importancia a nivel internacional y nacional, zonificaciones, marco político y normativo de la cadena. La segunda aborda el marco conceptual, el cual se basa en un enfoque multidisciplinario que toma en consideración los principios y fundamentos del esquema de evaluación de tierras, el enfoque socioecosistémico y el enfoque de competitividad, los cuales se abordan en términos de criterios de carácter físico, socioecosistémico y socioeconómico. La tercera contiene el desarrollo metodológico de la zonificación, desde la definición del TUT hasta la evaluación de las matrices de los criterios biofísico (físico y socioecosistémico) y socioeconómico. La última presenta los resultados de la zonificación, plasmados en el mapa de aptitud para el cultivo comercial de papaya (*Carica papaya L.*) híbrido Tainung como también las conclusiones.

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

Se identificaron nueve criterios físicos, cinco socioecosistémicos y ocho socioeconómicos, en total 22, a partir de los cuales se obtuvo el mapa de zonificación de aptitud del cultivo comercial de papaya híbrido Tainung. En el mapa integrado se identificó que se tienen 13.413.389 ha aptas, de las cuales 4.237.974 (3,7%) corresponden a aptitud alta (A1), 4.358.395 (3,8%), a aptitud media (A2) y 4.496.328 (3,9%), a aptitud baja (A3).

Palabras clave: papaya, criterios físicos, criterios socioecosistémicos, criterios socioeconómicos, análisis multicriterio, mapa de aptitud, zonificación, determinantes ambientales.

Introducción

Introducción

El Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018, «Todos por un nuevo país», recalcó el impulso a la competitividad rural «a través de la provisión de bienes y servicios sectoriales que permitan hacer de las actividades agropecuarias una fuente de riqueza para los productores del campo» (DNP, 2014), combinando arreglos institucionales y multisectoriales y atributos del territorio para brindar una mayor equidad 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 UPRA.

Para el Plan de Desarrollo 2019-2022, «Pacto por la equidad», en el numeral I: política social moderna centrada en la familia, eficiente, de calidad y conectada a mercados; línea 4: Alianza por la seguridad alimentaria y la nutrición: ciudadanos con mentes y cuerpos sanos; objetivo 1. Incrementar la producción de alimentos mediante el uso eficiente del suelo, para generar una provisión estable y suficiente de alimentos que permitan cubrir las necesidades nutricionales de la población colombiana y estrategia: Incrementar a nivel nacional y territorial la producción, oferta y abastecimiento de alimentos, en el marco del ordenamiento social rural, el productivo y el agropecuario; en el numeral II: Pacto por el emprendimiento y la productividad: una economía dinámica, incluyente y sostenible que potencie todos nuestros talentos, línea 5, campo con progreso: una alianza para dinamizar el desarrollo y la productividad de la Colombia rural, objetivo 2. Promover la transformación productiva agropecuaria por medio del ordenamiento de la producción, el desarrollo de clústeres y cadenas de valor agroindustriales, que integren la producción industrial con la de pequeños y medianos productores y como estrategia del Minagricultura, con el apoyo de la UPRA y Agrosavia, impulsar el desarrollo de procesos de planificación agropecuaria integrales y el numeral XV: Pacto por la descentralización: conectar territorios, gobiernos y poblaciones, línea 1: Políticas e inversiones para el desarrollo, el ordenamiento y fortalecimiento de la asociatividad, objetivo 2: Armonizar la planeación para el desarrollo y la planeación para el ordenamiento territorial: para garantizar el logro de este objetivo es necesario emprender una estrategia de política pública con enfoque integrador (entre ordenamiento y desarrollo, y entre niveles y sectores con incidencia en el ordenamiento nacional, regional, y entidades territoriales). Para su efectiva implementación, se requerirán desarrollos reglamentarios para los niveles regionales (departamentos y esquemas asociativos), complementada con el fortalecimiento del ordenamiento territorial, la generación de cartografía y catastro en el nivel municipal. Además, lo anterior se enmarcará en un sólido sistema de seguimiento al ordenamiento y el desarrollo para identificar acciones de mejora, buenas prácticas y alertas tempranas sobre conflictos de uso del suelo y corrupción en el ordenamiento territorial y la estrategia adoptar de la Política General de Ordenamiento Territorial, y la reglamentación de los instrumentos de ordenamiento de nivel intermedio de planeación.

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

De acuerdo con lo señalado en el artículo 5.º 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 han sido limitados dado que el énfasis se ha centrado en los aspectos climáticos y edáficos, dejando subordinados y hasta olvidados los procesos socioecosistémicos, sociales, culturales y políticos, fundamentales en la planificación integral del territorio y en la definición de políticas más acordes con el medio geográfico.

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

En 2014, la UPRA planteó una metodología fundamentada en el análisis multicriterio cuyos criterios y variables de los componentes físicos, socioecosistémicos y socioeconómicos son ponderados de acuerdo con las características propias de una determinada cadena productiva.

En el marco de dicha actividad, la UPRA adelanta estudios que sirvan como referencia para 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 2015, la UPRA adelantó la zonificación de aptitud de ocho cadenas productivas a escala 1:100.000, entre ellas la del cultivo comercial de papaya (Carica papaya L.) híbrido Tainung, la cual contó, en sus diferentes fases, con la participación de los diferentes actores de la cadena productiva cuyos resultados deberán orientar los procesos de planificación y uso eficiente del suelo rural para este subsector.

Dentro de los objetivos específicos del proyecto referido están

- La elaboración de los lineamientos técnicos y metodológicos para la zonificación de aptitud del cultivo comercial de papaya

a escala 1:100.000 mediante la definición de los criterios y variables que inciden en la delimitación de áreas con aptitud.

- La definición de los procesos de integración de los distintos criterios para la zonificación, así como la identificación y estandarización de la información geográfica disponible en las bases de datos asociadas.
- La elaboración, con fundamento en la metodología propuesta, del mapa de zonas aptas para el cultivo comercial de papaya híbrido Tainung a escala 1:100.000.

La memoria técnica se encuentra dividida en cuatro capítulos: En el primero se desarrolla un contexto general del tema que incluye la importancia económica del subsector de la papaya, así como los marcos político y normativo asociados al cultivo. El segundo tiene los fundamentos conceptuales sobre los cuales se basa la zonificación de aptitud. El tercero, el desarrollo de la metodología empleada, incluyendo los criterios empleados dentro de los tres componentes, su evaluación y ponderación, para la obtención del mapa de zonificación de aptitud, así como las técnicas de análisis utilizadas. Por último, el cuarto presenta los resultados obtenidos, identificando las áreas aptas para el cultivo comercial de papaya híbrido Tainung.

Al final se presentan las conclusiones del proceso de zonificación de aptitud a escala 1:100.000 y el anexo que contiene las fichas metodológicas de los criterios y variables utilizados en la zonificación de aptitud para el cultivo comercial de papaya híbrido Tainung en Colombia.

El mapa de zonificación para el cultivo comercial de papaya (Carica papaya L.) híbrido Tainung 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 se constituye en una herramienta de carácter indicativo para la toma de decisiones.

1. Antecedentes

1.1 Antecedentes sobre la zonificación del cultivo de papaya en Colombia

Desde el año 2009, el PTP ha trabajado en la transformación, crecimiento y competitividad de la industria colombiana y el impulso al desarrollo de las empresas de 20 sectores de la economía en Colombia. El sector hortofrutícola colombiano es estratégico para la seguridad alimentaria y presenta un alto potencial para impulsar el desarrollo económico y social del país, por lo que se hace necesario adelantar las acciones priorizadas en el plan de negocios que le permita convertirse en un sector de talla mundial.

Se definieron planes de negocios para el sector hortofrutícola concertados con los sectores público y privado, así como los productos hortofrutícolas con mayor potencial productivo y competitivo: papaya híbrido Tainung, piña híbrido MD-2, mango, aguacate variedad Hass, fresa, ají tabasco, pimentón y cebolla de bulbo. Para el efecto, el PTP adelantó un primer estudio para la determinación de zonificación de aptitud de los productos hortofrutícolas. Bancoldex y UT Crece-Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, con el apoyo metodológico de la UPRA, llevaron a cabo un trabajo conjunto para la zonificación de aptitud de los productos hortofrutícolas priorizados por el PTP empleando la metodología de la UPRA.

1.2. Contexto sectorial

1.2.1. Generalidades del cultivo

La papaya (Carica papaya L.) es una fruta tropical de muy buena demanda, procedente de Centroamérica, pero cultivada actualmente en muchos países del mundo.

La papaya se destaca por su corto período entre siembra y cosecha, su alto rendimiento, producción continua y bajo desarrollo de las plantas, lo que permite manejo con otros tipos de cultivos de árboles frutales.

De forma general, el cultivo necesita agua suficiente para tener crecimiento continuo del tallo y la formación de las nuevas hojas, ya que el fruto nace de las axilas de ellas; de clima medio a cálido, aunque puede soportar fríos ligeros; si no tiene el calor suficiente, se desarrolla mal y los frutos no maduran. Los suelos en general deben ser fértiles, blandos, profundos y permeables.

1.2.2. El cultivo de la papaya

La papaya (Carica papaya L.) es una planta originaria de América tropical, en especial de América central y de la costa occidental de América del sur, siguiendo los valles húmedos de la cordillera andina. Colombia y Ecuador presentan el mayor número de especies de la familia de las caricáceas, entre las que se destacan la papaya y los denominados papayuelos de clima cálido, medio y frío (Corpoica et al., 1999).

La papaya recibe diferentes nombres de acuerdo con el país, como lechosa en Venezuela, fruta bomba en Cuba o mamao en Brasil. La fruta se consume principalmente como producto fresco; además, se usa para preparar refrescos, jugos, encurtidos, mermelada, fruta en almíbar o cristalizada. Produce látex, que se extrae de los frutos verdes y del tallo, el cual contiene la enzima papaína, que favorece la digestión de las proteínas. Asimismo, algunas partes de planta contienen el alcaloide carpaina, para tratar la disentería y la tuberculosis (Corpoica et al., 1999).

1.2.2.1. Clasificación taxonómica

Es una planta dicotiledónea que pertenece a la división Magnoliophyta, subdivisión Angiospermae, clase Magnoliopsida/Dicotiledónea, orden Brassicales, familia Caricaceae, género Carica, especie Carica papaya L. Para

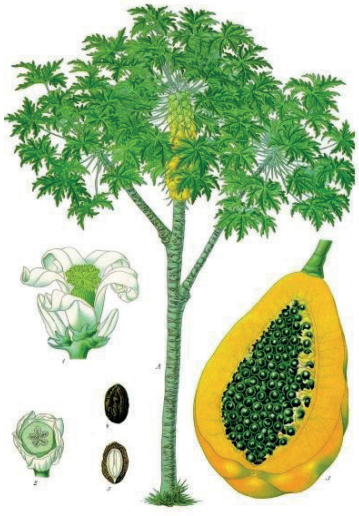
efectos de la presente zonificación de aptitud, se hará referencia al híbrido Tainung.

1.2.2.2. Descripción botánica y morfología

La papaya es una planta polígama, de crecimiento relativamente rápido y de vida corta, su vida útil no sobrepasa los tres años. Tiene un tallo único no ramificado, hueco, segmentado y erecto; presenta un gran número de hojas grandes y lobuladas, así como una buena fructificación. Figura 1.

Se pueden encontrar plantas con flores femeninas y flores masculinas en individuos diferentes, pero son frecuentes las que presentan flores de ambos sexos o hermafroditas. Los diferentes tipos de flores que existen en este cultivo son variados: pistilada (femenina), pentandria (hermafrodita), tipo intermedio (hermafrodita), tipo hermafrodita perfecta, tipo estigmado (masculina).

Figura 1. Planta de la papaya (Carica papaya L.)



Fuente: https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn%3AANd-9GcS5Wyc-h4pXSHXSQspt6RPeUjun8QMuEUyuyg&usqp=CAU

El sistema de raíces de la papaya es pivotante. La raíz principal es desarrollada y ramificada en forma radial y puede crecer hasta 1,5 m de profundidad, en función de las limitaciones físicas o químicas del suelo donde se siembre. Las raíces secundarias son de color blanco cremoso y están distribuidas en los primeros 30 cm del suelo.

El tallo generalmente es algo lignificado en la base y puede alcanzar hasta 12 m de altura; con el tiempo, el tronco tiende a volverse fibroso y hueco; a medida que envejece toma una coloración grisácea y en los puntos de inserción de las hojas ya caídas se notan unas cicatrices triangulares. Cuando el brote terminal se afecta por alguna causa, el tallo se ramifica.

Las hojas son alternas a lo largo del tallo, repartidas en la copa del tronco y en las ramas; son de pecíolos largos y huecos, de color verde, morado o una combinación de estos; la lámina foliar es grande, gruesa, algo coriácea, de forma palmeada, hendida y palminervia. El haz es verde oscuro, lampiño; el envés es más claro y con nervaduras protuberantes. Las hojas aparecen una cada cuatro días aproximadamente, para un total de 100 hojas/año.

Las flores nacen en las axilas de cada hoja y pueden ser femeninas (pistiladas), masculinas (estaminadas) y hermafroditas femeninas (bisexuadas). Las flores femeninas son gruesas, generalmente solitarias y generan frutos redondeados; las flores hermafroditas tienen ovarios estrechos y pedúnculos largos que producen frutos alargados. Las flores masculinas no producen frutos; si los producen, son pequeños y de mala calidad. Las flores hermafroditas poseen dos sexos, con tres clases diferentes: pentandria, elongada e intermedia o irregular (esta última produce frutos deformes); también se pueden presentar flores estériles, sin ovario fértil.

El fruto es una baya de corteza débil, lisa, verde cuando está inmadura que se torna amarilla o anaranjada al madurar. Su forma es variable, dependiendo del tipo de flor que lo origine, pudiendo ser redonda (proveniente de flores femeninas), elíptica o, en algunos casos, en forma de pera. En su interior

presenta una cavidad circular o estrellada que alberga semillas pequeñas, ovaladas o esférica de unos 2 mm de diámetro, de color negro o gris oscuro, rodeadas por un arilo jugoso; el color de la pulpa varía de amarillo oro hasta rojo salmón (García, 2010). El fruto es una baya que según la variedad y el tipo de flor tiene gran diversidad de formas y tamaños (Chandler, 1999).

Cada fruto puede producir de 300 a 800 semillas, de sabor picante y una cantidad considerable de grasa amarilla. La semilla está formada por un embrión pequeño, aplanado lateralmente y rodeado por el endospermo, así como de una cubierta formada por una endotesta dura y muricada y de una sarcotesta traslúcida que contiene un fluido delgado muscilaginoso (García, 2010).

1.2.2.3. Cultivares (variedades e híbridos)

Por sus condiciones de planta alógama y su reproducción por semilla, ha generado gran cantidad de cultivares locales que han servido para producir materiales mejorados. Entre los materiales nativos más destacados se encuentran la papaya zapote y la tocaimera.

Zapote: Cultivada principalmente en la costa atlántica, de frutos grandes, pulpa roja, tipo hermafrodita, de porte alto y buen desarrollo vegetativo. Los frutos están entre 2,5 y 3 kg (Reyes citado por Fischer, 2012)

Tocaimera: De pulpa amarilla, grande, planta de tipo dioica, tardía; cultivada especialmente en los Llanos Orientales, Santander, Tolima y Valle del Cauca, es de porte intermedio a alto. Los frutos alcanzan peso de hasta 5 kg (Reyes, 2012).

De otra parte, Reyes (2012) cita las principales variedades mejoradas de papaya cultivadas en Colombia:

Hawaiana: Procedente de la variedad original denominada Solo. Actualmente se siembran varias selecciones como las variedades Sunrise y Sunset; variedades hawaianas de papaya de pulpa rosada son la excepción de las antes mencionadas, y es una de las características diferenciadoras en el mercado internacional.

Maradol: Variedad hermafrodita originaria de Cuba, con dos selecciones o líneas de frutos: una de pulpa amarilla y otra de pulpa roja. Son plantas de porte bajo de 1,2 a 1,7 m de altura. Es semiprecoz; su floración inicia aproximadamente a los tres meses de trasplantada y su cosecha alrededor de siete meses. El cultivo puede mantenerse hasta los 20 meses o más. La fruta tiene buenas condiciones organolépticas y las mejores cualidades de embarque y almacenaje por su lenta maduración.

U. N. Cotové: Presenta pulpa anaranjada, roja y amarillo rojo, es dioica y precoz (producción a los cinco a seis meses del trasplante), con una altura de fructificación entre los 40 y 80 cm del suelo, peso de fruto entre 1 y 2 kg, producción de más de 70 t/ha.

Tainung o híbrido Formosa: Planta de rápido y vigoroso desarrollo con alto rendimiento, produce frutos de 1 kg de peso promedio, con pulpa roja y aroma agradable; la cáscara en su maduración muestra coloración verde anaranjado. Es uno de los híbridos más cultivados en el mundo y tiene buena tolerancia al virus de la mancha anular del papayo (VMAP). Se caracteriza por una gran condición para el transporte y la poscosecha, además de un alto potencial de producción: 140 t/ha. Se cultiva especialmente en el Valle del Cauca. Existen otras selecciones del híbrido como Tainung 1, 2, 3 y 4.

1.2.2.4. Aspectos fitosanitarios

El cultivo de la papaya presenta durante su desarrollo y producción plagas y enfermedades que están entre los factores que más limitan la productividad, calidad y

vida útil de las plantas. Las principales plagas para tener en cuenta en su cultivo son

Moscas de la fruta: Son insectos polífagos de diferentes especies, entre las que se distinguen Ceratitis capitata, Anastrepha fraterculus, A. striata A. oblicua, dípteros de la familia Tephritidae que, además de daños directos, generan restricciones para ingreso de frutas frescas en mercados internacionales por su condición de plagas cuarentenarias. Las hembras depositan los huevos por debajo de la epidermis de los frutos; la larva completa su desarrollo en el interior del fruto, empupa en el suelo y, en pocos días, genera un nuevo adulto.

Ácaros: La principal plaga es Tetranychus urticae (Acari: Tetranychidae). La hembra de la arañita puede poner de 100 a 120 huevos, con una frecuencia de 3 a 5 huevos/día. En pocos días empieza el desarrollo de estados ninfales y finalmente se convierte en adulto (Mesa et al., 2014). T. urticae rompe el tejido epidérmico, remueve el contenido celular y destruye las células del parénquima. El ácaro afecta el crecimiento, desarrollo y la producción del cultivo porque destruye los cloroplastos, lo que se traduce en una disminución de la fotosíntesis y la transpiración (Freitas et al., 2009 citado por Mesa et al., 2014).

Mosca de la papaya: La principal especie es Toxotrypana curvicauda (Diptera: Tephritidae). El adulto tiene cuerpo alargado, amarillo con manchas marrón oscuro, el abdomen es peciolado y alas angostas y largas; las hembras tienen un ovipositor extremadamente largo y fuertemente arqueado que les permite penetrar la piel y la pulpa gruesa y depositar los huevos en la cavidad de la semilla. El macho es similar, pero carece de ovipositor (Mesa et al., 2014).

Mosca blanca: El principal insecto-plaga es Bemisia tabaci (Hemíptera: aleyrodidae). Los adultos tienen entre 1 y 3 mm de envergadura, recubiertos con una secreción cerosa o polvillo. Se ubican generalmente en el envés de las hojas para ovipositar; sus huevos quedan fijos a la hoja por medio de un pedicelo corto. Causan daños directos al alimentarse de la savia, provocando alteraciones en el desarrollo de las plantas. Igualmente, generan excreciones de sustancias azucaradas que cubren las hojas y sirven de sustrato al hongo que produce la fumagina, sustancia que afecta la calidad de la fruta (Mesa et al., 2014).

Áfidos o pulgones: Son vectores del virus de la mancha anular como las especies *Aphis citricola, A. cracivora, Aphis illinoisensis, A. middletoni* y *Rhopalosiphum maidis.* En otros países han sido también reportados *A. gassipii, A. nerii, Myzus persicae* y otros más. Las hembras aladas pueden afectar las plantas de papaya desde el vivero. La duración de una generación depende de la temperatura, hasta 10 días en climas cálidos. Una hembra puede originar hasta 100 ninfas de una vez. El mayor daño es la transmisión del VMAP a partir de cultivos viejos o abandonados de papaya o desde plantas hospederas, como las cucurbitáceas, a cultivos sanos (García, 2010).

Nematodos: Se encuentran las especies *Meloidogyne sp., Pratylenchus sp., Rotylenchus sp.* y *Helicotylenchus sp.* y algunas especies saprófitas (Mesa et al., 2014).

De otra parte, las enfermedades de mayor impacto económico para el cultivo comercial de la papaya son

Virus de la mancha anular del papayo (VMAP), mancha anular o mosaico deformador de la hoja: Es la enfermedad más importante del papayo en el mundo, transmitida por varias especies de pulgones; se manifiesta por una clorosis inicial en hojas jóvenes, seguida de un moteado amarillo y verde y del aclaramiento de las nervaduras. Se presentan manchas de color verde intenso en la base de los pecíolos de las hojas más jóvenes y toman una forma comúnmente denominada mano de chango.

También en las hojas se presentan manchas aceitosas de forma variable. En los frutos se manifiestan manchas en forma de anillo a media luna concéntricas y aceitosas de aproximadamente de 1 a 2 cm de diámetro. A mayor severidad de la enfermedad, se forman hojas cortas y en menor número que en plantas normales, lo que se traduce en pocos frutos cuajados con desarrollo anormal (García, 2010).

Entre dos y seis semanas después de la inoculación del potyvirus aparecen los primeros síntomas, que dependen de la edad de la planta, las condiciones ambientales y el nivel de resistencia. La enfermedad no se transmite por semilla y los pulgones no se alimentan de árboles que tengan varios minutos de cortados, por lo que en algunos lugares no realizan la práctica de sacar las plantas eliminadas (García, 2010).

Antracnosis: Enfermedad endémica y limitante en las zonas productoras de papaya, especialmente bajo condiciones de alta humedad y temperatura; su agente causal es Colletotrichum gloeosporoides, que ocasiona grandes pérdidas económicas por los daños ocasionados en tallos, hojas, flores y frutos. Los síntomas se caracterizan por lesiones irregulares color marrón, que se pueden iniciar por las nervaduras hasta cubrir toda el área foliar. Las flores afectadas pueden caer; en frutos se generan lesiones circulares o concéntricas hundidas, las cuales son más visibles cuando estos maduran (Mesa et al., 2014).

Pudrición de las raíces: Producida por *Pythium spp., Phytophthora spp.* y *Fusarium spp.*, hongos que atacan las plántulas desde el vivero y después del trasplante; inicialmente producen estrangulamiento a nivel del cuello de las plántulas, el cual se pudre y la plántula muere; cuando las plántulas de papaya se trasplantan muy jóvenes a campo, el cuello es muy susceptible a ser atacado por estos hongos al presentarse lluvias abundantes y frecuentes (García, 2010).

Mildeo polvoso: Causada por el hongo *Oidium caricae-papayae*; ataca hojas, tallos y frutos con fuerte incidencia y severidad durante época seca. Se caracteriza por la aparición de lesiones cloróticas y la formación de un polvillo blanco a gris en los órganos afectados, que corresponden a las estructuras reproductivas asexuales del patógeno; al remover el polvillo se observan parches amarillos, especialmente cerca de las venas foliares. Las zonas amarillas se van agrandando y se tornan de color amarillo pálido, se secan y luego se caen. La infección se presenta más en hojas viejas (Mesa et al., 2014).

Virus PRSV: En el Valle del Cauca se encuentra el virus de la mancha anular (PRSV por sus siglas en inglés, Papaya Ringspot Virus), caracterizado por clorosis intervenal, amarillamiento de nervadura, deformación de hojas en diferentes grados de intensidad, mosaicos y formación de vejigas verde oscuro. En frutos se observan lesiones o puntos de consistencia aceitosa de forma circular; en pecíolos y tallos se observan lesiones irregulares con consistencia similar, como también el acortamiento de entrenudos. El PRSV es transmitido en forma no persistente por áfidos que los adquieren cuando se alimentan de una planta enferma u otra planta huésped infectada y lo diseminan a plantas sanas, cuando el insecto introduce el estilete durante la alimentación. Además de papaya, este virus afecta plantas de las familias caricaceae, chenopodiaceae y cucurbitaceae, entre otras (Mesa et al., 2014).

1.2.2.5. Recomendaciones de manejo

La decisión de siembra de un cultivo comercial de papaya híbrido Tainung 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.

1.2.2.5.1. Previo a la siembra

El productor deberá disponer de suficiente información acerca de las características de la zona y el historial del predio que se va a cultivar con el propósito de disminuir los riesgos asociados al ataque de plagas y enfermedades, así como del efecto negativo de algunos elementos del clima o condiciones adversas del suelo. Con este fin, el proceso de zonificación de aptitud para el cultivo comercial de papaya híbrido Tainung se constituye en un importante insumo que la UPRA deja a disposición de los productores para una correcta decisión de siembra de acuerdo con la determinación de aptitud de las tierras, las cuales ofrecen diversas características desde los componentes físicos, socioecosistémicos y socioeconómicos.

Se recomienda considerar el mercado objetivo de la producción comercial de papaya híbrido Tainung con objeto de trazar un plan de negocios dirigido al mercado nacional o la exportación, buscando las mejores condiciones de oferta en términos de oportunidad, calidad y precio, así como la posible competencia bajo diferentes circunstancias de comercialización. Se prefiere el establecimiento de los cultivos en zonas aisladas de otros cultivos comerciales de papaya, áreas aisladas que cuenten con suficiente infraestructura de vías, disponibilidad de agua, servicios públicos, mano de obra, mercados y plantas de generación de valor agregado que le permitan al productor mejorar la producción y distribución de la fruta.

De acuerdo con los requerimientos del híbrido Tainung, será necesario hacer una selección y clasificación adecuadas del material de siembra. Para el efecto, el uso

de material certificado por parte del ICA en vivero permite asegurar la sanidad inicial del cultivo.

Se requiere que el productor asegure que los predios presenten niveles freáticos ideales que no generan encharcamientos ni excesos de agua en la zona de raíces para disminuir el riesgo de diseminación, propagación e incidencia de enfermedades, así como los efectos nocivos de pudriciones del sistema radical de las plantas. De igual forma, evitar el establecimiento de cultivos en zonas de cobertura natural, de protección o de condicionamiento legal, de rondas de aguas corrientes o estancadas, en lotes de excesiva pendiente o de alta salinidad.

Un adecuado plan de fertilización debe tener en cuenta los requerimientos del cultivo, el nivel de rendimiento esperado y la oferta de nutrientes del suelo. En este último aspecto será indispensable hacer toma de muestras de suelos para conocer sus propiedades y el balance de minerales, de materia orgánica y demás parámetros. Asimismo, la fertilización foliar se constituye en una de las principales formas de aportar nutrientes a lo largo del ciclo vegetativo de la papaya híbrido Tainung.

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

1.2.2.5.2. Durante el desarrollo del cultivo

Se hace necesario hacer la correcta selección del material de siembra, de óptima calidad en términos de sanidad, que garantice el éxito del cultivo por establecer. La propagación por semilla es muy efectiva, pero requiere remover la corteza para mejorar la uniformidad y acelerar el proceso de germinación. En las bolsas de propagación se recomienda la siembra de tres semillas y luego, en campo, en el inicio de la floración, por mezcla de materiales, la eliminación de plantas con flores estaminadas (cerca del 90%) que no producen frutos o si los generan, son de mala calidad.

La época de siembra, así como la correcta implementación de las labores de siembra, trasplante, drenajes, riego, manejo fitosanitario, fertilización y cosecha, serán elementos indispensables para optimizar la productividad del cultivo de la papaya híbrido Tainung.

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 de la incidencia, severidad o prevalencia de los patógenos. Este manejo incluye el uso de control biológico y microbiológico, de control mecánico y etológico para plagas. 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 períodos de carencia.

Se recomienda la planeación y ejecución de raleos, limpiezas, podas, aclareos y apuntalados, prácticas que permiten una excelente producción, disminuir la presencia de plagas y enfermedades y mejorar la calidad de la fruta.

Se deben evitar sitios con niveles freáticos superficiales ya que la papaya es un cultivo susceptible a los encharcamientos e inundaciones. Igualmente, en zonas de alta humedad, es aconsejable disminuir la densidad de siembra como práctica de manejo de enfermedades como la antracnosis.

El suministro de agua a través de sistemas de riego suplementario se constituye en una herramienta de manejo que, aparte de suplir las demandas hídricas en las etapas críticas del cultivo, especialmente épocas secas o de baja precipitación, favorece el aumento en el rendimiento. Para el riego, el sistema por aplicar deberá contemplar un análisis de la calidad del agua y, en lo posible, impedir la salinización del suelo como resultado del uso de sales de los fertilizantes. Los sistemas de acolchados sobre el suelo ofrecen ventajas comparativas al suelo desnudo frente a la competencia de arvenses y el aumento de la temperatura del suelo, regulan las pérdidas de agua y disminuyen los riesgos de erosión.

Las aplicaciones foliares de plaguicidas y fertilizantes solubles y otras sustancias que permitan proteger y cuidar el cultivo deberán atender las recomendaciones sobre el uso eficiente del agua.

Para una óptima cosecha, es necesario un monitoreo constante en el llenado, cuajado y punto de cosecha de la fruta para asegurar la calidad que requieren los diferentes mercados, así como determinar los parámetros de madurez, como color, consistencia, tamaño, forma, contenido de humedad y niveles máximos de daños permitidos, y sus propiedades organolépticas.

1.2.2.5.3. En la poscosecha

Se deben asegurar procesos eficientes de selección y clasificación en campo; los frutos no comerciales, deformes, con daños mecánicos o pudriciones, así como los demás residuos de cosecha, deberán tener una disposición final adecuada que impida que se constituyan en fuente de inóculo de plagas y enfermedades.

Se recomienda establecer un protocolo de recolección, selección y empaque y evitar

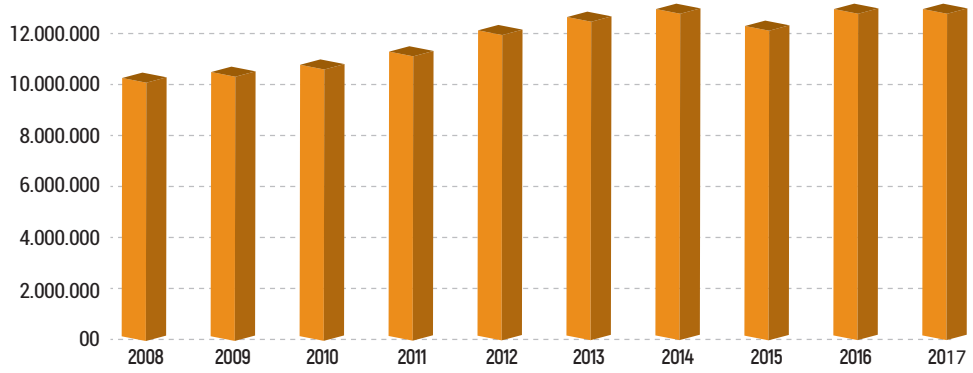
la excesiva manipulación para mantener la calidad de la fruta luego de la cosecha.

Se recomienda que después de cumplir la vida útil un cultivo de papaya se consideren programas de rotación de cultivos con especies que permitan romper los ciclos de plagas y enfermedades, especialmente de virus.

1.2.3. Contexto mundial

Entre el 2008 y el 2017 la producción de papaya pasó de 10,1 a 13 millones de t, tuvo un ascenso entre el 2008 y el 2014, en el 2015 una baja, volvió a subir en el 2016 y bajó levemente en el 2017 (ver figura siguiente).

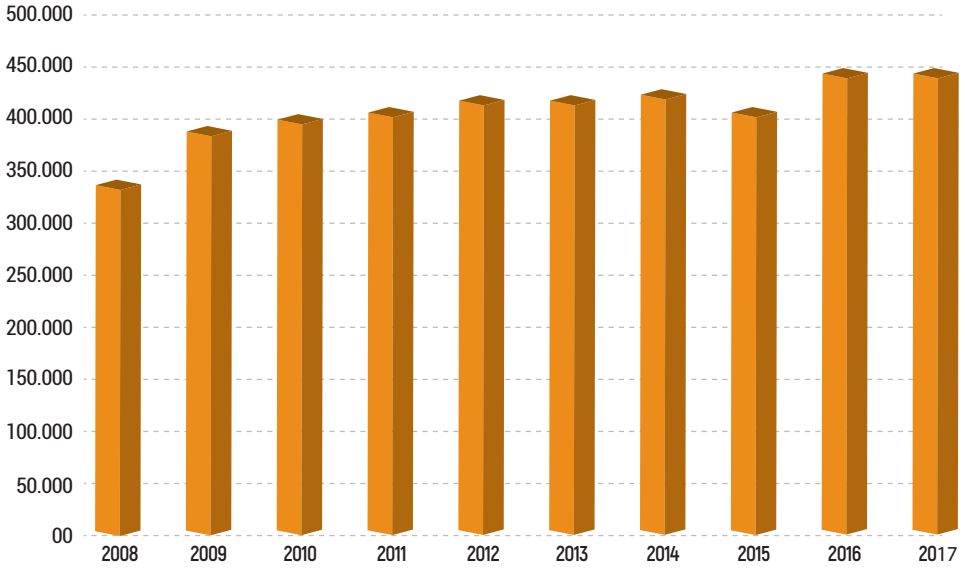
Figura 2. Producción mundial de papaya (t) entre 2008 y 2017



Fuente: Faostat (2019).

El área cosechada de papaya entre el 2008 y el 2017 pasó de 337.888 a 440.629 ha; desde el 2008 hasta el 2014 se tuvo un ascenso leve; en el 2015 hubo una leve disminución, volvió a subir en el 2016 y descendió levemente en el 2017 (ver figura siguiente).

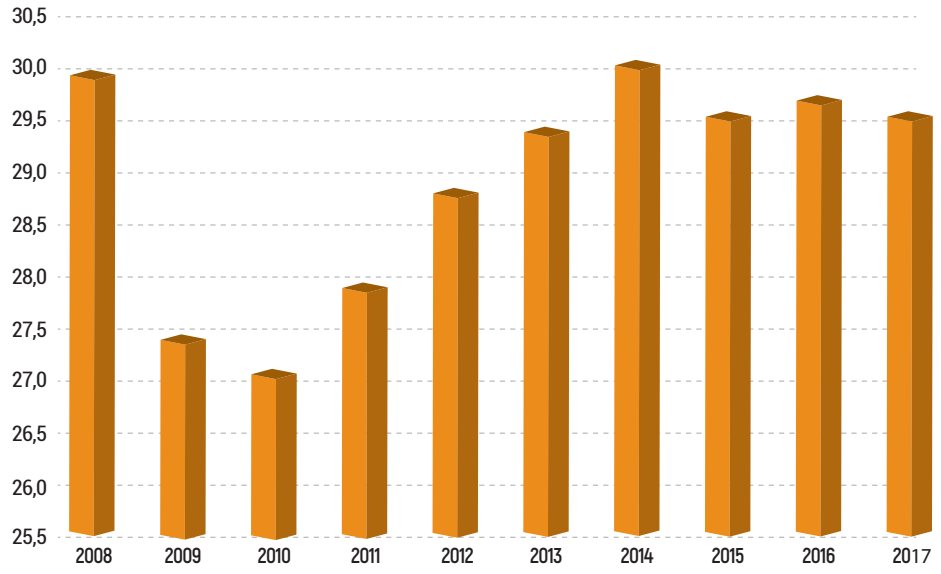
Figura 3. Área cosechada mundial de papaya (ha) entre 2008 y 2017



Fuente: Faostat (2019).

Los rendimientos promedio de papaya entre los años 2008 y 2017 muestran variaciones entre 27,1 t/ha en 2010 y 30,1 en 2014, estabilizándose entre los años 2015 y 2017 en 29,6 t/ha a nivel mundial (ver figura siguiente).

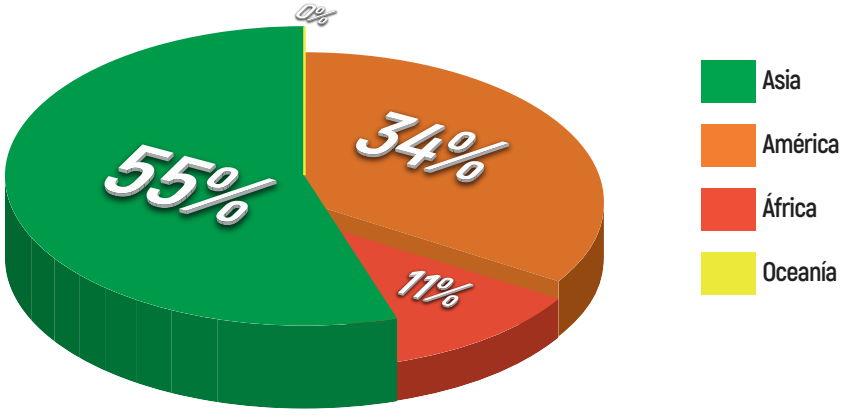
Figura 4. Rendimiento mundial de papaya (t/ha) entre 2008 y 2017



Fuente: Faostat (2019).

Por continentes, la producción mundial de papaya entre los años 2008 y 2017 fue liderada por Asia (6,5 millones de t, 55%), seguido de América (3,9 millones, 33,5%), África (1,3 millones, 11,4%) y Oceanía (14.000 t). No hay reporte para Europa (ver figura siguiente).

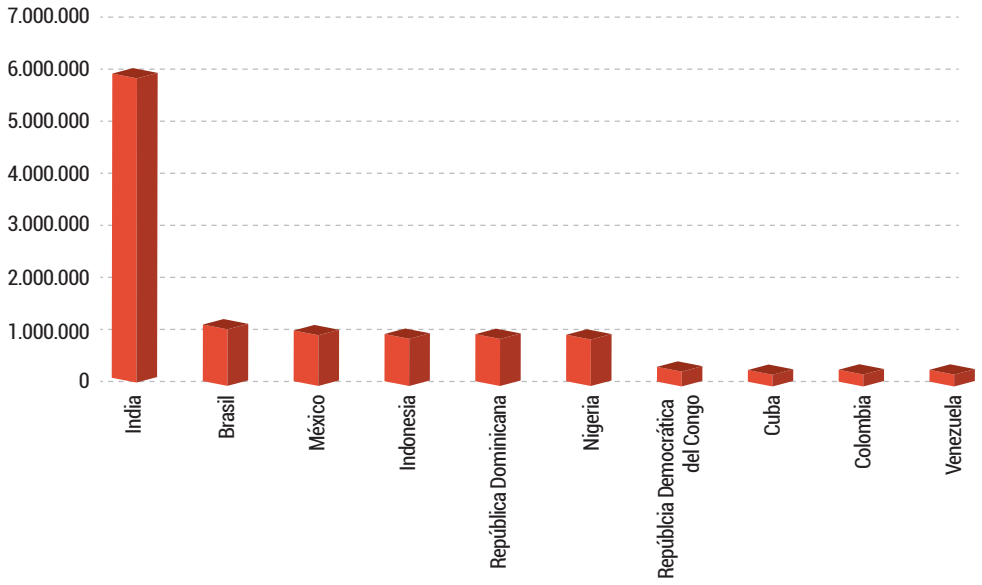
Figura 5. Producción de papaya por continentes entre 2008 y 2017



Fuente: Faostat (2019).

Los 10 principales países productores de papaya en el año 2017 fueron India (5,9 millones de t), Brasil (1 millon de t), México (961.000 t), Indonesia (875.000), República Dominicana (869.000), Nigeria (837.000), República Democrática del Congo) (214.000), Cuba (189.000), Colombia (179.000) y Venezuela (178.000) (ver figura siguiente).

Figura 6. Principales países productores de papaya (t) en el año 2017



Fuente: Faostat (2019).

La dinámica del mercado mundial de la papaya muestra que las exportaciones de México y Brasil representan más del 50% del total, muy por encima del primer productor mundial, India, y de los demás países asiáticos que concentran la producción, como Indonesia, Malasia, Tailandia y China (ver tabla siguiente).

Tabla 1. Principales países exportadores de papaya en 2015

2015	Valor (miles de USD)	Participación (%)	t	Porcentaje
México	85.948	33	146.202	44
Brasil	43.676	17	39.799	12
Países Bajos	22.470	9	7980	2
Estados Unidos	22.429	8	13.311	4
Guatemala	18.816	7	39.509	12
China	11.939	5	8785	3
Malasia	10.047	4	24.018	7
India	8126	3	11.969	4
Belice	6519	2	15.370	5
Jamaica	5198	2	1736	1
Ecuador	4448	2	4329	1
Otros países	24.450	9	22.297	7
Total	264.066	100	335.305	100

Fuente: TradeMap (2015).

En cuanto a las compras, en la siguiente tabla se registran los países con mayores registros de importaciones de papaya en el año 2015. Estados Unidos las lidera, con USD 129.248 millones, el 41%. Países de la Unión Europea están dentro de los primeros 10, con adquisiciones por USD 104,3 millones, es decir, el 33% del mercado mundial. Canadá también es un mercado importante, con el 7% de las compras totales.

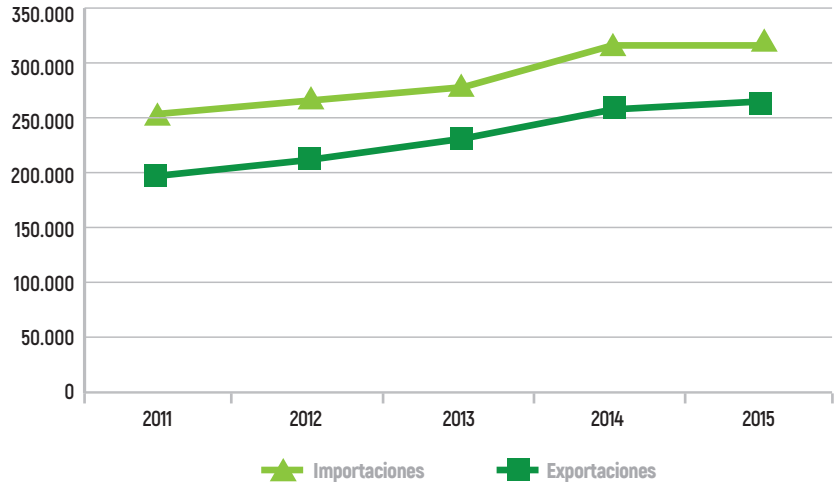
Tabla 2. Principales países importadores de papaya en 2015

2015	Valor (miles de USD)	Porcentaje	t	Porcentaje
Estados Unidos	129.248	41	185.471	44
Alemania	28.665	9	12.721	3
Canadá	20.681	7	15.352	4
Países Bajos	18.472	6	11.250	3
Portugal	15.084	5	7019	2
Reino Unido	14.712	5	6861	2
España	13.515	4	6842	2
Singapur	9296	3	25.558	6
Italia	7011	2	2929	1
Suiza	6919	2	2232	1
Emiratos Árabes	6561	2	8979	2
Otros países	46.537	14	134.409	30
Total	316.701	100	419.623	100

Fuente: Faostat (2016).

Entre el 2011 y el 2015 las exportaciones y las importaciones presentaron el pico más alto de los últimos cinco años en los años 2014 y 2015, con USD 259.015 y 314.463 millones, respectivamente. Se estima que la demanda de papaya siga una tendencia creciente a pesar de la leve disminución en la tasa de crecimiento anual de las exportaciones a partir de 2014 (ver figura siguiente).

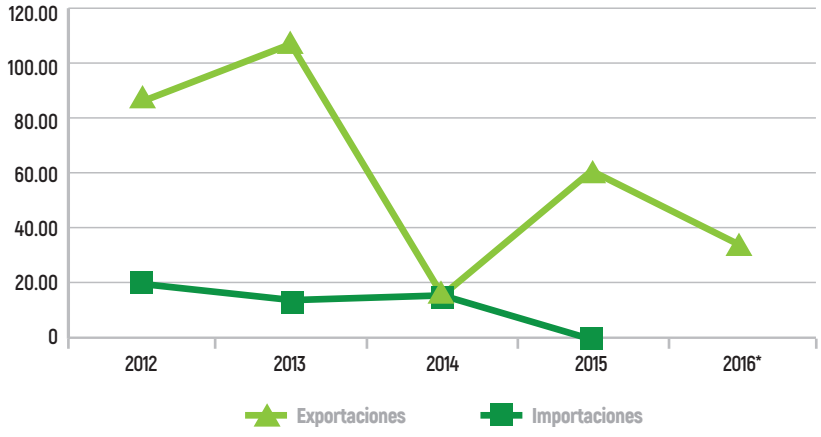
Figura 7. Tendencia de las exportaciones y las importaciones de papaya (miles de USD)



Fuente: TradeMap (2016).

Entre el 2012 y el 2015 la balanza comercial fue positiva, aunque no se mantuvieron los niveles del 2013, año en el cual las exportaciones aumentaron a USD 264.066 con respecto a años anteriores. En el 2014 se presentó un pequeño déficit que se compensó con las exportaciones del 2015 (ver figura siguiente). En este contexto, Colombia pasó a tener una balanza comercial superavitaria en el 2015 frente a lo sucedido en el 2014 (Tabla 3).

Figura 8. Exportaciones e importaciones de papaya fresca (miles de USD)



*** Datos parciales.** Fuente: DNP y DANE (2016).

Tabla 3. Balanza comercial

EXPORTACIONES	2012	2013	2014	2015	2016*
Toneladas	74,74	96,36	24,29	61,11	24,30
Miles USD FOB	86,71	106,35	14,77	60,21	34,31
Importaciones	2012	2013	2014	2015	2016*
Toneladas	237,12	97,00	203,00	10,00	-
Miles USD CIF	18,61	14,00	15,00	1,00	-
Balanza comercial	68,10	92,35	-0,23	59,21	34,31

*** Datos parciales. Fuente:** DNP-DANE (2016).

El principal destino de la papaya colombiana en los últimos cinco años (2012-2106) fue Canadá (ver tabla siguiente).

Tabla 4. Exportaciones colombianas de papaya fresca por países destino (miles de USD)

Países destino	2011	2012	2013	2014	2015
Canadá	38	0	83	0	30
Portugal	0	0	0	0	23
Países Bajos	2	16	8	3	4
Alemania	0	0	0	0	2
Aruba	2	0	6	9	1
Antillas Holandesas	11	9	10	2	0
Ecuador	50	39	0	0	0
Suiza	0	2	0	0	0
EE.UU.	11	20	0	0	0
Total	114	87	106	15	60

Fuente: cálculos de TradeMap a partir de UN COMTRADE statistics (2016).

1.2.4 Contexto nacional

Entre el 2013 y el 2015 el área cosechada en Colombia pasó de 4966 a 5332 ha de papaya, mostrando un crecimiento en promedio del 14%, con rendimiento de 33 t/ha y producción total de 176.220 t.

En Colombia se producen tres tipos de papaya que tienen propiedades diferentes, pero con usos comunes: la hawaiana, la maradol o nacional y la Tainung certificada híbrido F-1.

1.2.4.1. Importancia económica

En Colombia, cerca de 15.000 familias derivan sus ingresos de la papaya. De acuerdo con Minagricultura 2016, en el 2015 se generaron 3358 empleos directos y 12.068 indirectos. El subsector de la papaya aporta aproximadamente un 0,4% de los empleos generados en el sector agricultura, silvicultura y pesca (Minagricultura, 2016). La tabla siguiente muestra la estadística del empleo generado por el cultivo de papaya en el país.

Tabla 5. Empleo generado por el cultivo de papaya en Colombia

Tipo de empleo	2012	2013	2014	2015
Directo	3100	3086	3322	3358
Indirecto	11.141	11.091	11.939	12.068
Total empleo agricultura, silvicultura y pesca	3.622.350	3.555.000	3.469.333	3.562.000
Porcentaje del cultivo de papaya en el empleo total	0,4	0,4	0,4	0,4

Fuente: Minagricultura (2016).

1.2.4.2. Principales zonas de producción de papaya en Colombia

Entre el 2011 y el 2015 la producción de papaya en el país decreció para el año 2014, recuperando su nivel en el 2015. El pico productivo se dio en el último año, llegando a 176.220 t. La producción siguió una tendencia positiva debido fundamentalmente al crecimiento en las áreas sembradas y cosechadas, mientras que el rendimiento ha permanecido prácticamente constante (ver tabla siguiente).

Tabla 6. Área sembrada, área cosechada, producción y rendimiento del cultivo de papaya en Colombia período 2010-2015

TOTAL	2011	2012	2013	2014	2015
Área sembrada (ha)	6293	6027	5803	6109	6237
Área cosechada (ha)	4966	4888	4843	4820	5332
Producción (t)	173.692	165.788	167.549	155.290	176.220
Rendimiento (t/ha)	35	33,9	34,6	32,2	33

Fuente: Minagricultura (2015).

El área sembrada de papaya se encuentra dispersa en toda Colombia, aunque se concentra en diez departamentos (Tabla 7) que tienen el 80%. En Córdoba, Valle del Cauca, Magdalena y Meta está el 53%. Entre el 2013 y el 2015, el área sembrada pasó de 5803 a 6237 ha, con crecimiento en promedio 14%.

Tabla 7. Evolución de área sembrada en papaya por departamento (ha) período 2010-2015

Departamentos	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Córdoba	722	879	496	973	1097	1182
Valle del Cauca	1461	1119	1085	852	950	883
Magdalena	633	622	744	828	800	831
Meta	622	647	785	571	579	662
Cesar	550	724	1022	450	450	450
Huila	255	250	273	306	332	336
Antioquia	268	292	258	291	326	332
Arauca	168	205	282	200	286	296
Casanare	472	395	179	274	258	258
Nariño	277	147	162	192	143	147
Tolima	269	361	131	143	120	134
Norte de Santander	-	121	111	114	122	127
Santander	213	196	142	138	123	116

Departamentos	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Quindío	113	134	144	192	197	91
Caldas	63	N. A.	19	42	57	77
Caquetá	N. A.	N. A.	35	39	41	64
Atlántico	28	50	57	42	39	43
Boyacá	23	39	21	41	28	41
Cauca	20	11	31	37	39	40
Risaralda	N. A.	11	14	4	21	37
Bolívar	N. A.	4	3	N. A.	34	34
La Guajira	N. A.	N. A.	N. A.	34	34	34
Sucre	53	62	24	31	21	11
Cundinamarca	33	22	6	6	7	7
Putumayo	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	5	5
San Andrés y Providencia	N. A.	N.A.	1	N. A.	1	1
Amazonas	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.
Vichada	N. A.	5	4	4	N. A.	N. A.
Total	6242	6293	6027	5803	6109	6237

N. A.: sin área sembrada.

Fuente: Minagricultura (2015).

Los departamentos de Tolima y Huila tienen los mayores rendimientos, pero producen solo el 7% del total nacional. Por otro lado, los grandes productores (Valle del Cauca y Córdoba) tienen rendimientos cercanos al promedio nacional, pero aportaron el 31% de la producción durante los años 2010 a 2015 (ver tabla siguiente). Salvo Cesar, todos los departamentos de grandes productores tienen rendimientos superiores al promedio nacional.

Tabla 8. Producción nacional de papaya por departamento (promedio 2010-2015)

Departamento	Producción anual promedio (%)
Córdoba	17
Valle del Cauca	14
Magdalena	12
Meta	10
Cesar	10
Casanare	5
Antioquia	5
Huila	5
Arauca	4
Tolima	3
Otros departamentos	15
Total nacional	100

Fuente: Minagricultura (2015).

De acuerdo con el DANE (2016), la encuesta nacional agropecuaria de 2015 mostró que en Colombia se sembraron 7055 ha en papaya (con cerca del 50% del área en producción), lo que significa un crecimiento de 3,4% con respecto al año 2014. No obstante, la producción creció un 16%, pasando de 90.883 a 105.459 t, explicado por el aumento en el rendimiento promedio del 3,6%, llegando a 29,7 t/ha en 2015.

1.2.4.3. Dinámica del mercado nacional

En Colombia se han identificado seis zonas de producción de papaya: bajo Cauca, costa norte, Santanderes, centro, Llanos y sur (ver tabla siguiente).

Tabla 9. Participación del área sembrada, participación en la producción y rendimientos por zonas de producción (2010-2015)

Zonas	Participación área sembrada 2010-2015 (%)	Participación de la producción 2010-2015 (%)	Rendimiento promedio (t/ha) 2010-2015
Bajo Cauca	20	20	17
Costa norte	23	23	18
Santanderes	4	4	20
Centro	28	30	20
Llanos	21	19	23
Sur	4	4	5
Total	100	100	-

Fuente: Cálculos UPRA con base en Minagricultura (2016).

A continuación se hace una breve reseña de las principales características de las seis zonas identificadas.

- Bajo Cauca: Departamentos de Antioquia, Córdoba y Sucre. La principal variedad es la Hawaiana, seguida de Tainung F1; la zona cuenta con productores medianos y pequeños.
- Costa norte: Departamentos de Atlántico, Magdalena, Cesar y La Guajira. Las principales variedades son Hawaiana y Clifora y los tipos de producción predominantes son de medianos y pequeños productores.
- Santanderes: Santander y Norte de Santander. Predomina la variedad Melona en pequeños productores.
- Zona centro: Concentra la mayor parte de la producción de papaya nacional (30%). Las principales variedades son Tainung y Maradol; predominan productores medianos y pequeños.
- Sur: Nariño y Putumayo. Predomina la variedad Maradol, producida por pequeños productores.
- Llanos: Casanare, Arauca y Meta. Predomina la variedad Cariflora, producida por pequeños agricultores.

Además de su dispersión regional, este cultivo se caracteriza por su gran diversidad en los sistemas de producción, lo cual genera mucha variabilidad en los rendimientos. Los niveles de dispersión de este indicador a nivel departamental fluctúan en coeficientes superiores al 50% con respecto a la media nacional.

Los cultivos de papaya se concentran en fincas de tamaño intermedio, entre 5 y 50 ha, con un 70% del área sembrada del país en esta fruta. Las fincas grandes, mayores de 50 ha, solamente siembran el 17% del área total del país y las pequeñas (inferiores a 5 ha) el 13%. En la siguiente tabla se observa la distribución de las áreas sembradas y la cantidad de fincas según la superficie.

Tabla 10. Participación del área del cultivo de la papaya y de las explotaciones según extensión de la finca

Tamaño de la finca (ha)	Participación (%)	
	Área del cultivo	Explotaciones agropecuarias
Menor de 1	1	6
Entre 1 y 3	8	14
Entre 3 y 5	4	12
Entre 5 y 10	19	17
Entre 10 y 15	26	15
Entre 15 y 25	19	11
Entre 25 y 50	5	16
Entre 50 y 100	7	5
Entre 100 y 500	10	3

Fuente: DANE-ENA.

De otra parte, las dos principales centrales mayoristas del país –Corabastos, en Bogotá, y la Central Mayorista de Antioquia (CMA), en Itagüí– son las que acopian la mayoría de la fruta en el país (DANE, 2014).

Las tablas 11 y 12 identifican los departamentos de los cuales procede la papaya que ingresa a los mercados mencionados. La tabla 11 indica que aproximadamente el 53% del volumen que ingresó a Corabastos en el año 2014 llegó del Meta, mientras que Casanare aportó cerca del 18% y Valle del Cauca contribuyó con el 13%.

Tabla 11. Suministro de papaya a Corabastos en 2014

Departamento	t	Participación (%)
Meta	21.880	53,4
Casanare	7347	17,9
Valle del Cauca	5315	13,0
Otros departamentos	6424	15,7
TOTAL	40.966	100

Fuente: DANE (2014).

Discriminando por municipios, se observa que a Corabastos el 24,2% del abastecimiento de papaya provino de Granada (Meta), el 12,8% de La Unión (Valle del Cauca) y el 11,3% de Villanueva (Casanare).

En la CMA más del 62% del suministro de papaya durante el 2014 provino del Valle del Cauca, el 33% de Córdoba (17,8%) y el 15,1% de Antioquia (tabla 12). En la CMA, el principal origen de la papaya fue La Unión (Valle del Cauca) con 57,9% del volumen de 2014, seguido por Valencia (Córdoba) con el 15,6%, y Dabeiba (Antioquia) con el 4,5% (DANE 2014).

Tabla 12. Suministro de papaya a la CMA en 2014

Departamento	Toneladas	Participación (%)
Valle del Cauca	5439	62,1
Córdoba	1558	17,8
Antioquia	1324	15,1
Otros departamentos	439	5,0
TOTAL	8760	100

Fuente: DANE (2014).

De acuerdo con datos del Minagricultura (2015), para el cultivo de la papaya durante el año 2014 fueron otorgados créditos por valor global de $4094 millones, siendo el segundo mayor registrado en los últimos cinco años. En el 2013, los créditos ascendieron a $3852 millones, en 2012 a $4727 millones –la cifra más alta del quinquenio–, mientras que en 2011 fueron $ 3486 millones y en 2010 $3463 millones. En cuanto al ICR, alcanzó en 2014 $27 millones, mientras que un año atrás fue de $23 millones. En el año 2012 se registró una cifra global de $24 millones y en el 2011 el valor fue $28 millones, mientras que en el 2010 se observó el valor más alto, $38 millones, cifras muy bajas frente a otros productos, como el aguacate, que en promedio tuvo un ICR anual medio cercano a los $ 15.000 millones en el mismo período.

1.2.4.4. Caracterización de los sistemas de producción

La siembra de papaya normalmente requiere limpieza del terreno previa a la preparación del suelo. La mecanización se realiza con pases de rastra pesada y una pulida cuando

la pendiente lo permite, para soltar el suelo y hacer control de arvenses. Las camas o camellones, de unos 30 cm de altura, se hacen de 2 a 2,5 m de distancia e igual distancia entre plantas, en los cuales se harán hoyos de 0,4 x 0,4 x 0,4 m.

La semilla se selecciona y se pregermina para obtener plantas uniformes; la germinación ocurre entre 5 y 8 días desde la siembra, y las plántulas emergen entre dos y tres semanas, cuando logran de 15 a 20 cm de altura, para realizar el trasplante a sitio definitivo. El fondo del hoyo se nutre con fertilizante compuesto, se impregna de insecticida-nematicida y se le introduce materia orgánica. Las plantas de trasplante quedan levemente por encima del nivel del suelo para que al compactar o después de la lluvia o riego evite encharcamiento alrededor del cuello.

Para suplir el requerimiento de agua en épocas secas, en el cultivo se instala riego suplementario con o sin acolchado plástico. El acolchado consiste en cubrir las camas de siembra, al final de la preparación del terreno, con una banda de plástico negro calibre 150 de 140 cm de ancho para cubrir el 100% del terreno. Esta práctica ayuda al control de arvenses, conserva la humedad del suelo, incrementa la temperatura, fomenta la formación de nitratos, aumenta la eficiencia de los fumigantes en el control de nematodos, permite fertilización de fondo y mejorar el desempeño de la cinta para el riego por goteo. El acolchado reduce la erosión del suelo, la lixiviación y el arrastre de los nutrientes al evitar que las gotas de lluvia o del riego por microaspersión rompan los agregados del suelo y permitir que las plantas crezcan más rápido y cubran el terreno en un menor tiempo.

Durante el ciclo del cultivo se realiza fertilización edáfica sólida, se hacen aplicaciones foliares o fertilización líquida localizada mediante fertirriego, que garantiza el aporte de nutrientes que el cultivo requiere. El cultivo necesita limpieza mediante la eliminación de chupones, ramas o brotes, así como raleo o entresaque de frutos, podas o deshojes y apuntalamiento o instalación de soportes para las plantas. Por su parte, el manejo de agentes fitopatógenos se realiza mediante diferentes prácticas de control, incluido el control químico.

Con la aparición de los primeros botones florales se determina el sexo en las plantas antes de la floración que permita mejorar la eficiencia de la polinización con una relación adecuada de plantas macho/hembra. La antesis ocurre aproximadamente entre 40 y 50 días después de la aparición del botón floral. Una vez la flor es fertilizada, el cuajado del fruto se observa dos a tres días después. La cosecha se presenta entre 140 y 180 días después de la antesis, cuando la fruta está con 25 a 50% de madurez, lo que se refleja en la coloración amarilla entre los lóbulos del fruto.

1.2.4.5. Descripción de la cadena productiva de la papaya

La cadena en Colombia está conformada por los productores, comercializadores, plazas mayoristas, almacenes de cadena, industrias de procesamiento, productores de material vegetal, proveedores de insumos, exportadores y entidades de apoyo, como universidades, centros de investigación e instituciones adscritas al Gobierno que acompañan el proceso (Minagricultura, 2016).

El subsector de la papaya en el país presenta altas pérdidas en la poscosecha. La infraestructura y la logística presentan deficiencias en vías por donde se traslada la fruta desde los sitios de producción hasta el destino comercial o industrial. Los puertos cuentan con procesos lentos que penalizan la exportación de frutos frescos perecederos.

Desde el punto de vista internacional, hay limitantes por oferta de fruta frente al estándar del mercado internacional. De otra parte, la industria procesadora aún es reducida, con baja presencia y competitividad; los canales de comercialización están poco estructurados y tienen un alto nivel de intermediación.

Hay esfuerzos reconocidos, tal es el caso de la decisión del USDA con la revisión de las condiciones fitosanitarias de la papaya, a raíz del cual se logró que Estados Unidos aprobara la comercialización de la papaya proveniente de Colombia. La autorización la otorgó el Animal and Plant Health Inspection Service (Aphis) del USDA, apoyado por la Resolución 2696 del ICA.

1.2.4.6 Importancia ambiental

La hortofruticultura ha tenido en los últimos años en Colombia un fuerte crecimiento derivado de la prioridad de fomentar, mediante estos cultivos, un aumento de la competitividad agrícola a nivel internacional. De esta manera se ha identificado una oportunidad productiva a corto plazo aprovechando las ventajas comparativas que ofrecen la geografía y las condiciones físicas para su implementación.

Sin embargo, este proceso ha subordinado en gran parte aspectos fundamentales basados en la sostenibilidad territorial a largo plazo, un desarrollo social más equitativo del sector agrícola y un manejo adecuado de los recursos naturales. Ante estos hechos, se incorpora en la zonificación de aptitud de diversas cadenas agrícolas, pecuarias y forestales por parte de la UPRA el componente socioecosistémico, el cual vela por establecer un equilibrio entre un uso adecuado, basado en un desarrollo sostenible con todo lo que este concepto implica, y los aspectos puramente competitivos que llevan en general a obtener una productividad de máximas utilidades, aun a costa de la degradación de los bienes y servicios ecosistémicos y ambientales, económicos, culturales y sociales de las diferentes regiones del país.

El territorio colombiano sigue padeciendo grandes transformaciones ambientales, relacionadas principalmente con el cambio de uso del suelo, la construcción de infraestructuras productivas y el uso de tecnologías no apropiadas para la generación de excedentes. Son evidentes el crecimiento exponencial de la población, la apropiación creciente de los recursos y la disminución de su oferta (Figueroa, 2000). Según el mismo autor, la necesidad de mejorar el soporte en infraestructura de producción y de servicios, a fin de garantizar la satisfacción de necesidades básicas, ha generado una fuerte presión sobre los recursos naturales, lo que favorece la expansión de tierras cultivables a favor de los monocultivos, con el aumento de la pérdida de diversidad biológica, a expensas de las áreas naturales no intervenidas.

El aprovechamiento, uso intensivo y reconversión de los recursos naturales en los ecosistemas tropicales han generado procesos de erosión, lixiviación, reducción en la fertilidad de los suelos, pérdida y desbalance de nutrientes, de materias primas potenciales y actuales, desplazamiento de especies, fragmentación de hábitats, pérdida de la diversidad biológica y transformación acelerada de los hábitats naturales (Figueroa, 2000).

Según lo reportado en la guía ambiental (MAVDT y Asohofrucol, 2009), las actividades desarrolladas por el subsector hortofrutícola generan impactos ambientales, como contaminación de las fuentes de agua con plaguicidas, sedimentos y materia orgánica, contaminación y deterioro de la calidad del suelo, disminución de la fauna y flora y deterioro de la salud de las personas por uso inadecuado de plaguicidas, entre otros. Cabe anotar que la utilización de agua contaminada

en el lavado de las frutas y otros vegetales puede conllevar la diseminación de microorganismos patógenos, como Escherichia coli, Salmonella spp., Vibrio cholerae, Shigella spp., Cryptosporidium parvum, Giardia lamblia, Cyclospora cayetanensis, Toxoplasma gondii y virus de la hepatitis A y el de Norwalk 12 (DNP, 2008).

La erosión del suelo es uno de los principales problemas ambientales que afecta de forma directa a los productores de frutas y hortalizas. El incremento en las áreas afectadas por procesos de erosión y desertificación evidencia la necesidad de implementar acciones para la preservación y conservación de los recursos naturales asociados a los sistemas de producción. El estudio de conflictos de uso de tierras en Colombia IGAC (2002) mostró que la principal causa del cambio en la estabilidad del suelo es la deforestación de laderas, costas y cauces de ríos para ampliación de la frontera agrícola, conflictos generados principalmente por la concentración de la propiedad y el manejo incoherente de la relación de uso real frente al potencial en una determinada región.

Asociado también al sector hortofrutícola, es muy importante el efecto negativo causado por la contaminación del suelo por el uso indiscriminado de plaguicidas y fertilizantes, lo cual no solo afecta la salud de las personas y la inocuidad de los productos agrícolas, sino también la productividad del suelo.

Otro aspecto tiene que ver con afectación de los recursos hídricos. El agua es un factor determinante para el sector agroalimentario; aguas de riego con altos contenido de sales y compuestos tóxicos, como plaguicidas o metales pesados, ponen en riesgo la inocuidad del producto, la salud de las personas y los animales y el normal desarrollo de los cultivos. Según el Estudio Nacional del Agua (Ideam, 2015), la mayor demanda de agua en el país corresponde al sector agrícola (56% con respecto a la demanda total), seguida por la de los sectores doméstico, industrial y pecuario (23, 12 y 9%, respectivamente); esto muestra la alta presión sobre las fuentes de agua, lo cual ha llevado a la necesidad de realizar proyecciones para evaluar el riesgo de abastecimiento de la población colombiana.

Es también necesario anotar la inadecuada disposición de residuos de cosecha, que genera malos olores y se constituye en el sustrato ideal para la proliferación de enfermedades para los cultivos y las personas, así como la alta generación de residuos sólidos no biodegradables y altamente contaminantes, caso plásticos de mulch y acolchados y cintas de riego, entre otras.

Según la FAO (1988), los efectos nocivos del uso inadecuado de los plaguicidas han provocado el desarrollo de las nuevas concepciones tendientes a minimizar el deterioro ambiental, entendiendo que más de 300 plagas han desarrollado resistencia a un extenso rango de productos químicos y pueden representar un riesgo para la salud de los ecosistemas y seres vivos. De igual manera, los residuos de fertilizantes pueden filtrarse a través del suelo con las aguas de riego, contaminar los acuíferos y ríos, afectar la calidad del agua y las condiciones de vida de los organismos acuáticos. El resultado es un círculo vicioso que se refleja en el deterioro de la calidad de los recursos naturales y en la generación de un modelo agrícola insostenible (Leyva, 1998).

Con respecto a lo anterior, el documento Conpes 3514, "Política nacional fitosanitaria y de inocuidad para las cadenas de frutas y de otros vegetales" (DNP, 2008), expresa que las condiciones de inocuidad de los productos hortofrutícolas son un compromiso de las autoridades de agricultura y salud, así como por la creciente exigencia de los consumidores en los mercados nacionales e internacionales; por tanto, las autoridades

deben contar con la capacidad suficiente para ofrecer la seguridad que los consumidores y el comercio requieren.

Para los productos hortofrutícolas aún no se ha evaluado ni caracterizado la situación de la detección y evaluación de niveles máximos de residuos de plaguicidas, contaminantes químicos y microbiológicos, que son requisito para el ingreso de alimentos frescos y procesados de origen agropecuario desde Colombia a los países interesados. De otro lado, bajo el enfoque de buenas prácticas agrícolas (BPA), se requiere garantizar las condiciones del transporte de frutas y otros vegetales en aspectos fitosanitarios y de inocuidad desde la finca a los centros de acopio o distribución y a las plantas de procesamiento.

Otros aspectos de igual importancia ligados al subsector hortofrutícola y en general a todo el sector agrícola se relacionan con los efectos asociados por la ampliación de la frontera agrícola, la explotación no sostenible de los ecosistemas y recursos forestales que constituyen, entre otros, los factores de mayor amenaza para la conservación del patrimonio ecológico y ecosistémico. La tasa anual de deforestación en Colombia se estima alrededor de 101.303 ha, debido principalmente al avance de la frontera agropecuaria (Ideam, 2015).

A la anterior problemática se adicionan la vulnerabilidad y la falta de medidas contundentes para generar una buena adaptabilidad al calentamiento global y el cambio climático. A partir del Protocolo de Kioto, firmado en 1998, se han venido divulgando los efectos del cambio climático por sus imprevisibles riesgos en cuanto a afectos sobre el agua, degradación de suelos, salud y seguridad alimentaria, especialmente en los países ecuatoriales.

Estudios realizados por la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales demuestran que las emisiones del subsector agropecuario son principalmente de CH_4 y NO_2 y, en menor cantidad, de CO y NOX; en Colombia el sector agrícola es el de mayor importancia en lo relacionado con la emisión de óxido nitroso: 72,4% del total nacional. Las quemas de praderas y residuos de cosecha son fuente de emisiones de metano, monóxido de carbono, óxido nitroso y óxidos de nitrógeno, considerados como gases de efecto invernadero; y la quema de bosques que acompañan el proceso de deforestación es la responsable del 23% de las emisiones de CO_2 con respecto al total nacional.

1.3. Marco político

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

Tabla 13. Marco de políticas y lineamientos relacionados con la zonificación de aptitud del cultivo de papaya en Colombia

Marco de política	Lineamientos relacionados
Ley 69 de 1993	Establece el seguro agropecuario en Colombia como instrumento para incentivar y proteger la producción de alimentos, buscar el mejoramiento económico del sector rural, promoviendo el ordenamiento económico del sector agropecuario, y como estrategia para coadyuvar al desarrollo global del país.
Ley 101 de 1993	Ley general de desarrollo agropecuario y pesquero. Dentro de esta se promulga «elevar la eficiencia y la competitividad de los productos agrícolas, pecuarios y pesqueros mediante la creación de condiciones especiales» y «crear las bases de un sistema de incentivo a la capitalización rural y a la protección de los recursos naturales».
Decreto 626 de 1994	Reglamenta parcialmente la Ley 101 de 1993 y dicta algunas disposiciones sobre el ICR, específicamente el artículo 28.
Resolución de la Comisión Nacional de Crédito Agropecuario 05 de 2011	Reglamenta la línea especial de crédito, instrumento orientado a mejorar las condiciones de financiamiento de proyectos agrícolas asociados con la siembra y mantenimiento de cultivos comerciales de ciclo corto, especialmente aquellos de la canasta básica, de alimentos sensibles a las importaciones o de interés exportador.

1.4. Marco normativo

El marco normativo describe la evolución de las leyes, decretos, resoluciones y demás concernientes a la jurisprudencia que enmarcan los lineamientos y demás aspectos relacionados con la normatividad colombiana y de las políticas públicas asociadas con la cadena de la papaya.

En Colombia, la política de cadenas productivas agrícolas, como es natural, aborda prioritariamente aspectos técnicos y ambientales; sin embargo, no ha dado el mismo énfasis a las características sociales, culturales y políticas, las cuales son determinantes de las relaciones entre las dinámicas poblacionales y el territorio.

La tabla siguiente muestra el normograma que se considera pertinente para la zonificación de aptitud del cultivo comercial de papaya en Colombia a escala 1:100.000.

Tabla 14. Normograma para la zonificación de aptitud del cultivo comercial de papaya en Colombia

Marco normativo	Lineamientos relacionados con la zonificación
Resolución Minsalud 14712 de 1984	Reglamenta lo relacionado con producción, procesamiento, transporte, almacenamiento y comercialización de vegetales, como frutas y hortalizas elaboradas.
Resolución Minsalud 7992 de 1991	Reglamenta parcialmente el título V de la Ley 09 de 1979 en lo relacionado con la elaboración, conservación y comercialización de jugos, concentrados, néctares, pulpas, pulpas azucaradas y refrescos de frutas.
Ley 70 de 1993	Establece 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, a fin de garantizar que estas comunidades obtengan condiciones reales de igualdad de oportunidades frente al resto de la sociedad colombiana.
Ley 99 de 1993	Crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental (Sina) y se dictan otras disposiciones.
Decreto 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 agropecuarias del país.

Marco normativo	Lineamientos relacionados con la zonificación
Ley 160 de 1994, artículo 69	Sabanas comunales y playones, zonas con riesgo de inundaciones. Islas, playones y madreviejas desecadas de los ríos, lagos y ciénagas de propiedad nacional.
Ley 160 de 1994, capítulo XIV. Decreto 2164 de 1995	Reglamentación sobre dotación y titulación de tierras a comunidades indígenas. Constitución de resguardos indígenas.
Resolución Minsalud 599 de 1998	Adopta el formulario único para solicitud, modificación y renovación del registro sanitario para los productos alimenticios y se establece la nomenclatura para la expedición de registro sanitario de los alimentos de fabricación nacional y de los importados.
Decreto 1996 de 1999	Reglamentación reservas de la sociedad civil.
Ley 811 de 2003	Crea las organizaciones de cadenas en los sectores agropecuario, pesquero, forestal, acuícola y las sociedades agrarias de transformación (SAT) y se dictan disposiciones para mejorar la competitividad de las cadenas estableciendo los acuerdos de competitividad entre los eslabones de la cadena.
Decreto Ley 4145 de 2011	Crea la Unidad de Planificación de Tierras Rurales, Adecuación de Tierras y Usos Agropecuarios (UPRA) y se dictan otras disposiciones.
GENERALES	
Decisión CAN 182 de 1983	Crea el Sistema Andino "José Celestino Mutis", sobre agricultura, seguridad alimentaria y conservación del ambiente.
Resolución ICA 431 de 1996	Establece requisitos fitosanitarios de aplicación al comercio de productos agrícolas bajo Norma Andina.
Resolución Minambiente 1442 de 2008	Establece el procedimiento para la expedición del dictamen técnico-ambiental al que alude la Norma Andina para el registro y control de plaguicidas químicos de uso agrícola, Decisión 436, de la Comisión de la Comunidad Andina, y se toman otras determinaciones.
Resolución ICA 3593 de 2015	Crea el mecanismo para establecer, mantener, actualizar y divulgar el listado de plagas reglamentadas de Colombia.
REGLAMENTACIÓN ICA EN SEMILLAS (ICA, 2016)	
Resolución ICA 1226 de 1976	Establece normas para el control de la calidad de los insumos agrícolas y, en especial, la producción y comercialización de semillas por parte del ICA, de conformidad con los decretos 2420 y 3120 de 1968 y 133 de 1976.
Resolución ICA 1880 de 1992	Establece los requisitos para el control de la calidad de las semillas que se produzcan, importen, exporten o distribuyan para siembra en el país y se dictan otras disposiciones.
Resolución ICA 3034 de 1999	Expide normas para la producción, importación, exportación, distribución y comercialización de semillas en el país y se dictan otras disposiciones.
Resolución ICA 2046 de 2003	Expide normas para la producción, importación, exportación, distribución y comercialización de semillas para siembra en el país, su control, y se dictan otras disposiciones.
Resolución ICA 0148 de 2005	Expide normas para la producción, importación, exportación, distribución y comercialización de semillas para siembra en el país, su control, y se dictan otras disposiciones.
Resolución ICA 3168 de 2015	Reglamenta y controla la producción, importación y exportación de semillas producto del mejoramiento genético para la comercialización y siembra en el país, así como el registro de las unidades de evaluación agronómica o unidades de investigación en fitomejoramiento y se dictan otras disposiciones.
Resolución ICA 30021 de 2017	Establece los requisitos para la certificación en Buenas Prácticas Agrícolas en producción primaria de vegetales y otras especies para consumo humano.

Marco normativo	Lineamientos relacionados con la zonificación
REGULACIÓN EN INSUMOS AGRÍCOLAS (ICA, 2016)	
Decisión 436 de 1998 de la CAN	Establece normas sobre el registro y control de plaguicidas químicos de uso agrícola bajo Norma Andina y su Resolución 630 de, 2002 Manual Técnico Andino para el registro y control de plaguicidas químicos de uso agrícola.
Resolución ICA 3759 de 2003	Dicta disposiciones sobre el registro y control de plaguicidas.
Resolución 2906 Minsocial de 2007	Establece los límites máximos de residuos de plaguicidas (LMR) en alimentos para consumo humano y en piensos o forrajes.
Resolución ICA 4754 de 2011	Establece los requisitos para la ampliación de uso de bioinsumos y plaguicidas de uso agrícola en cultivos menores y se dictan otras disposiciones.
REGLAMENTACIÓN RELACIONADA CON ESTATUS SANITARIO (ICA, 2016)	
Decisión CAN 253 de 1989	Establece el Programa andino de prevención, control y erradicación de las moscas de la fruta.
Resolución ICA 2697 de 2008	Declara la república de Colombia como país libre de especies del género Bactrocera y se establecen las medidas necesarias para su mantenimiento.
Resolución ICA 001 de 2011	Establece medidas fitosanitarias para el control de mosca de las frutas en el territorio nacional y se dictan otras disposiciones.
REGLAMENTACIÓN ICA SOBRE EXPORTACIONES (ICA, 2016)	
Resolución ICA 3761 de 2014	Autoriza terminales marítimos, aeropuertos, puertos fluviales y pasos terrestres de frontera como puntos de ingreso, salida y tránsito autorizado para el comercio internacional de plantas, animales, sus productos y artículos reglamentados.
Resolución ICA 448 de 2016	Establece los requisitos para el registro ante el ICA de los predios de producción de vegetales para exportación en fresco, el registro de los exportadores y el registro de las plantas empacadoras de vegetales para la exportación en fresco.
NORMATIVIDAD AMBIENTAL	
Ley 2.ª de 1959	Dicta normas «sobre economía forestal de la nación y conservación de los recursos naturales renovables», establece siete zonas con carácter de zonas forestales protectoras y bosques de interés general, dentro de las que se incluyen zonas de alta montaña y las divisorias de agua de la cordillera Central. También se sujeta la ocupación de las tierras baldías a la reglamentación que tenga por objeto evitar la erosión y proveer la conservación de las aguas. Reservas forestales, descontadas las sustracciones vigentes, DMI y áreas de manejo especial - AME: artículo 7.º.
Decreto 2811 de 1974	Promulga el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.
Decreto 622 de 1977	Establece las áreas protegidas del sistema de parques nacionales naturales, DMI, reservas forestales protectoras parques naturales regionales, DCS, áreas de recreación.
Ley 160 de 1994, artículo 67, Ley 1728 de 2014, parágrafo 1	Establece como zonas de protección aquellas con radio de 2500 m alrededor de las zonas donde se adelanten procesos de explotación de recursos naturales no renovables.
Ley 160 de 1994, capítulo XIII	Establece condiciones especiales para el trazado de las zonas de reserva campesina y las de desarrollo empresarial y señala condicionantes para el uso del suelo y el agua.
Ley 357 de 1997	Establece los Sitios Ramsar: Conservación y uso racional de los humedales mediante acciones locales, nacionales y cooperación internacional.
Decreto 2372 de 2010	Reglamenta el Sinap, las categorías de manejo que lo conforman y los procedimientos generales relacionados.

Marco normativo	Lineamientos relacionados con la zonificación
Decreto 1076 único del sector ambiental de 2015	Reglamenta 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. Esta categoría es totalmente incompatible con las actividades agropecuarias e industriales.
Resolución 1628 Minambiente de 2015 y Resolución 1814 Minambiente de 2015	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).
Ley general de cultura	Establece que las áreas arqueológicas protegidas contienen un plan de manejo arqueológico definido por el Icanh, en donde permite la realización de labores de agricultura tradicional y restringe el desarrollo de agricultura mecanizada en las áreas de potencial muy alto.
Resolución 261 de 2018	Por medio de la cual se define la frontera agrícola nacional y se adopta la metodología para la identificación general.

1.5. Alcances y limitaciones

El mapa de zonificación de papaya híbrido Tainung con fines comerciales en Colombia escala 1:100.000 contribuye a atender los objetivos y funciones de la UPRA, fortaleciendo el desarrollo de políticas de este sector hortofrutícola, priorizando la consolidación de posibles núcleos de desarrollo y orientando inversiones a escala nacional o regional. Asimismo, se constituye en una herramienta para la planificación rural agropecuaria y el ordenamiento territorial.

La zonificación considera todo el territorio continental colombiano y es un instrumento de carácter indicativo, teniendo en cuenta su escala de trabajo. Por tal razón, no es un instrumento de regulación o reglamentación de uso del suelo, cuya competencia corresponde a los entes territoriales en su área de jurisdicción y no reemplaza la elaboración de proyectos de inversión puntuales, los cuales requieren análisis e información más detallada donde se evalúen a nivel local los requerimientos específicos de acuerdo con el tipo de especies y las condiciones de competitividad relacionadas con la ubicación del proyecto, los objetivos específicos de la producción, los productos por obtener, el mercado y su flujo de caja.

La metodología desarrollada para la zonificación del mango con fines comerciales a escala 1:100.000 se fundamenta en criterios y en enfoques que ha venido ajustando la UPRA de estudios realizados en especies hortofrutícolas por entidades internacional como la FAO y por entidades nacionales como el Ideam, IGAC y Corpoica (Agrosavia desde 2018), entre otras. En ese sentido, esta propuesta fortalece los enfoques existentes incorporando información actualizada, así como otras variables, métodos de evaluación multicriterio y herramientas que facilitan la integración.

La zonificación de especies hortofrutícolas se desarrolla considerando las siguientes premisas:

- La zonificación prioriza las áreas más competitivas para el desarrollo de cultivos hortofrutícolas, por lo cual se identifican los territorios con mejores condiciones en cada criterio de análisis.
- La definición del TUT y de sus requerimientos específicos se realiza a partir del conjunto de especies priorizadas por el PTP.
- Las áreas con restricción legal son catalogadas como excluyentes, y predominan bajo esta clasificación, independientemente de la aptitud identificada en los diferentes criterios.

- Las áreas donde se aplique normatividad de tipo ambiental, social y cultural que condicione el uso a otros procesos o instrumentos vigentes deben ser analizadas de forma diferencial, tales como los territorios colectivos de comunidades étnicas y campesinas, con objeto de proteger el patrimonio cultural material e inmaterial del país y el derecho de autodeterminación de dichas comunidades.
- Se priorizan las áreas con pastos y cultivos que permitan la expansión de la actividad hortofrutícola.
- La actividad hortofrutícola no pondrá en riesgo áreas naturales o con potencial de ecosistemas estratégicos para la provisión de servicios ecosistémicos (bosques, subpáramos, páramos, rondas hídricas, zonas de recarga de acuíferos), por lo cual prima para estas el criterio de exclusión 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 papaya híbrido Tainung toma como base para su elaboración la información secundaria proveniente de las entidades oficiales, la cual contiene en algunos casos niveles de generalización que pueden afectar la precisión en la delimitación de algunas unidades. Igualmente, la información disponible no está en su totalidad con corte a un determinado período, lo cual plantea la necesidad de actualizar permanentemente la zonificación de acuerdo con la naturaleza de los criterios, 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 rural agropecuaria requieren información sobre la capacidad de la tierra para apoyar diversos usos de esta (Harms et al., 2015) en razón a que este sector representa uno de los más importantes para el bienestar humano toda vez que aumenta los ingresos y mejora la condición social de los productores, sujeto a la distribución y calidad de los recursos disponibles.

El modelo conceptual de la zonificación de aptitud adoptado por la UPRA parte de un enfoque multidisciplinario que toma en consideración para su aplicación los principios y fundamentos del esquema de evaluación de tierras, en lo referente a la definición y evaluación de la aptitud, adicionándole dos aspectos fundamentales: la integración de los componentes biofísicos y socioeconómicos, los cuales no solo enmarcan las características particulares de un tipo de utilización de tierras desde el punto de vista de la productividad (a partir de los criterios edafoclimáticos que considera el esquema de la FAO), sino que también lo fortalece a partir de la incorporación de criterios de competitividad y sostenibilidad mediante la evaluación de los criterios que involucran los componentes adicionados (ver figura siguiente).

Figura 9. Marco conceptual para la zonificación de aptitud de cadenas productivas

Fuente: UPRA (2014).

La zonificación utiliza para la integración de los componentes un proceso analítico jerárquico como técnica de análisis multicriterio (AHP), el cual permite generar las alternativas de decisión más adecuadas de uso del suelo, en las que se incluye la participación de diversos actores dentro del proceso de planificación, quienes asignan una calificación a par de criterios y después lo llevan a un programa estadístico (*Priest*) donde se le asignan pesos a cada criterio. Dentro del proceso metodológico que implica la integración de los mapas, la UPRA utiliza una primera matriz *AHP* para integrar los componentes físicos y socioecosistémicos denominada integrado biofísico y una segunda que agrupa los criterios socioeconómicos en un solo mapa denominado integrado socioeconómico. Posterior a ello se genera un árbol de decisión mediante una matriz de paso para obtener el mapa final de la zonificación de aptitud; este proceso se explica más adelante en lo concerniente al ítem de procesos analíticos jerárquicos.

El enfoque productividad basa su metodología principalmente en la evaluación de tierras, la cual se define como un proceso que permite identificar y valorar los usos específicos que se adaptan a las condiciones específicas de las tierras evaluadas (FAO, 2007), cuya finalidad es proponer sistemas de uso apropiados y sostenibles a largo plazo.

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

La FAO propone un conjunto de cualidades y características para ser empleadas en el proceso de evaluación de tierras (denominadas, en este desarrollo metodológico, criterios y variables, respectivamente), cuyo número es flexible y está determinado por los objetivos de aplicación, la escala de trabajo y los datos disponibles (FAO, 2007).

Dentro de la zonificación, el proceso de evaluación de tierras se aborda de manera multidisciplinaria, brindando los elementos para el análisis de criterios relacionados con las dimensiones físicas, socioecosistémicas y socioeconómicas de la cadena productiva por evaluar, sobre una base sostenible.

Desde el componente físico este proceso es importante, por medio 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 comercial de papaya híbrido Tainung, 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.

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

El objeto de una visión socioecosistémica es plasmar en el desarrollo productivo estrategias de gestión que consideren la dinámica natural de los ecosistemas, las interacciones sociedad-naturaleza, el uso

sostenible de bienes y servicios ecosistémicos, y el mantenimiento de la integridad ecológica como aportantes a la productividad y competitividad del sistema en desarrollo del paradigma de conservación para el bienestar humano (MADS, 2012; Martin-López et al., 2009, citado por UPRA, 2014).

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.

Esta visión dentro de la zonificación incorpora los fundamentos para el mantenimiento del capital natural (biodiversidad, integridad ecológica y servicios ecosistémicos, entre otros aspectos), con una distribución más equitativa de sus beneficios, incluyendo a la sociedad, la economía y la cultura en el establecimiento de nuevas actividades, hacia la armonización entre la producción y la conservación, y la reducción de procesos de degradación del patrimonio natural del país (UPRA, 2016).

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 sostenido del sistema productivo y, con ello, permiten mejorar de manera permanente las condiciones de vida y bienestar de sus habitantes, en particular de los empresarios y familias dedicadas al negocio. Es decir, la competitividad implica que un cultivo exige requerimientos y condiciones multidimensionales para desarrollarse.

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

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

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

3. Marco metodológico

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

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

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

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

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

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

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

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

- De análisis jerárquico: Factores para los cuales se definen los niveles de aptitud, donde un factor es un criterio que mejora o reduce la aptitud para la producción comercial de papaya híbrido Tainung.
- De exclusión técnica: Zonas en las cuales, por condiciones técnicas de tipo físico o socioecosistémico, no es factible el establecimiento del cultivo comercial de papaya híbrido Tainung.
- De exclusión legal: Independientemente de la categoría de aptitud, por consideraciones

sociales, culturales, ambientales o de bioseguridad, no es posible el desarrollo de la actividad productiva.

- Condicionantes: Zonas con condicionante legal o técnico que, independientemente de la categoría de aptitud, requieren un análisis complementario de tipo social, cultural, ambiental o de bioseguridad para el desarrollo de actividades agropecuarias con fines comerciales.

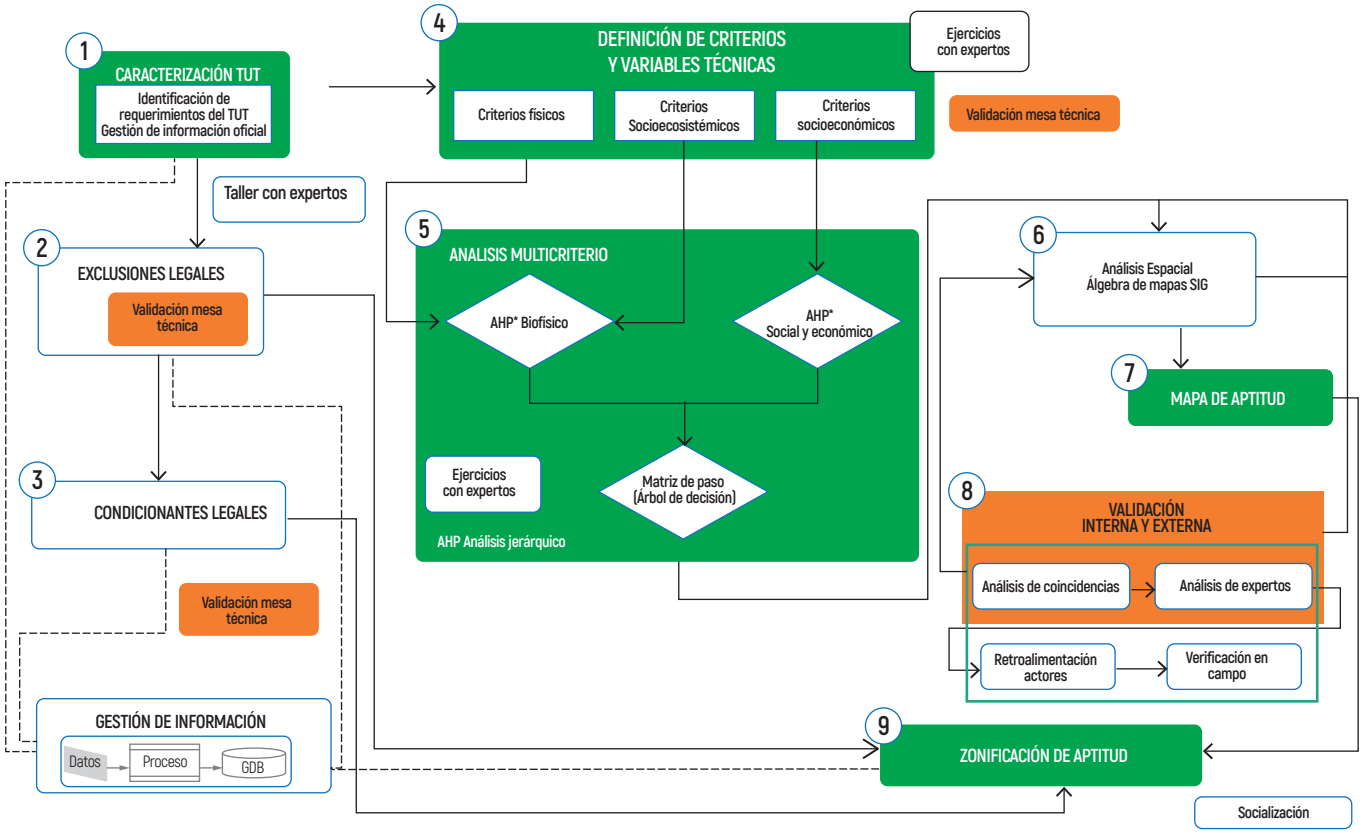
En la figura siguiente se muestra el tipo de criterios que se abordaron en el desarrollo de la zonificación y la manera cómo interactúan entre sí.

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

Fuente: UPRA (2015).

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

Figura 11. Esquema metodológico de la zonificación de aptitud de cultivos comerciales



Fuente: UPRA (2019).

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

1. Definición del TUT: En esta fase se define el tipo de uso de la tierra objeto de la zonificación, con base en sus requerimientos físicos, socioecosistémicos y socioeconómicos. Asimismo, se definen criterios y variables objeto de la cartografía.
2. Identificación de exclusiones legales: Con base en la normatividad vigente, asociada principalmente al componente socioecosistémico, se establecen las diferentes figuras que excluyen la actividad productora.
3. Identificación de condicionantes legales: Con base en la normatividad vigente, asociada principalmente al componente socioecosistémico, se establecen las diferentes figuras que condicionan la actividad productora.
4. Definición y selección de criterios y variables técnicas: De acuerdo con el TUT planteado, se selecciona una serie de criterios y variables para realizar la zonificación, listado concertado con expertos. Un criterio es "el conjunto de requisitos, parámetros o variables que definen decisiones de aptitud de uso específico de un territorio rural".

5. Análisis multicriterio: Método diseñado para evaluar la importancia de los criterios y ponderarlos dentro del modelo de zonificación de aptitud a través de matrices de proceso analítico jerárquico (método AHP). La primera matriz corresponde al componente biofísico (compuesto por criterios físicos y socioecosistémicos) y la segunda al componente socioeconómico. Una vez ponderados los criterios de cada matriz, se comparan a través de una matriz de paso (árbol de decisión).
6. Análisis espacial: Paralelamente a las actividades mencionadas, los análisis espaciales forman parte de las diferentes fases, desde la consecución y organización de la información, la normalización y estandarización de los datos hasta la obtención de los mapas de variables y criterios, además de la aplicación del método jerárquico para la generación de mapas intermedios y final de aptitud para el cultivo comercial de papaya híbrido Tainung.
7. Mapa de aptitud: Resultado de la aplicación de la metodología propuesta, se presentan las zonas aptas y no aptas para el cultivo comercial de papaya híbrido Tainung y los resultados en el orden nacional, departamental y municipal.
8. Validación de resultados: Se socializan los resultados de las zonas aptas y no aptas para el cultivo comercial de papaya híbrido Tainung en el orden nacional, departamental y municipal y se validan.
9. Resultados: Se obtiene la representación cartográfica de las zonas aptas y no aptas para el cultivo comercial de papaya híbrido Tainung con sus respectivas estadísticas en el orden nacional, departamental y municipal.

3.1. Definición del TUT

El TUT es una descripción a 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 papaya híbrido Tainung desde un punto de vista de evaluación de tierras; es decir, que pueden ser expresados como requisitos o requerimientos de uso de la tierra con valores cualificables o cuantificables en el país, o que sirven para delimitar las opciones de uso eficiente de la tierra.

El TUT evaluado en el presente documento corresponde al «Cultivo comercial de papaya (*Carica papaya L.*) híbrido Tainung cuya producción está enfocada al consumo como fruta fresca o procesada, dirigido al mercado nacional e internacional».

3.2. Criterios de análisis jerárquico

A continuación se presentan los criterios de los tres componentes del sistema de evaluación de tierras diseñado por la UPRA (2019) para el cultivo de papaya híbrido Tainung.

3.2.1. Criterios físicos

El componente físico es importante ya que a través del análisis de sus elementos en un espacio territorial se puede determinar en primera instancia la aptitud o no de un territorio para soportar un tipo de producción definido. De acuerdo con los estudios agronómicos realizados para el cultivo de papaya híbrido Tainung, 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 (ver figura siguiente).

Figura 12. Criterios y variables del componente físico

Fuente: Elaboración propia

Subcomponente climático: El clima es el conjunto cambiante de las condiciones atmosféricas propias de un lugar o región, caracterizado por los estados y evoluciones de las variables climáticas (precipitación, temperatura y humedad del aire, radiación, insolación, viento), durante un período largo. Para la zonificación se ha tomado como criterio de evaluación el denominado condiciones climáticas según los estudios agroclimáticos realizados en el cultivo de papaya (Carica papaya L.) híbrido Tainung; para ello se han precisado algunos elementos climáticos que tienen mayor incidencia en cada una de las fases de desarrollo del cultivo, tales como la temperatura, la precipitación o lluvia y el brillo solar (ver tabla siguiente).

Tabla 15. Variables del subcomponente climático

Criterio (definición)		Variables (definición)
Condiciones climáticas	Conjunto de las condiciones meteorológicas correspondientes a un espacio geográfico específico, caracterizado por las estadísticas basadas en un período 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 papaya: temperatura, precipitación y brillo solar.	**Temperatura media:** Magnitud física que caracteriza el movimiento aleatorio medio de las moléculas en un cuerpo físico. La temperatura del aire hace referencia a la medida del estado térmico del aire con respecto a su habilidad de comunicar calor a su alrededor; depende de la latitud y de la altitud y se toma generalmente como índice de balance calórico de las plantas.
		Precipitación total: Cantidad de agua en forma líquida o sólida que cae sobre la superficie terrestre. 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 papaya. 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 m3 de agua/ha). El análisis de la información para la variable se realizó con el promedio anual.
		Brillo solar: Cantidad de horas en las que los rayos del sol llegan directamente sobre la superficie terrestre; también se denomina insolación.

Fuente: Elaboración propia

Subcomponente edáfico: El suelo como un cuerpo natural y complejo tiene vital importancia en el desarrollo de los cultivos ya que, dependiendo de sus características, las especies vegetales pueden sobrevivir, cumpliendo su ciclo de vida. Las buenas relaciones entre el suelo y las plantas determinan las interacciones adecuadas entre las demás cadenas alimenticias de los animales y el hombre mismo, presentándose un equilibrio entre la productividad del suelo y su manejo o conservación. El cultivo de papaya híbrido Tainung requiere condiciones óptimas para su siembra, crecimiento y desarrollo, principalmente en lo relacionado con profundidad efectiva, textura, drenaje y un adecuado balance de nutrientes (ver tabla siguiente).

Tabla 16. Criterios y variables del subcomponente edáfico

Criterio (definición)		Variables (definición)
Condiciones de enraizamiento	Características físicas del suelo que permiten el desarrollo óptimo de las raíces de las plantas. Tienen relación con la profundidad efectiva del suelo –es decir, la profundidad hasta donde penetran las raíces sin obstáculo–, con el tipo de textura y con el contenido de fragmentos de roca. En la medida que las raíces pueden explorar mayor volumen de suelo, mayores son las posibilidades de las plantas para abastecerse de agua y nutrientes.	**Profundidad efectiva:** Es el total de la profundidad del perfil del suelo favorable para desarrollo de las raíces. También se entiende como profundidad radicular, es decir, el espacio en el que las raíces de las plantas pueden penetrar sin mayores restricciones para conseguir el agua y los nutrientes indispensables.
		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: Cantidad en porcentaje de fragmentos mayores a 2 mm. Para efectos prácticos, se toman los fragmentos tamaño guijarro (7,6 cm de diámetro) y mayores sobre la superficie del suelo y dentro del perfil. En los estudios de suelos aparecen cartografiados como fases pedregosas (mayor a 35%). 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)		Variables (definición)
Capacidad de laboreo	Facilidad o dificultad que un terreno presenta en su preparación o adecuación para establecer un cultivo. El establecimiento del cultivo de papaya implica el uso de maquinaria, especialmente en lo que tiene que ver con la arada, desyerba y aporque; depende de la pendiente, la clase textural de la capa arable y la presencia de pedregosidad en superficie y dentro del perfil. La combinación de estas características determina la aptitud de las tierras para su laboreo.	**Pendiente:** Inclinación de un terreno respecto a un plano horizontal que pasa por su base. Se expresa como un gradiente calculado en grados sexagesimales, centesimales o porcentaje; en términos trigonométricos, corresponde a la tangente del ángulo formado entre el declive y su correspondiente horizontal.
Capacidad de laboreo		**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: Cantidad en porcentaje de fragmentos mayores a 2 mm. Para efectos prácticos, se toman los fragmentos tamaño guijarro (7,6 cm de diámetro) y mayores sobre la superficie del suelo y dentro del perfil. En los estudios de suelos aparecen cartografiados como fases pedregosas (mayor a 35%). 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.
Disponibilidad de oxígeno	Cualidad del suelo que indica sus condiciones de aireación. Cuando el suelo está libre de saturación de agua, los poros permiten la libre circulación del CO2 hacia la atmósfera y la entrada del oxígeno del exterior para ser absorbido por las plantas.	**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).
		Drenaje natural: Profundidad y tiempo en 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 de la profundidad a la cual aparece el nivel freático (Cortés y Malagón, 1984).
Disponibilidad de humedad	Capacidad que tienen los suelos para aportar agua aprovechable para las plantas en cantidades suficientes para su desarrollo; se relaciona con el contenido y 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. El criterio se define como la interacción del régimen de humedad y la clase textural de los suelos; el régimen de humedad está definido en términos del nivel freático y por la presencia o ausencia de agua retenida a una tensión menor de 1500 kPa en la sección control de la humedad.	**Régimen de humedad:** Se refiere a la presencia o ausencia ya sea de un manto freático o al agua retenida a una tensión menor de 1500 kPa en el suelo, o en horizontes específicos, por períodos del año. El agua retenida a una tensión de 1500 kPa o más no está disponible para mantener con vida la mayoría de las plantas mesófilas (USDA y NRCS, 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).

Criterio (definición)		Variables (definición)
Toxicidad por sales, sodio y aluminio	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 los micronutrientes (hierro, manganeso, cloro, zinc y níquel), las sales (cloruros, sulfatos, bicarbonatos, carbonatos, nitratos), la saturación del catión sodio y la saturación de aluminio. 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 o sodicidad:** Contenido de sales solubles o sodio intercambiable en zona de raíces; el contenido de sales se determina normalmente en términos de la conductividad eléctrica, pero puede expresarse con cantidad o porcentaje de sales en el suelo, como también cantidad de aniones en la fracción de cambio. El sodio se determina como el PSI.
		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+3), abundante en suelos ácidos con pH menor de 5,5, el cual afecta el desarrollo de las plantas, inhibe la división celular, causa deficiencias de fósforo e impide la absorción de calcio, magnesio y potasio (Cortés y Malagón, 1984).
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.	**Acidez (pH):** Logaritmo negativo de la actividad de iones H+ en la solución o suspensión del suelo.
		Saturación de bases: Suma de las bases cambiables (Ca, Mg, K y Na), expresada como porcentaje de la capacidad total de intercambio catiónico; el porcentaje de acidez intercambiable (aluminio e hidrógeno) 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, 1987).
		CIC: Mide la capacidad del suelo para retener e intercambiar cationes (Ca, Mg, K, Cu, Zn, Fe, Mn y NH4), algunos de los cuales son necesarios para la nutrición de las plantas y regularización de la disponibilidad de nutrientes. Se expresa en cmol/kg suelo.
		Carbono orgánico: Es el principal elemento que forma parte de la materia orgánica del suelo, por lo que 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).
Susceptibilidad a la pérdida de suelos	Grado o nivel de vulnerabilidad de las tierras a ser afectadas por los agentes erosivos; integra las variables que causan o que originan dichas pérdidas. El cultivo de papaya involucra el uso intensivo del suelo.	**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, centesimales o porcentaje; 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.
		Susceptibilidad a movimientos en masa: Probabilidad de ocurrencia de procesos de movimientos en masa en el terreno. 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 la papaya.

Fuente: Elaboración propia

Subcomponente fitosanitario: Se identificaron los problemas de plagas y enfermedades más

recurrentes a lo largo de las zonas productoras. El criterio asociado a este subcomponente se denomina riesgo fitosanitario, el cual se explica por las condiciones climáticas y edáficas que inciden directamente en el proceso epidemiológico (aparición, inoculación, propagación e infección) de los agentes patógenos de mayor impacto en el cultivo comercial de la papaya híbrido Tainung. En función de este propósito, se consideraron como las más importantes para este cultivo comercial la mosca de la fruta asociada al nivel de mosca/trampa/día (MTD), la pudrición de la raíz y del fruto causada por Phytophthora palmivora, enfermedad asociada a temperatura, humedad relativa, exceso hídrico y drenaje natural del suelo y el complejo PRSV - Myzus persicae asociados a temperatura, precipitación y humedad relativa (ver siguiente tabla).

Tabla 17. Variables del subcomponente fitosanitario

Criterio (definición)		Variables (definición)
Riesgo fitosanitario	Conjunto de las condiciones que explican la probabilidad de inoculación, infección, infestación y propagación de las moscas de las frutas, de la pudrición de la raíz y del fruto en el cultivo comercial de papaya y del complejo PRSV-M. persicae.	**Moscas de la fruta asociadas a MTD:** Es la unidad reconocida en trabajos de fluctuación del número de adultos de mosca de la fruta en un área y tiempo determinados.
		Temperatura asociada a P. palmivora: Efecto de la temperatura con la presencia e incidencia de la pudrición de la raíz y del fruto de la papaya.
		Humedad relativa asociada a P. palmivora: Efecto de la humedad relativa con la presencia e incidencia de la pudrición de la raíz y del fruto de la papaya.
		Exceso de humedad asociada a P. palmivora: Efecto del exceso de humedad con la presencia e incidencia de la pudrición de la raíz y del fruto de la papaya.
		Drenaje natural asociado a P. palmivora: Efecto del drenaje natural con la presencia e incidencia de la pudrición de la raíz y del fruto de la papaya.
		Temperatura asociada al complejo virus PRSV- M persicae: Relación existente entre la temperatura con la incidencia del áfido, vector del PRSV.
		Precipitación asociada al complejo virus PRSV- M persicae: Relación existente entre la precipitación con la incidencia del áfido, vector del PRSV.
		Humedad relativa asociada al complejo virus PRSV- M persicae: Relación existente entre la humedad relativa con la incidencia del áfido, vector del PRSV.

Fuente: Elaboración propia

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

Este enfoque dentro de la zonificación de la cadena productiva comercial de la papaya híbrido Tainung adquiere una importancia trascendental puesto que genera de manera transversal a los demás componentes de análisis los fundamentos

para el mantenimiento del capital natural (biodiversidad, integridad ecológica y prestación de bienes y servicios ambientales) de una forma equitativa, incluyendo a la sociedad, la economía y la cultura, sin sesgar el desarrollo de nuevas actividades por una conservación a ultranza o por puntos de vista totalmente desarrollistas, utilitaristas.

A partir de los conceptos teóricos generales de aptitud de la tierra, en la cual se entiende como la adaptabilidad de un territorio para una actividad dada, para el proyecto de zonificación se establece que desde el componente socioecosistémico, esta adaptabilidad 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.

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 (ver figura siguiente).

Figura 13. Relación entre atributos y criterios de estructura, función y dinámica para la interpretación socioecosistémica

Fuente: UPRA (2014).

Estos atributos se evalúan a partir de los siguientes criterios: cobertura de la tierra (estructura), integridad ecológica (función), huella ecológica y transformación (dinámica).

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

El componente socioecosistémico aporta a la zonificación una mirada desde la estructura, 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.

Para el componente socioecosistémico, se identificaron cinco criterios para su aplicación en la definición de la aptitud para el establecimiento y desarrollo del cultivo comercial de papaya híbrido Tainung. La figura siguiente y la tabla siguiente muestran el detalle de los criterios y variables de este componente.

Figura 14. Criterios y variables del componente socioecosistémico

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18. Criterios y variables del componente socioecosistémico

Criterio (definición)		Variable (definición)
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 papaya.	Permite estimar la sostenibilidad hídrica de la unidad geográfica de análisis (polígonos de evapotranspiración real por SZH) en el escenario de establecimiento del cultivo de papaya. De esta forma, es posible identificar si, dada la capacidad hídrica de la SZH, se configura un riesgo para el abastecimiento para el cultivo o si el cultivo por establecer entra en competencia con los ecosistemas, agrosistemas y demás usos existentes en su interior.
IE	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.	**CECN:** 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.
		Inat por SZH: Cualidad de un ecosistema o de alguna parte de este 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): 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 o la riqueza de especies migratorias en áreas críticas sobre agroecosistemas. De igual forma, se integran las 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 papaya 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 papaya es mayor.
Variación del contenido estimado de carbono	Balance entre el contenido de carbono estimado en la biomasa (aérea y subterránea) de la cobertura vegetal actual y en el suelo frente a un potencial cambio de cobertura para el establecimiento del cultivo comercial de papaya.	Permite determinar la sostenibilidad ambiental de un territorio en términos de la prestación del servicio ecosistémico de almacenamiento de carbono. De forma complementaria, esta estimación permite incorporar elementos de competitividad ambiental y económica, pues se puede articular a los esfuerzos nacionales e internacionales de reducción de gases de efecto invernadero, los cuales pretenden disminuir la huella de carbono.
Cambio de cobertura	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 papaya, bajo una visión integral del territorio. Asimismo, permite calificar la cobertura de acuerdo con su contexto ecológico y productivo, identificando las zonas de menor impacto socioecosistémico como producto del cambio para el establecimiento del cultivo.
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 los cultivos de papaya establecidos en una zona determinada.	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 los cultivos de papaya establecidos en una zona determinada.

Fuente: Elaboración propia

3.2.3. Criterios socioeconómicos

La competitividad es la capacidad para la producción de bienes y servicios de mayor calidad y menor precio frente a otros productores domésticos e internacionales; se define por la productividad con la que un país utiliza sus recursos humanos, económicos y naturales. Es decir, la productividad depende tanto del valor de los productos y servicios de un país –medido por los precios que se pagan por ellos en los mercados libres– como de la eficiencia con la que pueden producirse (Porter, 1980 y 1985).

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

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

En relación con la zonificación de aptitud para el cultivo de papaya híbrido Tainung con fines comerciales, la competitividad se expresa en la capacidad de una región (municipio) para generar las condiciones de producción que promueven el desarrollo sostenido de los cultivos de papaya híbrido Tainung con fines comerciales, con lo que permiten mejorar de manera permanente las condiciones de vida y bienestar de sus habitantes y, en particular, de los empresarios y familias dedicadas a este cultivo.

Con base en la definición planteada, la competitividad del cultivo de la papaya con fines comerciales implica un proceso mediante el cual este cultivo demanda en los municipios requerimientos y condiciones multidimensionales para desarrollar su producción. Estos son los criterios o variables estructurales que conducen hacia la competitividad. Desarrollada la competitividad, esta debe revelarse en mejores condiciones de vida (criterios o variables resultado) para las comunidades relacionadas con el cultivo. A su vez, estas mejoras en la calidad de vida evidencian la competitividad, en este caso del cultivo comercial de papaya híbrido Tainung.

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 con producto interno bruto, créditos e incentivos significativos. Todo lo anterior redundará en beneficio del productor de papaya híbrido Tainung y de las comunidades locales, representado en mejores condiciones de vida.

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

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

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

- Si la clasificación es por IC (variables cuantitativas) la escala es de 0 a 1. Esta clasificación se realiza a fin de analizar integralmente los índices en el proceso de clasificación: estandarizar los resultados de las variables y eliminar valores extremos (máximos y mínimos) que causa valoraciones inconsistentes.
- Si es por distancia o por área de influencia (variables cualitativas), se utilizaron criterios de distancias y áreas de influencia, como por ejemplo distancia a centros de servicios, áreas de influencia de entidades como el Sena o Corpoica (Agrosavia desde 2018).

La unidad de análisis es el municipio; se establecen tres rangos de aptitud competitiva (alto, medio y bajo). Con el propósito de analizar integralmente los indicadores y homogeneizar 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 IC mediante la siguiente ecuación:

$$IC = (I - MÍN) / (MÁX - MÍN)$$

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 calculado generó 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 clasificó, según su aptitud competitiva, así: aptitud alta (A1) si el IC tiende a 1 y aptitud baja (A3) si el IC tiende a 0. Los valores intermedios corresponden a aptitud media (A2).

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. Posteriormente se calculó el valor de las categorías de aptitud aplicando 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 utilizando de nuevo un promedio simple sobre el valor de las categorías calculadas anteriormente.

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

Figura 15. Criterios y variables del componente socioeconómico

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19. Criterios y variables del componente socioeconómico

Criterio	Definición	Variable
infraestructura y logística	Conjunto de bienes y servicios necesarios para la movilidad del aparato productivo. Indica a los agentes económicos las condiciones de movilidad, el acceso a centros de servicios, el potencial de operaciones de comercio exterior, la cercanía a los centros de agregación de valor entendido como transformación, empaque y comercialización, entre otros, y la accesibilidad a los distritos de riego, los que pueden limitar o promover la competitividad de la cadena en la interacción con los mercados nacionales e internacionales.	**Cercanía 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 relacionados con la obtención de insumos básicos requeridos en el proceso productivo (por ejemplo, soldador, ferretería, mangueras, agroquímicos, entre otros).
		Cercanía a puertos marítimos: Facilidad con la que se puede alcanzar un sitio (en este caso, un puerto marítimo) desde otros puntos en el territorio. En este sentido, sintetiza las facilidades de desplazamiento del aparato productivo hacia puertos marítimos para realizar operaciones de comercio internacional.
		Distritos de riego: Presencia de infraestructura de adecuación de tierras para riego, según su tamaño (Incoder, 2015).
		Existencia de cultivos: Área sembrada con papaya en el municipio.
		Cercanía a centros de empaque, transformación y comercialización: Distancia en isócronas (tiempo, pendiente y distancia de recorrido) desde el centro de transformación, empaque y comercialización hacia cualquier punto del territorio.
Factores productivos	Busca medir los principales rubros de los costos de producción del cultivo a nivel municipal, dado que son los costos de producción los que definen la viabilidad económica y financiera de cualquier proceso productivo. Tener unas zonas de aptitud alta significa que en el territorio existen condiciones productivas de tradición, cultura agropecuaria, conocimiento y manejo agronómico del cultivo que	**Precio de la tierra rural municipal:** Es la expresión del valor de intercambio de las tierras rurales en un municipio. Busca medir de forma indirecta el arriendo de una hectárea para la producción agrícola. Para efectos de la zonificación, esta variable se asimila e incorpora como el avalúo catastral por hectárea de los predios rurales de un municipio, donde se tiene la información.
Factores productivos	que la viabilidad productiva y competitiva sea mayor. A su vez, al incluir la comercialización se mide indirectamente la competitividad. Este criterio busca medir los principales rubros de los costos de producción del cultivo a nivel municipal, dado que son los costos de producción los que definen la viabilidad económica y financiera de cualquier proceso productivo.	**Rendimientos:** Peso de un producto vegetal por unidad de superficie cosechada. En general, se representa como t/ha.
		Costos de internación: Mide el impacto del costo de distribución de la semilla importada; a mayor distancia del puerto marítimo, el costo implícitamente será mayor por el valor del flete.
		Centros de consumo: Centros poblados donde normalmente existe demanda de consumo para la cadena productiva.
Mercado laboral	Identifica condiciones que afectan, positiva o negativamente, la disponibilidad de mano de obra para las necesidades del cultivo de papaya a nivel municipal.	**Cercanía a vías 4G:** Facilidad con la que se puede alcanzar entre los tramos de vías 4G, desde otros puntos en el territorio. Sintetiza las facilidades de desplazamiento de mano de obra hacia los puntos donde se construyen vías 4G 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 las vías 4G que están en construcción y han empleado buena parte de la mano de obra utilizada en cultivos como el de la papaya.
		PET20-64: Personas de determinada edad a partir de la cual se consideran en capacidad de trabajar. Por la información disponible a nivel municipal, en esta variable se incorporó la población entre los 20 y 64 años de edad, en capacidad de trabajar.
		Años promedio de escolaridad: Número de años promedio de estudios cursados y aprobados por la población de 15 años o más a nivel municipal.
		Oferta educativa a nivel técnico, tecnológico y profesional en áreas agropecuarias: Oferta educativa a nivel técnico, tecnológico y profesional en áreas agrícolas y existencia de programas de formación académica
Mercado laboral		en las áreas del conocimiento de las ciencias agronómicas, forestales, agropecuarias y afines con modalidad presencial en el municipio.

Criterio	Definición	Variable
Disponibilidad de la tierra rural	Superficie de terreno que se expresa en rangos de tamaños definidos de acuerdo con el comportamiento de la UAF (dos salarios mínimos legales mensuales vigentes) por municipio y por las dimensiones consideradas óptimas para una productividad competitiva. Para efectos de la zonificación, cada municipio del país se ubica dentro de un rango de tamaño tipo predominante y, por lo tanto, en una aptitud determinada. La medición se hizo a través de la comparación predio a predio de la información catastral manejada en la Dirección de Ordenamiento Territorial de la UPRA comparada con la UAF definida en los decretos 1132 y 1133 de 2013 del Incoder para el municipio donde se encuentre el predio.	**Tamaño tipo de los predios rurales:** Área de terreno predial que predomina en un municipio. Se expresa con fundamento en el número y el área ocupada por los predios en el municipio.
Institucionalidad y asociatividad	Identifica condiciones internas y externas a la cadena en términos de la oferta institucional y del fortalecimiento y consolidación del subsector de la papaya. Caracteriza la presencia institucional del Estado y los gremios porque su apoyo a los procesos productivos y comerciales se constituye en un elemento central para la competitividad.	**Índice de 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 capacidad de ahorro.
		Programas y servicios que ofrece el 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 profesional integral para la incorporación, el cual ofrezca servicios, apoyo o formación en técnicas y procesos productivos que intervienen directamente con la producción agrícola desde otros puntos en el territorio.
Institucionalidad y asociatividad		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 que ofrece programas y servicios especializados como son Jóvenes Rurales Emprendedores, escuelas líderes Cedagro-SER, Sena Emprende Rural, modelos y sistemas de producción agrícola enmarcados en BPA, técnicas en procedimiento de frutas y hortalizas, Jóvenes en Acción, riego, drenaje y manejo de suelos agrícolas, cultivos, labores del campo, unidad investigativa para frutas y hortalizas, formación agrícola poscosecha, proyectos productivos agrícolas comunitarios, innovación en agricultura, asistencia a producción agrícola, agricultura de precisión, control ambiental, apoyo a empresas agrícolas.
		Predios certificados BPA del ICA: Número de predios certificados en buenas prácticas agrícolas (BPA) por parte del ICA cuyos objetivos son mejorar la inocuidad de los alimentos, la sostenibilidad ambiental y el bienestar de los agricultores y sus familias.
		Programas o servicios ofrecidos por Corpoica: Facilidad con la que se puede alcanzar un centro de investigación Corpoica que ofrezca servicios, apoyo o formación en técnicas y procesos que intervienen directamente con la producción agrícola en la cadena hortofrutícola 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 Corpoica que ofrecen estos programas específicos.
Institucionalidad y asociatividad		**Extensión y asistencia técnica sectorial:** Existencia de entidades u organizaciones que prestan servicios de extensión y asistencia técnica agropecuaria a nivel municipal cuya función es articular y orientar acciones para el incremento de la productividad y competitividad de los sistemas locales de producción considerando la sostenibilidad ambiental. El término sectorial está referido tanto al sector agropecuario en general como al subsector de papaya en particular.
		Organizaciones gremiales o de base del sector: Sedes de Asohofrucol que hacen presencia en los municipios.

Criterio	Definición	Variable
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.	**Índice de riesgo de amenazas:** 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 principalmente exógenos en un determinado tiempo y lugar (UARIV, 2014).
Indicadores económicos	Son valores estadísticos que muestran el comportamiento de la economía. Ayudan a analizar y prever el comportamiento de esta, representan una realidad económica de manera cuantitativa y directa. Miden las variables durante un período determinado.	**Grado de participación agropecuaria municipal:** Busca medir indirectamente el nivel de vocación agropecuaria del municipio, de modo que si el sector agropecuario tiene más participación porcentual que otros sectores dentro del municipio, su vocación agropecuaria es mayor.
		Líneas especiales de créditos (LEC): Préstamos formales otorgados a personas naturales o jurídicas para desarrollar diferentes actividades, desde el proceso de producción y comercialización hasta la transformación primaria de los bienes.
		ICR: 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.
Bienestar económico	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.	**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 (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 las condiciones educativas del hogar, condiciones de la niñez y juventud, trabajo, salud y acceso a servicios públicos domiciliarios, y condiciones de la vivienda.

Fuente: Elaboración propia

3.3. Rangos de aptitud y exclusiones técnicas

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

Tabla 20. Categorías para la zonificación de aptitud de cultivos comerciales

Categoría		Definición
Aptitud		
A1	Alta	Zonas con las mejores condiciones desde los puntos 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, en la actualidad, 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 papaya híbrido Tainung.
Condicionantes legales		
C1	Condicionante legal	Zonas que, independientemente de la categoría de aptitud, requieren un análisis complementario de tipo legal, social, cultural o ambiental para el desarrollo del cultivo comercial de papaya híbrido Tainung.

Fuente: UPRA (2014).

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 restricciones que imposibilitan el desarrollo de la actividad del cultivo de papaya híbrido Tainung. En la siguiente tabla se registran los rangos de aptitud desde el componente físico, incluyendo las exclusiones técnicas (N1).

Tabla 21. Rangos de aptitud definidos desde el componente físico

Subcomponente	Criterio	Variable	Unidad de medida	Rangos de aptitud			Exclusión técnica
				Alta (a1)	Media (a2)	Baja (a3)	No apta (n1)
Climático	Condiciones climáticas	Temperatura media anual	°C	≥24-≤ 28	>28	≥20-<24	<20
		Precipitación total	mm/anual	≥1000-≤ 2000	2000-2500	≥500-<1000 y >2500-≤ 4000	<500 y >4000
		Brillo solar	h/día	≥5	4-5	<4	-
Edáfico	capacidad de laboreo	Pendiente	Porcentaje	≤12	12-25	>25-≤50	>50
		Textura	Cualitativo	F, FL, FA, FArA, FArL	FAr, ArA, ArL, L	A, AF, Ar	
		Pedregosidad	Fase de pedregosidad	No pedregoso	-	-	Pedregoso
	Condiciones de enraizamiento	Profundidad efectiva	cm	≥100	50-100	-	<50
		Textura	Cualitativo	F, FL, FA, FArA, L, FArL, FAr	AF, ArA, ArL	Ar, A	-
		Pedregosidad	Fase de pedregosidad	No pedregoso	-	Pedregoso	-
	Disponibilidad de humedad	Régimen de humedad	Cualitativo	Údico	Ústico	-	Arídico, ácuico, perácuico
		Textura	Cualitativo	Ar, ArA, ArL, FAr, FArA, FArL, F	FA, L, FL	A, AF	-
	Disponibilidad de oxígeno	Susceptibilidad a inundaciones	Cualitativo	No hay	Ocasionales	-	Frecuentes, muy frecuentes
		Drenaje natural	Cualitativo	Bueno, excesivo	Moderado	Imperfecto	Pobre y muy pobre
	Disponibilidad de nutrientes	Acidez (pH)	pH	5,5-6,5	5,0-5,4 y 6,6-7,3	4,0-4,9 y 7,4-7,8	<4,0 y >7,8
		Saturación de bases	Porcentaje	>35	10-35	<10	-

Subcomponente	Criterio	Variable	Unidad de medida	Rangos de aptitud			Exclusión técnica
				Alta (a1)	Media (a2)	Baja (a3)	No apta (n1)
Edáfico	Disponibilidad de nutrientes	Carbono orgánico	Porcentaje	>1,7-≤10; Andisoles >1,7-≤15	≥0,5-≤1,7; >10; Andisoles >15	<0,5; Histosoles	-
		CIC	cmol/kg de suelo	>20	10-20	<10	-
	Toxicidad por sales, sodio y aluminio	Salinidad o sodicidad	PSI	≤10	10-15	-	>15
			dS/m	≤ 2	2 - 4	>4-≤8	>8
		Saturación de aluminio	Porcentaje	≤30	30-60	>60	
	Susceptibilidad a la pérdida de suelos	Pendiente	Porcentaje	<25	25-50	≥50-<75	≥75
		Erosión actual	Cualitativo	No hay o ligera	Moderada	-	Severa y muy severa
		Susceptibilidad a movimientos en masa	Cualitativo	Muy baja y baja	Media	Alta y muy alta	-
Fitosanitario	Riesgo fitosanitario	Moscas de las frutas asociadas a MTD	Cualitativo	0	0-0,5	>0,5	-
		P. palmivora asociada a temperatura, humedad relativa, exceso de humedad y drenaje natural	°C/año	<24	24-28	>28	-
			Porcentaje	< 75	75-80	>80	-
			mm	0-500	500-1500	>1500	-
			Tipo de drenaje	Excesivo, bien drenado y moderado	Imperfecto	Pobre y muy pobremente drenado	-
		Complejo Virus PRSV- M. persicae asociado a temperatura, precipitación y humedad relativa	°C/año	<20	>24	20-24	-
			mm/año	>2000	1500-2000	<1500	-
			°C	<75	75-80	>80	-

Fuente: Elaboración propia

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

La primera hace referencia al criterio de cambio de cobertura, donde las áreas de exclusión corresponden a las coberturas naturales y seminaturales, áreas húmedas, superficies de aguas y territorios artificializados. Estas áreas se identifican por sus características naturales o por algún valor de identidad sociocultural reconocido, deben ser protegidas y deben mantener su cobertura actual. Por lo tanto, no puede establecerse el cultivo comercial de papaya híbrido Tainung.

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

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

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

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

En la siguiente tabla se registran los rangos de aptitud desde el componente socioecosistémico.

Tabla 22. Rangos de aptitud definidos desde el componente socioecosistémico

Criterio	Variable	Rangos de aptitud			Exclusión técnica
		Alta (a1)	Media (a2)	Baja (a3)	No apta (n1)
Cambio de cobertura	Cobertura de la tierra	Corresponde a aquellas coberturas dedicadas a usos agrícolas, producción de materias primas industriales.	Corresponde a aquellas coberturas dedicadas a usos agrícolas o pecuarios donde predominan los pastos limpios y enmalezados, cultivos permanentes para producción de materias primas industriales y cultivos transitorios.	Corresponde a aquellas coberturas donde predominan los mosaicos que también agrupan algunas unidades de coberturas naturales y seminaturales que pueden ser marginalmente aptas para cultivos de papaya, cultivos agroforestales y adicionalmente incluye algunos herbazales densos de tierra firme.	Corresponde a coberturas no favorables para el establecimiento de cultivos de papaya. Son aquellas excluidas técnicamente, referidas principalmente a las coberturas naturales y seminaturales, las áreas húmedas, las superficies de aguas y los territorios artificializados. Categorías leyenda Corine Land Cover: 1. Territorios artificializados, 3. Bosques y áreas seminaturales (exceptuando 3.1.5 Plantaciones forestales y 3.3.4 Zonas quemadas), 4. Áreas Húmedas y 5. Superficies de agua.
IE*	IE = a(CECN) + b(Inat) + c(ACES) donde a = 0,6175, b = 0,2968 y c = 0,0856				
	CECN	0,13-0,49	0,49-0,82	0,82-1	No se aplica
	Inat por SZH (%)	(0-50) Inat muy baja (vital), baja (estratégica) y moderada	(50-75) Inat alta	(75-100) Inat muy alta	No se aplica

Criterio	Variable	Rangos de aptitud			Exclusión técnica
		Alta (a1)	Media (a2)	Baja (a3)	No apta (n1)
IE*	Áreas de concentración de especies sensibles (ACES)	APC			
		(<-10,02) ln D Áreas sin identificación de APC	(-10,02 a -2,77) ln D APC con baja y muy baja densidad de especies sensibles	(-2,76 a 6,42) ln D APC con moderada, alta y muy alta densidad de especies sensibles	No se aplica
		AICA			
		(<-8,085) ln D Áreas sin AICA	(-8,085 a -4,189) ln D AICA con densidad muy baja o baja, de especies sensibles	(-4,189 a 1,67) ln D AICA con densidad moderada de especies sensibles	No se aplica
		Áreas críticas (AC) para especies migratorias en paisajes agropecuarios			
		Valoración cualitativa de riqueza mediante la reclasificación de aptitud para el cultivo de papaya de acuerdo con la importancia y preferencia del hábitat de las aves migratorias asociadas a ambientes acuáticos, abiertos y de bosque. Se tienen en cuenta los períodos estacionario y migratorio.			No se aplica
Apropiación de agua	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				
	Apropiación de agua	Uso consuntivo (USO)			No aplica
		<10.000	10.000-14.000	>14.000	
		Índice de uso del agua (IUA)			
		>2209,06	2209,06-328,47	<328,47	
Variación del contenido estimado de carbono	Variación del contenido estimado de carbono	<-20	-20-0	≥0	No se aplica
Amenaza por incendios de la cobertura vegetal	Amenaza de incendios de la cobertura vegetal	Áreas con mínima probabilidad de incendios de la cobertura vegetal	Áreas con moderada probabilidad de incendios de la cobertura vegetal	Áreas con alta probabilidad de incendios de la cobertura vegetal	No se aplica

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23. Rangos de aptitud definidos desde el componente socioeconómico

Criterio	Variable	Unidad de medida	Rangos de aptitud		
			Alta (a1)	Media (a2)	Baja (a3)
indicadores económicos	Grado de participación agropecuaria municipal	Porcentaje	≥27	10-27	<10
	Líneas especiales de créditos (LEC)	Millones de pesos	≥2,3	<2,3	Municipios sin historial
		IC	≥0,0933	<0,0933	
	ICR	Millones de pesos	≥17,5	<17,5	Municipios sin historial
		IC	≥0,0395	<0,0395	

Criterio	Variable	Unidad de medida	Rangos de aptitud		
			Alta (a1)	Media (a2)	Baja (a3)
Tamaño de la tierra rural	Tamaño tipo de los predios rurales	Unidad Agrícola Familiar (UAF)	<2	2-5	≥5
Factores productivos	Precio de la tierra rural municipal	Millones de pesos	<2	2-10	>10
	Rendimientos	t/ha	>32,6	20,0-32,6	<20,0
	Costos de internación	horas	≤4	4-8	>8
		$ flete/t	≤93.390	93.390- 139.386	>139.386
	Centros de consumo	Kilogramos	≥579.130	103.799-579.130	<103.799
Infraestructura y logística	Cercanía a centros de servicios	Tiempo de desplazamiento en horas	≤2	2-4	>4
Infraestructura y logística	Cercanía a puertos marítimos	Tiempo de desplazamiento en horas	≤2	2-4	>4
	Distritos de riego	Tamaño	Distritos de riego de gran tamaño	Distritos de riego de mediano y pequeño tamaño	Sin distrito de riego
	Existencia de cultivos	Hectáreas	>50	17-50	<17
	Cercanía a centros de transformación, empaque y comercialización	Tiempo de desplazamiento en horas	≤2	2-4	>4
Mercado laboral	Cercanía a vías 4G	Tiempo de desplazamiento en horas	>2	1-2	≤1
	PET20-64	Índice	>0,01015	0,00419- 0,01015	<0,00419
		Personas	>50.000	20.000-50.000	<20.000
	Años promedio de escolaridad	Años	>5	3-5	<3
		IC	≥0,6510	0,3835- 0,6510	<0,3835
	Oferta educativa a nivel técnico, tecnológico y profesional en áreas agropecuarias	Número de programas	>4	2 o 3	0 o 1
Seguridad ciudadana	Índice de riesgo de amenaza	Índice	≤0,42	0,42-0,58	>0,58
		IC	≥0,720	0,519-0,720	<0,519

Criterio	Variable	Unidad de medida	Rangos de aptitud		
			Alta (a1)	Media (a2)	Baja (a3)
Institucionalidad y asociatividad	Índice de desempeño fiscal	Índice	≥70,02- 90,73	≥60,00 <70,02	≥33,23 <60,00
		IC	≥0,655	0,4764-0,655	<0,4764
	Programas y servicios ofrecidos por el Sena	Tiempo de desplazamiento en horas	≤2	2-4	>4
	Predios certificados BPA por el ICA	Número de predios certificados	≥5	1-5	<1
	Programas o servicios ofrecidos por Corpoica	Tiempo de desplazamiento en horas	≤2	2-4	>4
	Extensión y asistencia técnica sectorial	Tiempo de desplazamiento en horas	≤2	2-4	>4
	Organizaciones gremiales o de base del sector	Presencia	con presencia	-	sin presencia
Bienestar económico	IPM	Índice	<64	64 -83	>83
		IC	>0,46731	0,22069- 0,46731	<0,22069

Fuente: Elaboración propia

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

3.4. Exclusiones legales y condicionantes legales

Esta fase de la metodología identifica la normatividad que afecta la realización de actividades agrícolas productivas, en este caso en particular para el cultivo de papaya híbrido Tainung, 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, 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 los puntos de vista socioecosistémico y socioeconómico, en las áreas definidas por su importancia biológica, la producción comercial ha de proceder a través de mecanismos de consulta u otros que determine la legislación ambiental colombiana. Igualmente, se aplica este principio dado el compromiso internacional adquirido y ratificado por el país para la protección y la conservación de la biodiversidad, así como se considera 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.

Las tablas 24 y 25 presentan de forma abreviada los criterios exclusión legal y los condicionantes definidos para la zonificación de aptitud del cultivo de papaya híbrido Tainung, respectivamente.

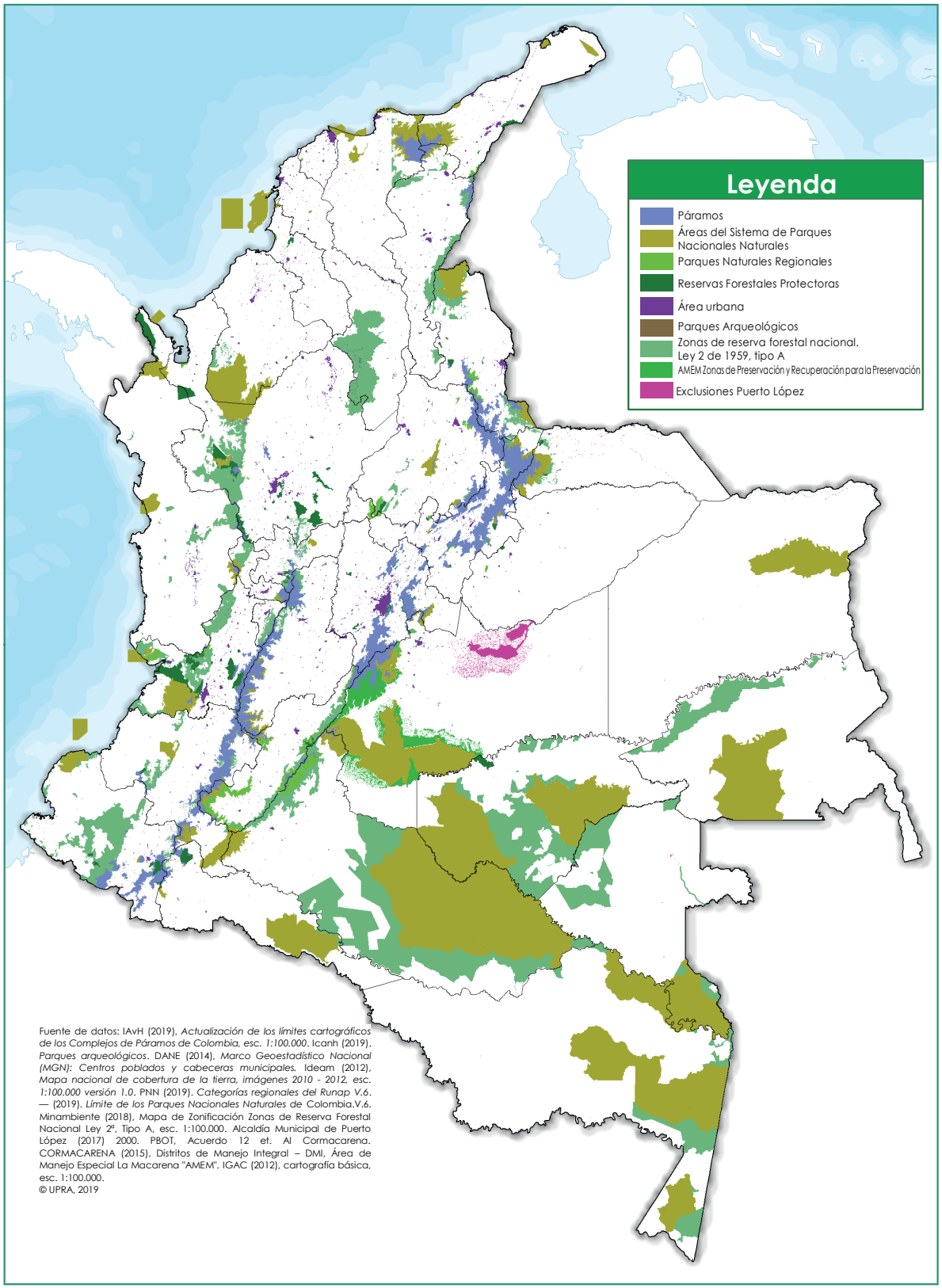
Tabla 24. Exclusiones legales

Variable	Áreas de exclusión
Ecosistemas estratégicos (páramos)	Páramos: El Consejo de Estado indica en la providencia del 9 de marzo de 2015 que están absolutamente prohibidas las concesiones mineras, títulos mineros y actividades agropecuarias en los páramos colombianos. Asimismo, faculta al Gobierno para cerrar las actividades de explotación minera y agropecuaria que se desarrollan en estos ecosistemas y que van en su detrimento. Señala que «*el objetivo central de las normas ambientales es subordinar el interés privado, que representa la actividad económica, al interés público o social, que exige la preservación del ambiente*». La providencia explicó que los ministerios de Ambiente, Agricultura y de Minas están obligados a iniciar programas de sustitución y capacitación ambiental o de reconversión para las actividades agropecuarias que se desarrollaban en los páramos antes de la entrada en vigor de la Ley 1450 del 2011. Sin embargo, si alguna de dichas labores pone en riesgo el ecosistema, el Estado podrá expropiar el predio para buscar la restauración y conservación ambiental. En los ecosistemas de páramos no se podrán adelantar actividades agropecuarias ni de exploración o explotación de hidrocarburos y minerales. Para tales efectos se considera como referencia mínima la cartografía contenida en el *Atlas de páramos de Colombia* del Instituto Alexánder von Humboldt hasta tanto se cuente con cartografía a escala más detallada (Ley 1450 de 2011, artículo 202, parágrafo 1).
	La sentencia C-035 de 2016 proferida por la Corte Constitucional establece que, ante la vulnerabilidad, fragilidad y dificultad de recuperación de los ecosistemas de páramo, el Estado tiene a su cargo la obligación de brindar una protección más amplia y especial, dirigida específicamente a preservar este tipo de ecosistema. Lo anterior no solo porque es un tipo de bioma que no es común en el mundo, sino también debido a los importantes servicios ambientales que presta, sumado al hecho de que en la actualidad es un ecosistema sometido a intervenciones negativas o disturbios que afectan su supervivencia. De acuerdo con la Resolución del MADS 886 de 2018, «*Por la cual se adoptan los lineamientos para la zonificación y régimen de usos en las áreas de páramos delimitados y se establecen las directrices para diseñar, capacitar y poner en marcha programas de sustitución y reconversión de las actividades agropecuarias y se toman otras determinaciones*», se viene avanzando en la zonificación de los páramos delimitados en relación con las actividades agropecuarias que se venían desarrollando con anterioridad al 16 de junio de 2011 en estas áreas mediante el diseño de los programas de sustitución y reconversión de las actividades agropecuarias, la capacitación y puesta en marcha de estos programas a cargo del Minagricultura a través de la UPRA, la Agencia Nacional de Desarrollo Rural, la Agencia Nacional de Tierras y demás entidades adscritas y vinculadas.
Áreas protegidas	Áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales: Forman parte del Sinap y están integradas por los tipos de áreas consagrados en el artículo 329 del Decreto Ley 2811 de 1974 y el Decreto 2372 de 2010, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, que reglamenta el Sinap. Este incluye las figuras de los parques nacionales naturales, el área natural única, las reservas naturales, de los santuarios de fauna, santuarios de fauna y flora y la Vía Parque. De conformidad con el artículo 30 del Decreto 622 de 1977, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, esta categoría es totalmente incompatible con las actividades agropecuarias e industriales.
	Parques naturales regionales: De acuerdo con el Decreto 2372 de 2010, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, se consideran como 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. Estas zonas de propiedad pública o privada se reservan para destinarlas al establecimiento o mantenimiento y utilización sostenible de los bosques y demás coberturas vegetales naturales.
	Reservas forestales protectoras: De acuerdo con el Decreto 2372 de 2010, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, se consideran como 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.
Áreas urbanas	Otras áreas protegidas locales: De acuerdo con el PBOT del municipio de Puerto López de 2017 y el Acuerdo 12 de 2012 de Cormacarena, se establecen como exclusiones las siguientes áreas: bosques de galería, rondas de caño y ríos secundarios *buffer* de 30 m, rondas principales *buffer* de 100 m, Parque Municipal Yucao, Reserva Natural del Alto de Menegua y microcuencas que surten acueductos.

Áreas urbanas	Zonas de preservación y recuperación para la preservación del AMEM: De acuerdo con el Decreto 1989 de 1989, «Por el cual se declara Área de Manejo Especial La Macarena, la Reserva Sierra de la Macarena, se clasifica y zonifica su territorio y se fijan sus límites reales», entre su zonificación se definen zonas para la preservación y recuperación para la preservación en los DMI que hacen parte del AMEM. Las zonas identificadas como exclusiones son a) Recuperación para la preservación sur; b) Recuperación para la preservación norte; c) Vertiente oriental; y d) Recuperación para la preservación sur, y se detallan los siguientes polígonos de zonificaciones: DMI Macarena Norte Zona de recuperación para la producción: áreas de uso de preservación. Zona de recuperación para la preservación: áreas de uso de preservación y áreas de uso de restauración. DMI Losada-Perdido. Zona de recuperación para la producción: áreas de uso de preservación.
	Áreas conformadas por conjuntos de edificaciones y estructuras contiguas agrupadas en manzanas censales que por lo general cuentan con dotación de servicios esenciales tales como acueducto, alcantarillado, energía eléctrica, hospitales y colegios, entre otros. En esta categoría están incluidas las cabeceras municipales y los centros poblados (DANE, 2018), por lo cual no pueden ser objeto de actividades agrícolas.
Parques arqueológicos	Los parques arqueológicos son áreas arqueológicas protegidas, declarados mediante una resolución, los cuales han sido adaptados para recibir visitantes y que se encuentran bajo tutela del Icanh, ello permite realizar labores de conservación e investigación. La declaratoria de un polígono como área arqueológica protegida genera un marco de protección sobre el área marcada y el encargado de ejecutar el Plan de Manejo Arqueológico cuenta con el apoyo de entidades estatales para asegurar la conservación de estos espacios patrimoniales (Icanh, 2018).
Zonas de reserva forestal nacional de Ley 2.ª, tipo A	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 componen de siete reservas forestales nacionales: ZRFN del Pacífico, ZRFN Central, ZRFN del Río Magdalena, ZRFN de la Sierra Nevada de Santa Marta, ZRFN de la Serranía de los Motilones, ZRFN del Cocuy y ZRFN de la Amazonia. La zonificación adelantada por el MADS en las zonas de reserva forestal nacional definió tres zonas tipo, denominadas A, B y C, donde se establece que las tipo A son «las zonas que garantizan el mantenimiento de los procesos ecológicos básicos necesarios para asegurar la oferta de servicios ecosistémicos, relacionados principalmente con la regulación hídrica y climática; la asimilación de contaminantes del aire y del agua; la formación y protección del suelo; la protección de paisajes singulares y de patrimonio cultural; y el soporte a la diversidad biológica». El MADS adopta la zonificación y ordenamiento de las reservas forestales nacionales mediante las siguientes resoluciones: a. 1277 de 2014, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Amazonía, establecida en la Ley 2.ª de 1959, en los departamentos de Amazonas, Cauca, Guainía, Putumayo y Vaupés. b. 1276 de 2014, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Sierra Nevada de Santa Marta, establecida en la Ley 2.ª de 1959. c. 1275 de 2014, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del Cocuy, establecida en la Ley 2.ª de 1959. d. 1926 de 2013, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del Pacífico, establecida en la Ley 2.ª de 1959. e. 1925 de 2013, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Amazonía, establecida en la Ley 2.ª de 1959, en los departamentos de Caquetá, Guaviare y Huila. f. 1924 de 2013, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del Río Magdalena, establecida en la Ley 2.ª de 1959. g. 1923 de 2013, adopta la zonificación y ordenamiento de la Reserva Forestal de la Serranía de los Motilones, establecida en la Ley 2.ª de 1959. h. 1922 de 2013, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal Central, establecida en la Ley 2.ª de 1959.

Fuente: Elaboración propia

Figura 16. Mapa de exclusiones legales



Fuente de datos: IAvH (2019), *Actualización de los límites cartográficos de los Complejos de Páramos de Colombia, esc. 1:100.000*. Icanh (2019), *Parques arqueológicos*. DANE (2014), *Marco Geoestadístico Nacional (MGN): Centros poblados y cabeceras municipales.* Ideam (2012), *Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2010 - 2012, esc. 1:100.000 versión 1.0*. PNN (2019). *Categorías regionales del Runap V.6.* — (2019). *Límite de los Parques Nacionales Naturales de* Colombia.V.6. Minambiente (2018), Mapa de Zonificación Zonas de Reserva Forestal Nacional Ley 2ª, Tipo A, esc. 1:100.000. Alcaldía Municipal de Puerto López (2017) 2000. PBOT, Acuerdo 12 et. Al Cormacarena. CORMACARENA (2015), Distritos de Manejo Integral – DMI, Área de Manejo Especial La Macarena "AMEM". IGAC (2012), cartografía básica, esc. 1:100.000.

© UPRA, 2019

Tabla 25. Condicionantes legales

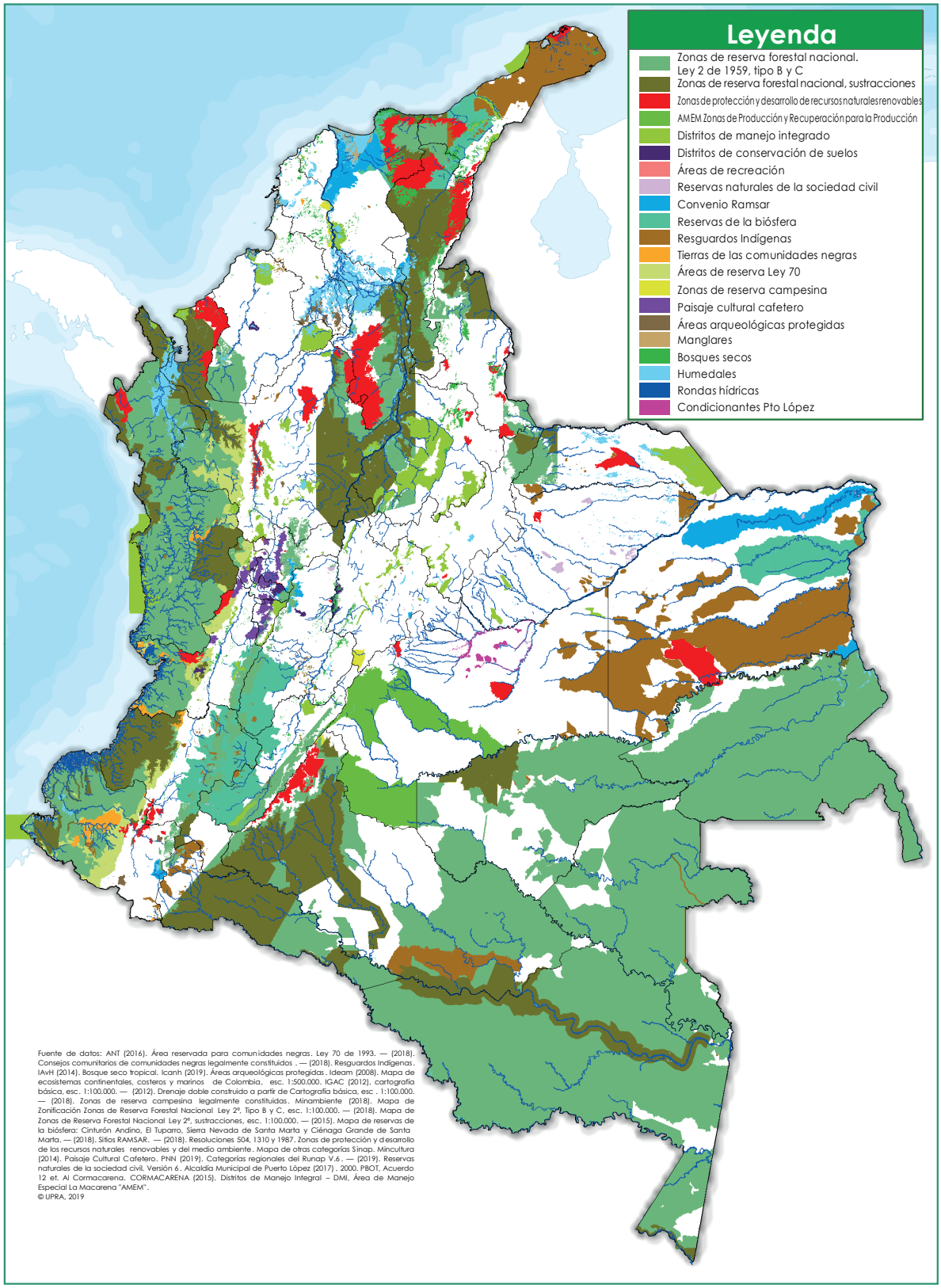
Condicionante	Descripción
Áreas protegidas	DMI: De acuerdo con el artículo 14 del Decreto 2372 de 2010, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, son espacios geográficos en los que los paisajes y ecosistemas mantienen su composición y función, aunque su estructura haya sido 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.
	Zonas de producción y recuperación para la producción del AMEM: De acuerdo con el Decreto 1989 de 1989, por el cual se declara Área de Manejo Especial La Macarena, la Reserva Sierra de la Macarena, se clasifica y zonifica su territorio y se fijan sus límites reales, entre su zonificación se definen las zonas a) recuperación para la producción occidente; b) preservación vertiente oriental; c) producción Ariari-Guayabero; d) recuperación para la preservación sur; y e) recuperación para la producción sur. Se consideran condicionantes: DMI Macarena Norte Zona de recuperación para la producción: Áreas de uso de restauración y áreas de uso sostenible (áreas de uso para el desarrollo y áreas de uso para el aprovechamiento sostenible). DMI Losada-Perdido Zona de recuperación para la producción: Áreas de uso de restauración para la preservación, áreas de uso de restauración para recuperación - rehabilitación y áreas de uso sostenible.
	DCS: El Decreto 2372 de 2010, compilado por el Decreto 1076 de 2015, define que son espacios geográficos cuyos ecosistemas estratégicos, en la escala regional, mantienen su función, aunque su estructura y composición hayan sido modificadas; aportan esencialmente a la generación de bienes y servicios ambientales, cuyos valores naturales y culturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su restauración, uso sostenible, preservación, conocimiento y disfrute, por las restricciones debidas a su orientación de manejo para la recuperación de suelos alterados o degradados o la prevención de fenómenos que causen alteración o degradación en áreas especialmente vulnerables por sus condiciones físicas o climáticas o por la clase de utilidad que en ellas se desarrolla.
	Áreas de recreación: Conforme al artículo 15 del Decreto 2372 de 2010, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, son espacios geográficos en los que los paisajes y ecosistemas estratégicos en la escala regional mantienen la función, aunque su estructura y composición hayan sido modificadas, con un potencial significativo de recuperación, y cuyos valores naturales y culturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su restauración, uso sostenible, conocimiento y disfrute. Por esta razón, esta categoría impone restricciones similares a las de los DMI.
Áreas protegidas	Reservas naturales de la sociedad civil: Conforme al artículo 1.º 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.
	Zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medioambiente: Por medio de las resoluciones 1987 y 1310 de 2018 del MADS, se declara una medida de precaución que protege temporalmente los sitios en los cuales se adelantan procesos de declaratoria de áreas protegidas nacionales y regionales. Esta es una acción estratégica que pretende aumentar la representatividad ecológica del sistema, la creación de áreas protegidas en los sitios definidos por los procesos técnicos a diferentes escalas, para la identificación de vacíos de conservación y definición de prioridades con base en dichos estudios.
	Otras áreas protegidas: De acuerdo con el PBOT del municipio de Puerto López de 2017 y el Acuerdo 12 de 2012 de Cormacarena, se consideran como condicionantes las siguientes áreas: lagunas, zonas de amenaza y riesgo por inundación, zonas de amenaza y riesgos por deslizamientos y el resguardo Humapo-La Victoria
Ecosistemas estratégicos	Rondas hídricas: El artículo 3.º del Decreto 1449 de 1977, «*Por el cual se reglamentan parcialmente el inciso 1 del numeral 5 del artículo 56 de la Ley número 135 de 1961 y el Decreto Ley número 2811 de 1974*», compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, establece que los propietarios de los predios rurales tienen la obligación de mantener en cobertura boscosa dentro del inmueble respectivo las áreas forestales protectoras, entendiéndose por estas, entre otras, «*una faja no inferior a 30 metros de ancha, paralela a las líneas de marea máximas, a cada lado de los cauces de los ríos, quebradas y arroyos, sean permanentes o no, y alrededor de los lagos o depósitos de agua*». La ronda, de conformidad con el artículo 10 de la Ley 388 de 1997, es una determinante ambiental que debe ser tenida en cuenta como norma de superior jerarquía por los municipios y distritos (consulta 4120-E1-11525 del 7 de febrero de 2007 por el MADS). El Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección del Medio Ambiente (Decreto 2811 de 1974) establece una regulación en términos de propiedad en relación con las zonas paralelas a los cauces permanentes. En el artículo 83, literal d), consagra que la faja paralela a las líneas de mareas máximas o al cauce permanente de ríos y lagos de hasta 30 m es un bien inembargable e imprescriptible del Estado, excepto si existen derechos adquiridos. En este sentido, el Decreto 3600 de 2007, que regula sobre los determinantes para el ordenamiento del suelo rural, en el artículo 4.º señala que las rondas hidráulicas hacen parte de la categoría de áreas de conservación y protección ambiental, en tanto áreas de especial importancia ecosistémica.
	Manglares: Se definen como ecosistemas de zonas costeras en los que se relacionan especies arbóreas de diferentes familias denominadas mangle con otras plantas, con animales que allí habitan permanentemente o durante algunas fases de su vida, y con las aguas, los suelos y otros componentes del ambiente

Condicionante	Descripción
Ecosistemas estratégicos	(Resolución Minambiente 1602 de 1995). Para su conservación, el Minambiente desarrolló el Programa Nacional para el Uso Sostenible, Manejo y Conservación de los Ecosistemas de Manglar, en el año 2002. 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 Minambiente 1602 de 1995).
	Humedales: Ecosistemas estratégicos de gran importancia ecológica ya que ofrecen una gran variedad de bienes y servicios a las comunidades aledañas. Estos ecosistemas han ido desapareciendo debido a diversos factores que alteran sus características físicas, biológicas y químicas, afectando así la flora y la fauna presente en ellos. El Decreto 1640 de 2012 plantea en el artículo 2.º la existencia de ecosistemas de importancia estratégica para la conservación de recursos hídricos, entendiéndolos como aquellos que garantizan la oferta de servicios ecosistémicos relacionados con el ciclo hidrológico y en general con los procesos de regulación disponibilidad del recurso hídrico en un área determinada.
	Bosques secos: Hacen parte de las zonas secas donde dominan especies con características morfofisiológicas con notable adaptación a la sequía. En estas zonas las sequías son pronunciadas (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 lo que el Minambiente desarrolló el «*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.
Distinciones internacionales	Agrupa 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: Convenio Ramsar: Este convenio está referido a la protección de humedales; en él se define una zona húmeda o humedal como «cualquier extensión de marisma,
Distinciones internacionales	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). Respecto al Convenio Ramsar, es importante resaltar que la Ley 1450 de 2011 menciona en el parágrafo 1 del artículo 2002 que en los ecosistemas de humedales se podrán restringir parcial o totalmente las actividades agropecuarias, de explotación de alto impacto y explotación de hidrocarburos y minerales, con base en estudios técnicos, económicos y sociales y ambientales adoptados por el Minambiente o quien haga sus veces, destacando que en los humedales designados dentro de la lista de importancia internacional de la convención Ramsar no se podrán adelantar dichas actividades, no obstante las limitaciones de estas áreas deben obedecer a su respectivo plan de manejo, donde se definen sus respectivas zonas de conservación, preservación y uso. Reservas de la biosfera: 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, que deben asegurar el cumplimiento y mantenimiento de las características excepcionales que hicieron posible la nominación. En Colombia existen: Cinturón Andino, El Tuparro, Sierra Nevada de Santa Marta, Ciénaga Grande de Santa Marta, *Seaflower*).
Áreas de protección cultural y social	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 1993: Son las tierras baldías en las zonas rurales ribereñas de los ríos de la cuenca del Pacífico reconocidas a las comunidades negras, que han venido ocupando de acuerdo con sus prácticas tradicionales de producción como propiedad colectiva. Esto a fin de proteger la identidad cultural y de los derechos de las comunidades negras de Colombia como grupo étnico y el fomento de su desarrollo económico y social para garantizar que estas comunidades obtengan condiciones reales de igualdad de oportunidades frente al resto de la sociedad colombiana (Ley 70 de 1993). Zonas de reserva campesina: Son tierras baldías de la Nación adjudicadas a los campesinos de escasos recursos a fin de fomentar la pequeña propiedad rural, con sujeción a las políticas de conservación del área, medio ambiente y los recursos naturales renovables y a los criterios de ordenamiento territorial y de la propiedad rural que se señalen (Ley 160 de 1994).

Condicionante	Descripción
Áreas de protección cultural y social	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 una institución legal y sociopolítica de carácter especial, conformada por una o más comunidades indígenas, que con un título de propiedad colectiva 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 (Decreto 2164 de 1995, Minagricultura). Conforme a los artículos 63 y 329 de la Constitución Política, tienen el carácter de inalienables, imprescriptibles e inembargables. El condicionante se fundamenta en lo establecido por Constitución Política de Colombia (artículos 63 a 329), la Ley 21 de 1991 y el Convenio OIT 169 de 1989. Paisaje cultural cafetero: Es un área donde se encuentra el paisaje cultural productivo en el que se combinan elementos naturales, económicos y culturales con un extraordinario grado de homogeneidad en la forma de las plantaciones del café y del paisaje. Este paisaje fue reconocido como Patrimonio Cultural de la Nación y como bien inscrito en la Lista de Patrimonio Mundial de la Unesco, que consiste en un territorio compuesto por zonas de especial interés arqueológico, histórico y cultural (Resolución Minagricultura 2079 de 2011). Áreas arqueológicas protegidas: Son un polígono o zona delimitada en el territorio de Colombia que por las particularidades y características únicas de sus evidencias arqueológicas requiere una especial protección y conservación con miras a abrir las posibilidades para la investigación, divulgación y, en algunos casos, el turismo responsable en ella (http://www.icanh.gov.co/nuestra_entidad/grupos_investigacion/grupo_patrimonio/Areas_arqueologicas_protegidas). Estas áreas contienen 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.
Zonas de reserva forestal nacional, Ley 2.ª de 1959, tipos B y C	Zonas de reserva forestal nacional de Ley 2.ª de 1959, tipos B y C: 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 componen de siete reservas forestales nacionales: ZRFN del Pacífico, ZRFN Central, ZRFN del Río Magdalena, ZRFN de la Sierra Nevada de Santa Marta, ZRFN de la Serranía de los Motilones, ZRFN del Cocuy y ZRFN de la Amazonia. Zonas tipo B: Zonas que se caracterizan por tener coberturas favorables para un manejo sostenible del recurso forestal mediante un enfoque de ordenación forestal integral y la gestión integral de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos (Resolución MADS 1922 de 2013, que corresponde a la adopción de la zonificación de la Zona de Reserva Forestal Central).
Zonas de reserva forestal nacional, Ley 2.ª de 1959, tipos B y C	Zonas tipo C: Zonas que por sus características biofísicas ofrecen condiciones para el desarrollo de las actividades productivas agroforestales, silvopastoriles y otras compatibles con los objetivos de la reserva forestal, que deben incorporar el componente forestal y que no impliquen la reducción de las áreas de bosque natural presentes en sus diferentes estados sucesionales (Resolución MADS 1922 de 2013, que corresponde a la adopción de la zonificación de la Zona de Reserva Forestal Central).
	Sustracciones de las reservas forestales de Ley 2.ª de 1959: De acuerdo con el numeral 18, artículo 5.º de la Ley 99 de 1993, en concordancia con el Decreto Ley 3570 de 2011, facultó al hoy MADS a reservar, alinderar y sustraer las reservas forestales nacionales. La sustracción se evalúa y otorga exclusivamente para la actividad que fue solicitada su sustracción; por este motivo las zonas sustraídas son solo para tal fin. Se estableció como condicionante, dado que las sustracciones se realizan para una actividad determinada con la cual fueron solicitadas y no se puede realizar otro uso.

Fuente: Elaboración propia

Figura 17. Mapa de condiciones legales



Fuente de datos: ANT (2016). Área reservada para comunidades negras. Ley 70 de 1993. — (2018). Consejos comunitarios de comunidades negras legalmente constituidos . — (2018). Resguardos Indígenas. IAvH (2014). Bosque seco tropical. Icanh (2019). Áreas arqueológicas protegidas . Ideam (2008). Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia, esc. 1:500.000. IGAC (2012). cartografía básica, esc. 1:100.000. — (2012). Drenaje doble construido a partir de Cartografía básica, esc . 1:100.000. — (2018). Zonas de reserva campesina legalmente constituidas. Minambiente (2018). Mapa de Zonificación Zonas de Reserva Forestal Nacional Ley 2ª, Tipo B y C, esc. 1:100.000. — (2018). Mapa de Zonas de Reserva Forestal Nacional Ley 2ª, sustracciones, esc. 1:100.000. — (2015). Mapa de reservas de la biósfera: Cinturón Andino, El Tuparro, Sierra Nevada de Santa Marta y Ciénaga Grande de Santa Marta. — (2018). Sitios RAMSAR. — (2018). Resoluciones 504, 1310 y 1987. Zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medio ambiente. Mapa de otras categorías Sinap. Mincultura (2014). Paisaje Cultural Cafetero. PNN (2019). Categorías regionales del Runap V.6 . — (2019). Reservas naturales de la sociedad civil. Versión 6. Alcaldía Municipal de Puerto López (2017) . 2000. PBOT, Acuerdo 12 et. Al Cormacarena. CORMACARENA (2015). Distritos de Manejo Integral – DMI, Área de Manejo Especial La Macarena "AMEM".

© UPRA, 2019

3.5. Análisis multicriterio

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

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

3.5.1. Proceso analítico jerárquico

Dentro de la evaluación multicriterio, una de las técnicas más empleadas es el proceso analítico jerárquico (AHP), 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 agente 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 (matriz de comparación pareada), generar la calificación del grado de incidencia que un factor tiene sobre los otros, comparándolos por pares. Asimismo, mediante la generación de los vectores propios de estas relaciones, se 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 realizan comparaciones entre pares de dichos elementos (criterios) y se atribuyen valores numéricos a las preferencias señaladas por las personas, entregando una síntesis de estas mediante la agregación de esos juicios parciales. El fundamento del proceso de Saaty se basa en dar valores numéricos a los juicios emitidos por las personas, logrando 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 (Tabla 26).

3.5.2. Matriz del proceso analítico jerárquico

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

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

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

A es una matriz de comparaciones pareadas de n criterios (Tabla 27); 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 traspuesta de la medida de la preferencia aij automáticamente fue el valor recíproco de aij, es decir, 1/aij.

Tabla 27. Esquema de la matriz de comparación por criterio

A =

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

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

La entrada de datos en esta herramienta fue la matriz de comparación de pares de criterios, la cual se normalizó por columna (se dividió el valor de cada casilla de la matriz entre el total de la sumatoria de la columna a la cual pertenecía dicho valor). A partir de la matriz normalizada, se obtuvo el llamado vector de prioridad asociado, que representó los pesos de cada uno de los criterios considerados.

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

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

donde

n = número de criterios

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

La tabla siguiente presenta la matriz de evaluación multicriterio para la zonificación de aptitud del cultivo comercial de papaya híbrido Tainung para los componentes físicos y socioecosistémicos. La tabla 29 muestra la matriz de evaluación multicriterio para el componente socioeconómico.

Tabla 28. Matriz de evaluación multicriterio para la zonificación de aptitud del cultivo comercial de papaya hibrido Tainung para los componentes físico y socioecosistémico

COMPONENTE	CRITERIOS	Condiciones climáticas	Condiciones de enraizamiento	Capacidad de laboreo	Disponibilidad de oxígeno	Disponibilidad de humedad	Riesgo fitosanitario	Toxicidad por sales, sodio y aluminio	Disponibilidad de nutrientes	Susceptibilidad a la pérdida de suelos	Apropiación de agua	Integridad ecológica	Variación del contenido estimado de carbono	Cambio de cobertura	Amenaza de incendios de la cobertura vegetal	Pesos ponderados (%)
FÍSICO	Condiciones climáticas	1														17,50
	Condiciones de enraizamiento	1/3	1													14,40
	Capacidad de laboreo	1/3	1/3	1												10,90
	Disponibilidad de oxígeno	1/3	1/3	1/3	1											9,70
	Disponibilidad de humedad	1/3	1/3	1/3	1/3	1										6,10
	Riesgo fitosanitario	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1									4,80
	Toxicidad por sales, sodio y aluminio	1/5	1/5	1/5	1/5	1/3	1/3	1								2,40
	Disponibilidad de nutrientes	1/5	1/5	1/5	1/5	1/3	1	1	1							2,20
	Susceptibilidad a la pérdida de suelos	1/7	1/7	1/5	1/5	1/5	1/3	1/3	1/3	1						1,40
SOCIOECOSISTÉMICO	Apropiación de agua	1	1	3	1	3	3	3	5	7	1					13,90
	Integridad ecológica	1/3	1/3	1/3	1/3	1	5	3	5	7	1/3	1				7,50
	Variación del contenido estimado de carbono	1/5	1/3	1/3	1/3	1	1/3	3	5	7	1/3	1/3	1			4,90
	Cambio de cobertura	1/5	1/5	1/5	1/3	1/3	1/3	3	3	7	1/5	1/5	1/3	1		3,10
	Amenaza de incendios de la cobertura vegetal	1/7	1/7	1/5	1/5	1/5	1/5	1/3	1/3	1/3	1/7	1/5	1/5	1/3	1	1,20

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29. Matriz de evaluación multicriterio para la zonificación de aptitud del cultivo comercial de papaya híbrido Tainung para el componente socioeconómico

Criterios	Infraestructura y logística	Factores productivos	Mercado laboral	Disponibilidad de la tierra rural	Institucionalidad y asociatividad	Seguridad ciudadana	Indicadores económicos	Bienestar económico	Pesos (%)
Infraestructura y logística	1								34,30
Factores productivos	1/3	1							22,70
Mercado laboral	1/3	1/3	1						16,20
Disponibilidad de la tierra rural	1/5	1/3	1/3	1					9,70
Institucionalidad y asociatividad	1/5	1/5	1/3	1/3	1				6,90
Seguridad ciudadana	1/5	1/5	1/5	1/3	1/3	1			4,90
Indicadores económicos	1/7	1/5	1/5	1/3	1/3	1/3	1		3,40
Bienestar económico	1/9	1/7	1/7	1/5	1/5	1/5	1/3	1	1,90

Fuente: Elaboración propia

La tabla siguiente muestra la matriz de paso mediante la cual se cruzan los criterios físico-socioecosistémicos y los criterios socioeconómicos para la generación del mapa integrado de la zonificación de aptitud del cultivo de papaya híbrido Tainung en Colombia escala 1:100.000.

Tabla 30. Matriz de paso para el cruce de componentes para la zonificación de aptitud del cultivo comercial de papaya híbrido Tainung en Colombia

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

Fuente: Elaboración propia

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

$$S=\sum W_i * X_i$$

donde

S = mapa con categorías de aptitud

W_i = peso del criterio i

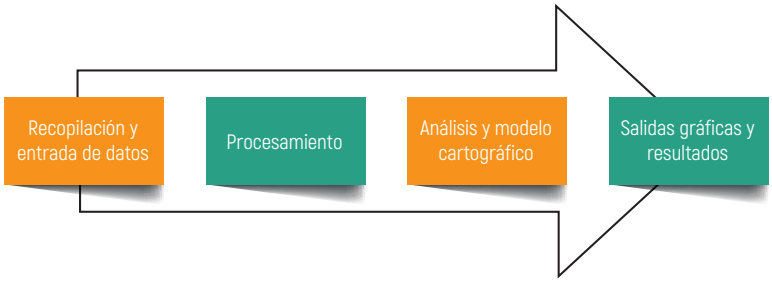
X_i = valor del criterio i (valores 1, 2 o 3, correspondientes a la categoría de aptitud)

3.6. Análisis espacial y modelo cartográfico integral

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

Dentro del proceso de zonificación de aptitud, esta fase soporta muchos de los productos intermedios de tipo espacial para la obtención del mapa de aptitud de los cultivos comerciales de papaya híbrido Tainung. Los pasos usados por la Oficina de Tecnologías de la Información y Comunicaciones TIC de la UPRA se presentan en la figura siguiente.

Figura 18. Proceso de análisis de información espacial para la obtención del mapa de zonificación de aptitud



Fuente: UPRA (2014).

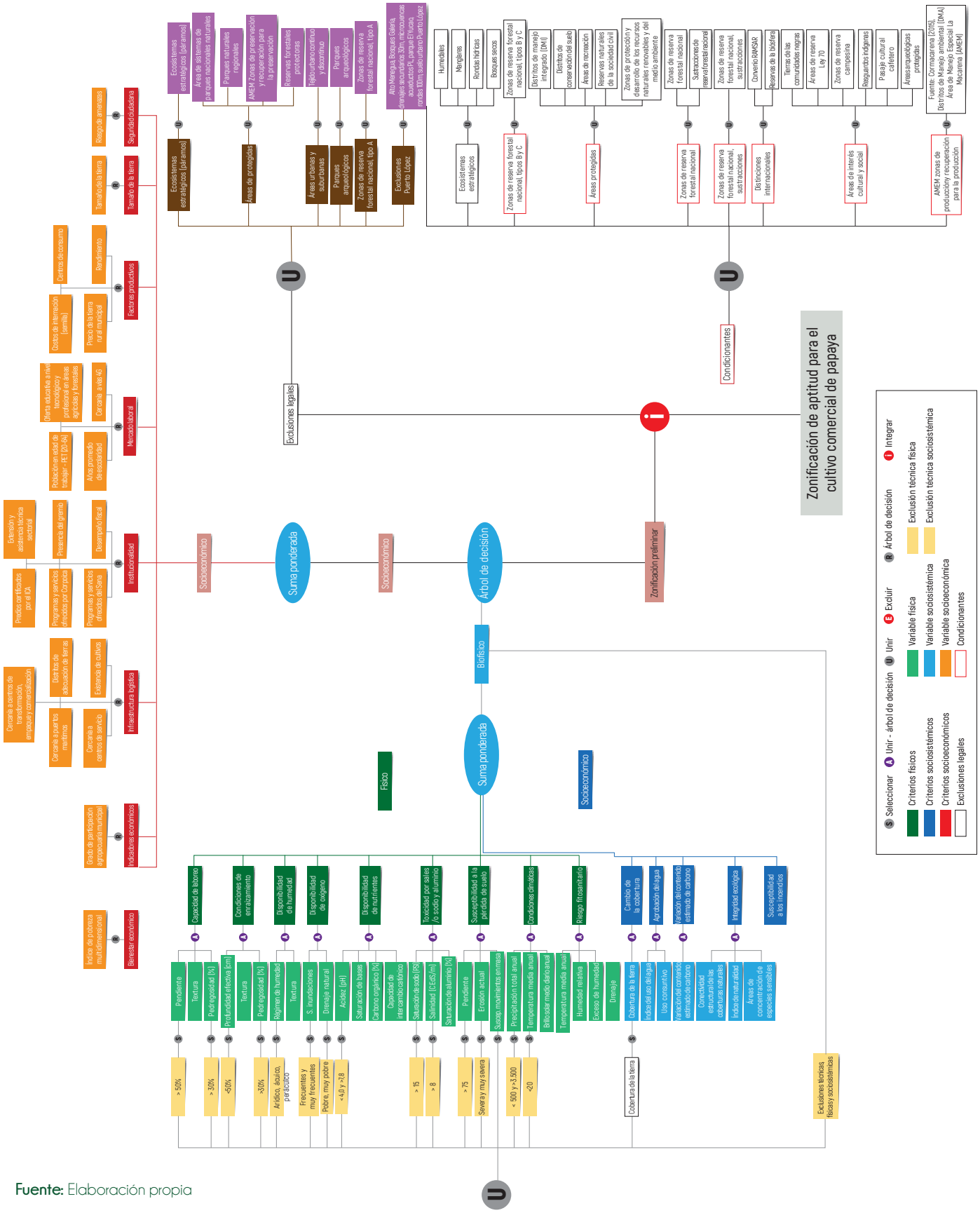
- **Recopilación de información:** Consistió en la búsqueda, solicitud y evaluación de la información (espacial y alfanumérica) usada por los diferentes componentes. Esta información provino de entidades oficiales relacionadas con su producción.
- **Procesamiento de la información:** Abarcó una serie de procedimientos encaminados a que la información se encuentre en la forma adecuada para su análisis. Una de las operaciones más comunes utilizadas fueron los procesos de reclasificación y generalización temática, los cuales se emplearon para la estandarización o reescalamiento de las variables, criterios y lineamientos definidos en cada componente para su espacialización dentro del modelo cartográfico definido para la zonificación.
- **Análisis de la información:** Consistió en generar y evaluar las salidas gráficas de cada criterio de acuerdo con los rangos de calificación establecidos por el grupo de expertos. Los criterios se estandarizaron en rangos entre 0 y 3, que indicaban la transición entre lo no apto (0) y lo muy apto (3). En caso de que los criterios no estuvieran conformados por variables continuas, el análisis se realizó mediante algunas estadísticas de la variable,

asignando directamente la calificación de la categoría de aptitud. Esta etapa del proceso también abarcó el modelo cartográfico, el cual es una forma de representación de los procesos espaciales involucrados para la zonificación. El modelo tuvo como insumos de entrada los mapas como variable y criterio generados por cada componente, la integración de estas capas ponderando su valor de acuerdo con los resultados del análisis multicriterio y la integración de las exclusiones legales y condicionantes.

- Uno de los procedimientos de mayor uso en esta fase fue el álgebra de mapas, una serie de procedimientos que, operando sobre una o varias capas en información –en este caso los mapas generados de cada criterio–, permitían obtener información derivada cuyo resultado fue el mapa de zonificación de aptitud.
- Salidas gráficas y resultados: Consiste en la presentación, a manera de mapas y estadísticas por departamento y municipio, de las zonas aptas y no aptas para el cultivo comercial de papaya. Estas salidas fueron soportadas dentro de la geodatabase (GDB) del proyecto.

En la figura 19 se presenta el modelo cartográfico integral para la zonificación de aptitud para el cultivo comercial de papaya a escala 1:100.000.

Figura 19. Modelo cartográfico integral



Fuente: Elaboración propia

3.7. Proceso de validación de los mapas

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

- Trabajo conjunto con representantes de Asohofrucol, Corpoica (Agrosavia desde 2018), Aprocol y otros actores de la cadena productiva de la papaya mediante talleres de discusión para retroalimentar el proceso.
- Recorridos de campo para validar los criterios, variables, rangos y unidades cartográficas definidos de manera preliminar para el cultivo, a fin de efectuar los ajustes necesarios para la obtención del mapa de aptitud integrado.

En la figura siguiente se presenta la estrategia adelantada para la socialización y validación del proyecto de zonificación de aptitud del cultivo comercial de papaya híbrido Tainung en Colombia a escala 1:100.000.

Figura 20. Estrategia de socialización y validación de la zonificación de aptitud

Fuente: UPRA (2014).

3.7.1. Socialización con los actores de la cadena productiva de la papaya

En función de presentar la metodología, discutir los criterios, variables y rangos de aptitud, así como de evaluar los diferentes mapas generados durante el desarrollo del ejercicio, se adelantaron jornadas de socialización del proyecto de zonificación de aptitud con Asohofrucol y otros actores de la cadena productiva de papaya. En estas actividades se logró identificar información relevante y retroalimentar el trabajo desarrollado.

Esta etapa se adelantó con reuniones en Corpoica (Agrosavia desde 2018), Valle del Cauca. El objeto fue exponer la metodología desarrollada por la UPRA para la zonificación de aptitud del cultivo comercial de la papaya en Colombia a escala 1:100.000, según rangos de aptitud, y exponer los criterios y las variables identificadas desde los tres componentes (físico, socioecosistémico y socioeconómico), en función de validarlos con los asistentes al taller.

En las reuniones participaron conocedores del subsector de la papaya, entidades como Asohofrucol, Aprocol (Asociación de Productores de Papaya de Colombia), Asofrut, productores expertos y el ICA el 25 de julio 2016.

Figura 21. Taller de socialización en Corpoica Palmira, Valle del Cauca

Fuente: UPRA (2016).

Figura 22. Taller de socialización en Bogotá

Figura 23. Reunión en las instalaciones de la Universidad Unicomfacauca, Popayán (16 de septiembre de 2016)

Funte: UPRA (2016).

Figura 24. Taller de socialización en Villavicencio, Meta (26 al 30 de septiembre de 2016)

Fuente: UPRA (2016).

Figura 25. Taller en Montería (30 de septiembre de 2016)

3.7.2. Validación en campo

Con objeto de socializar el proyecto de zonificación de aptitud con los actores de la cadena productiva de la papaya en las principales zonas actuales de producción, de validar los criterios, variables, rangos de aptitud y unidades cartográficas desde los tres componentes (físico, socioecosistémico y socioeconómico), mediante consulta directa con técnicos y productores, y de evaluar mediante recorridos de campo los diferentes mapas generados en el marco de la zonificación de aptitud para el cultivo comercial de papaya, se realizaron el 25 julio de 2016 y del 26 al 30 de septiembre del mismo año recorridos en Valle del Cauca y Meta, zonas de producción de papaya híbrido Tainung de importancia en el país (figuras 26 y 27).

Igualmente, se efectuaron visitas de campo en los municipios de Montería, Cereté, San Pelayo, Cotorra, Lorica, San Antero, Coveñas, Momil, Tolú, Toluviejo, San Onofre, María La Baja y Montería en la última semana de septiembre de 2016 para validar la información de los mapas generados (figura 28).

Figura 26. Recorridos de campo Corpoica Palmira, Valle del Cauca (25 de julio de 2016)

Fuente: UPRA (2016).

Figura 27. Recorridos de campo en el departamento del Meta

Fuente: UPRA (2016).

Figura 28. Recorrido en la costa atlántica (8 de septiembre de 2016)

Fuente: UPRA (2016).

4. Resultados

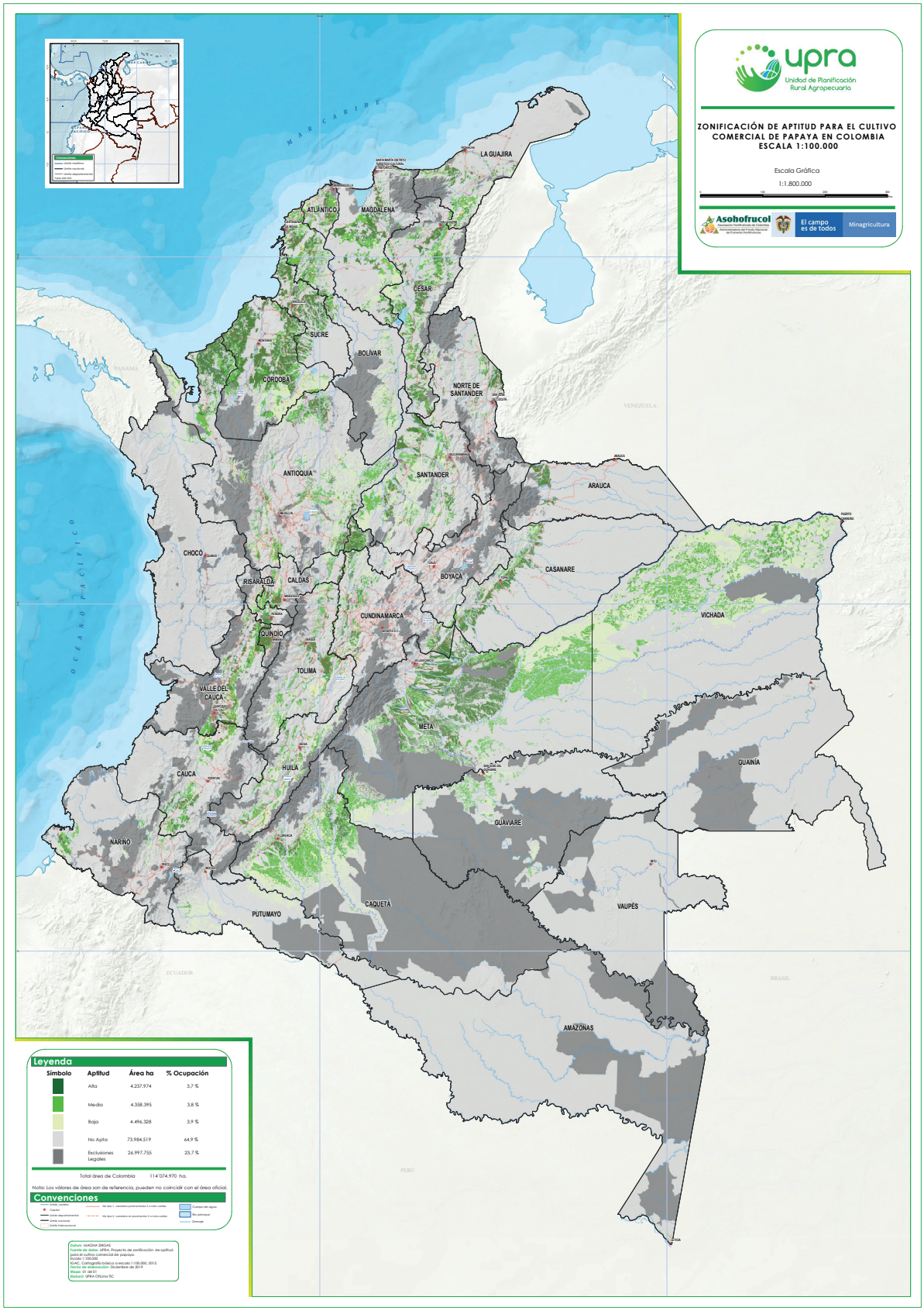
El mapa de zonificación de aptitud del cultivo comercial de papaya híbrido Tainung escala 1:100.000 mostró que en Colombia se dispone de 13.092.697 ha aptas para el establecimiento y desarrollo del cultivo, lo cual equivale al 11,5% del territorio continental del país y al 33,4% de la frontera agrícola nacional. De las áreas aptas, el 3,7% corresponde a una aptitud alta (A1), el 3,8% a aptitud media (A2) y el 3,9% a aptitud baja (A3). Igualmente, las exclusiones técnicas llegaron a 73.984.519 ha y las exclusiones legales a 26.997.755 ha (ver tabla siguiente y figura siguiente).

Tabla 31. Áreas según categorías de aptitud para el desarrollo del cultivo comercial de papaya híbrido Tainung

Aptitud		Área (ha)	Participación (%)	Frontera agrícola (%)
A1	Alta	4.237.974	3,7	10,8
A2	Media	4.358.395	3,8	11,1
A3	Baja	4.496.328	3,9	11,5
Total área apta		13.092.697	11,5	33,4
N1	No apta	73.984.519	64,9	
N2	Exclusión legal	26.997.755	23,70	

Fuente: Elaboración propia

Figura 29. Mapa de zonificación de aptitud para el cultivo comercial de papaya híbrido Tainung en Colombia escala 1:100.000



En el país se cuenta con 4.237.974 ha con condiciones de alta aptitud (A1) para la producción de papaya híbrido Tainung. Respecto a la aptitud media (A2), se tienen 4.358.395 ha aptas y 4.496.328 en aptitud baja (A3). Respecto a los resultados, el mapa de zonificación de aptitud muestra que existen 13.092.697 ha aptas para siembras comerciales del cultivo de papaya híbrido Tainung, lo cual equivale al 11,5% del territorio del país.

Las mayores áreas aptas para el cultivo comercial de la papaya híbrido Tainung están en Vichada (2.213.770 ha), Meta (2.180.372), Antioquia (1.053.622), Caquetá (1.026.044) y Córdoba (998.731). Estos cinco departamentos cuentan con 7.472.539 ha, es decir, concentran un 57% de las zonas con aptitud (ver tabla siguiente y figura siguiente).

Tabla 32. Resultados del mapa de zonificación para el cultivo comercial de papaya híbrido Tainung en Colombia escala 1:100.000

Departamento	Aptitud alta (ha)	Aptitud media (ha)	Aptitud baja (ha)	Total apto (ha)
Vichada	56.576	763.123	1.420.177	2.239.876
Meta	856.068	859.742	509.882	2.225.692
Antioquia	388.621	360.852	337.444	1.086.918
Caquetá	144.926	493.722	419.209	1.057.857
Córdoba	631.380	143.620	237.365	1.012.364
Santander	172.165	215.738	239.428	627.331
Cesar	286.883	191.139	86.991	565.012
Bolívar	139.293	167.929	184.032	491.254
Magdalena	225.475	132.769	93.668	451.912
Tolima	98.232	135.994	165.073	399.300
Huila	39.215	139.382	133.088	311.684
Cundinamarca	132.296	87.034	70.999	290.329
Sucre	245.273	38.407	2.745	286.425
Casanare	192.160	49.099	44.793	286.052
Cauca	103.506	98.826	79.870	282.202
Valle del Cauca	145.556	129.605	4.447	279.608
Putumayo	2.499	6.683	186.206	195.388
La Guajira	67.668	81.945	40.807	190.420
Guaviare	909	92.160	78.358	171.427
Norte de Santander	58.612	37.400	49.846	145.858
Caldas	50.285	53.774	34.172	138.231
Boyacá	73.129	26.247	32.828	132.204
Atlántico	35.798	76.023	19.405	131.227
Nariño	20.658	47.337	48.210	116.206
Chocó	89	16.592	69.916	86.596
Arauca	64.368	841		65.209

Departamento	Aptitud alta (ha)	Aptitud media (ha)	Aptitud baja (ha)	Total apto (ha)
Risaralda	21.785	19.327	21.147	62.259
Quindío	48.132	7.109		55.241
Amazonas	97	1.109	10.809	12.014
Guainía		2.884	8.147	11.032
Vaupés			6.261	6.261
San Andrés, Providencia y Santa Catalina				-
Total general	**4.301.653**	**4.476.411**	**4.635.325**	**13.413.389**

Fuente: Elaboración propia

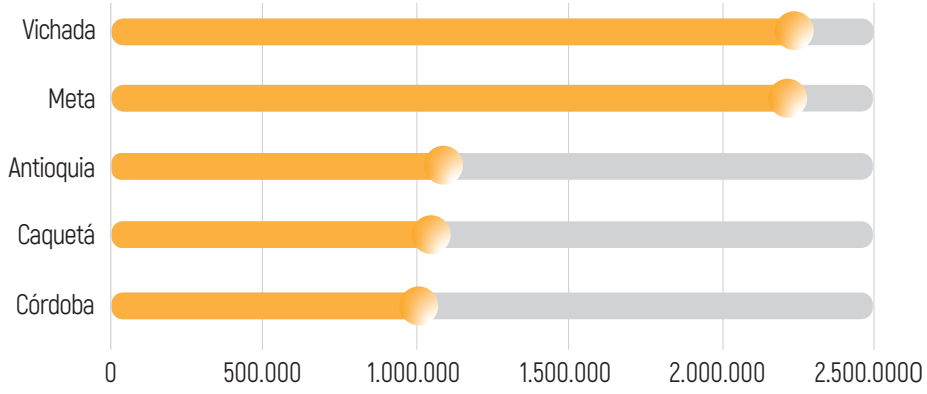
De otra parte, los municipios que muestran la mayor aptitud para el establecimiento y desarrollo del cultivo comercial de papaya híbrido Tainung, como se observa en la tabla siguiente, son La Primavera en el departamento del Vichada (968.838 ha), Puerto Gaitán en el departamento del Meta (768.024), Cumaribo en el departamento del Vichada (558.299), Puerto Carreño en el departamento del Vichada (493.434) y Puerto López en el departamento del Meta (263.096).

Tabla 33. Principales municipios con aptitud para el cultivo comercial de papaya híbrido Tainung en Colombia

Municipio	Aptitud alta (ha)	Aptitud media (ha)	Aptitud baja (ha)	Total apto (ha)
La Primavera	24.185	432.937	520.097	977.219
Puerto Gaitán	-	485.345	297.812	783.157
Cumaribo	-	112.033	457.879	569.912
Puerto Carreño	29.439	170.924	300.549	500.912
San Martín	222.760	37.445	9.541	269.746

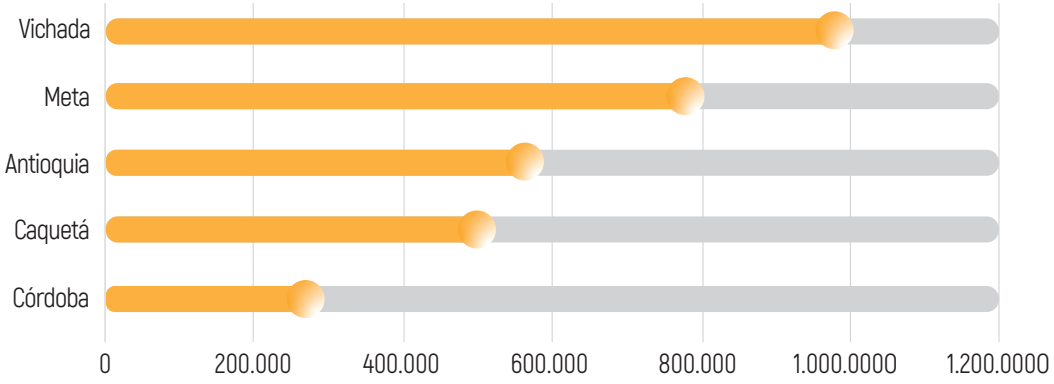
Fuente: Elaboración propia

Figura 30. Principales departamentos con aptitud para el cultivo comercial de papaya híbrido Tainung



Fuente: Elaboración propia

Figura 31. Principales municipios con aptitud para el cultivo comercial de papaya híbrido Tainung



Fuente: Elaboración propia

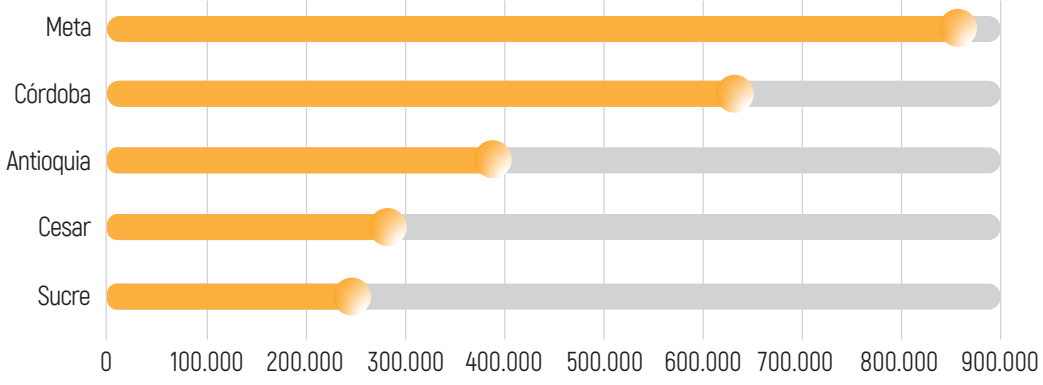
Los departamentos con mayor aptitud alta (A1) son Meta con 851.481 ha, Córdoba con 625.495, Antioquia con 382.207, Cesar con 281.310 y Sucre con 242.085. Estos cinco departamentos representan el 56,2% de la aptitud alta (A1) en toda Colombia. Ver tabla siguiente y figura siguiente.

Tabla 34. Principales departamentos con mayor aptitud alta (A1) ha para el cultivo comercial de papaya híbrido Tainung

Departamento	Aptitud alta (A1) ha
Meta	851.481
Córdoba	625.495
Antioquia	382.207
Cesar	281.310
Sucre	242.085

Fuente: Elaboración propia

Figura 32. Principales departamentos con aptitud alta (A1) para el cultivo comercial de papaya híbrido Tainung



Fuente: Elaboración propia

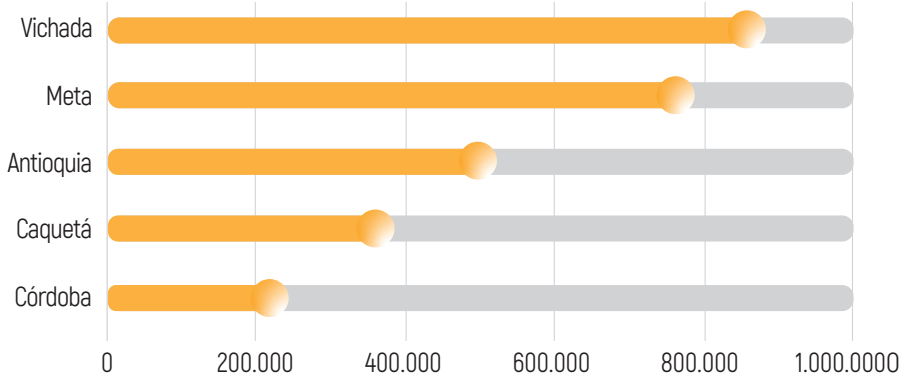
En la aptitud media (A2), los principales departamentos son Meta con 833.851 ha, Vichada con 753.733, Caquetá con 482.739, Antioquia con 350.862 y Santander con 215.738: Estos departamentos representan el 60,3% del territorio con aptitud media (A2). Ver tabla siguiente y figura siguiente.

Tabla 35. Principales departamentos con mayor aptitud media (A2) (ha) para el cultivo comercial de papaya híbrido Tainung

Departamento	Aptitud media (A2)
Meta	833.851
Vichada	753.733
Caquetá	482.739
Antioquia	350.531
Santander	207.697

Fuente: Elaboración propia

Figura 33. Principales departamentos con aptitud media (A2) para el cultivo comercial de papaya híbrido Tainung



Fuente: Elaboración propia

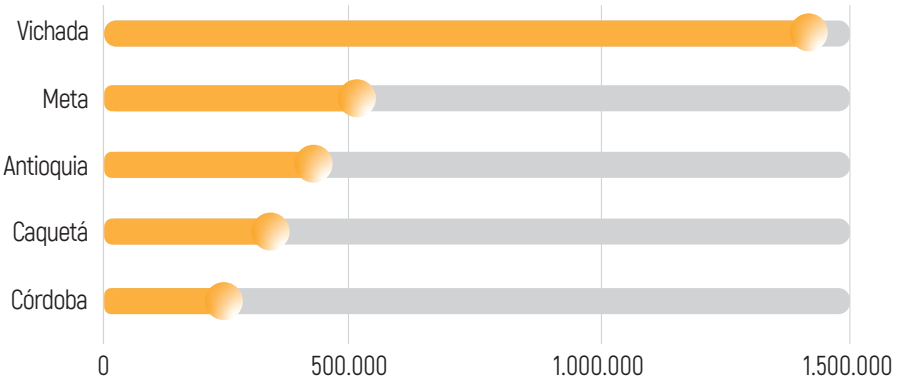
Con aptitud baja (A3) se encuentran los departamentos de Vichada con 1.404.817 ha, Meta con 495.040, Caquetá con 400.643, Antioquia con 320.884 y Córdoba con 232.895. Estos departamentos representan el 63,5% de las áreas con aptitud baja (A3).Ver tabla siguiente y figura siguiente.

Tabla 36. Principales departamentos con aptitud baja (A3) (ha) para el cultivo comercial de papaya híbrido Tainung (ha)

Departamento	Aptitud baja (A3)
Vichada	1.404.817
Meta	495.040
Caquetá	400.643
Antioquia	320.884
Córdoba	232.895

Fuente: Elaboración propia

Figura 34. Principales departamentos con aptitud baja (A3) para el cultivo comercial de papaya híbrido Tainung (ha)



Fuente: Elaboración propia

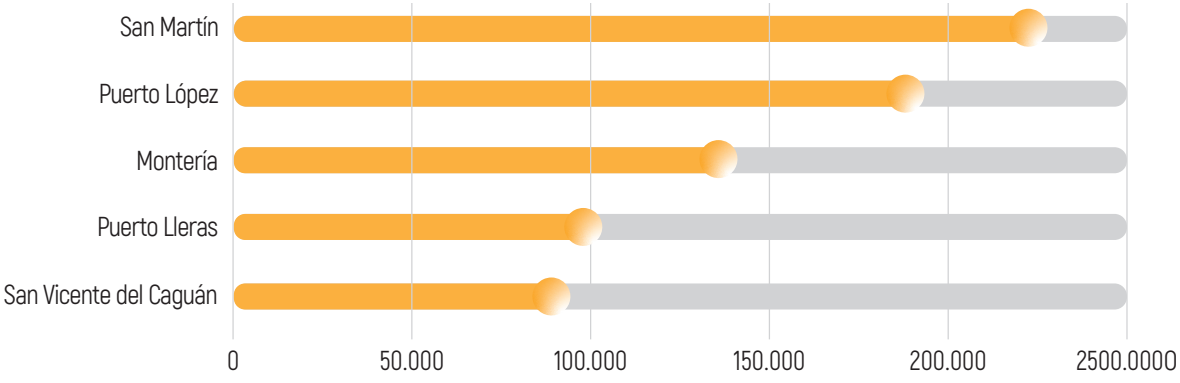
Igualmente, acorde con los resultados de zonificación para el cultivo comercial de papaya híbrido Tainung, los municipios con mayor aptitud (A1) son San Martín, en el departamento del Meta (215.048 ha); Puerto López, en el departamento de Meta (204.569); Montería, en el departamento de Córdoba (135.842); Puerto Lleras, en el departamento del Meta (91.654); y San Vicente del Caguán, en el departamento del Caquetá (87.496). Ver tabla siguiente y figura siguiente.

Tabla 37. Principales municipios con aptitud alta (A1) (ha) para el cultivo de papaya híbrido Tainung

Departamento	Municipio	Área
Meta	San Martín (Meta)	215.048
Meta	Puerto López (Meta)	204.569
Córdoba	Montería (Córdoba)	135.842
Meta	Puerto Lleras (Meta)	91.654
Caquetá	San Vicente del Caguán (Caquetá)	87.496

Fuente: Elaboración propia

Figura 35. Principales municipios con aptitud alta (A1) para el cultivo de papaya híbrido Tainung



Fuente: Elaboración propia

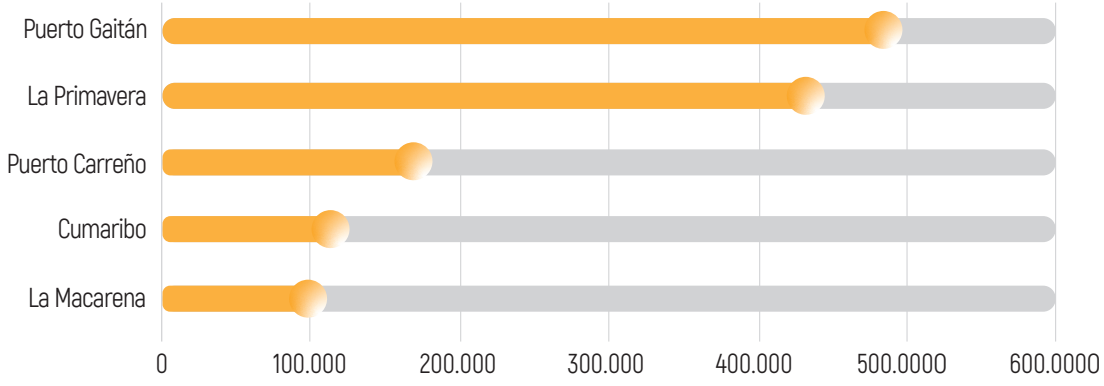
Los municipios con más aptitud media (A2) para el cultivo de papaya híbrido Tainung son Puerto Gaitán con 473.925 ha, La Primavera con 427.925, Puerto Carreño con 167.789, Cumaribo con 110.646 y La Macarena con 95.856. Ver tabla siguiente y figura siguiente.

Tabla 38. Principales municipios con aptitud media (A2) ha para el cultivo de papaya híbrido Tainung

Departamento	Municipio	Área
Meta	Puerto Gaitán (Meta)	473.925
Vichada	La Primavera (Vichada)	427.829
Vichada	Puerto Carreño (Vichada)	167.789
Vichada	Cumaribo (Vichada)	110.646
Meta	La Macarena (Meta)	95.856

Fuente: Elaboración propia

Figura 36. Principales municipios con aptitud media (A2) para el cultivo comercial de papaya híbrido Tainung



Fuente: Elaboración propia

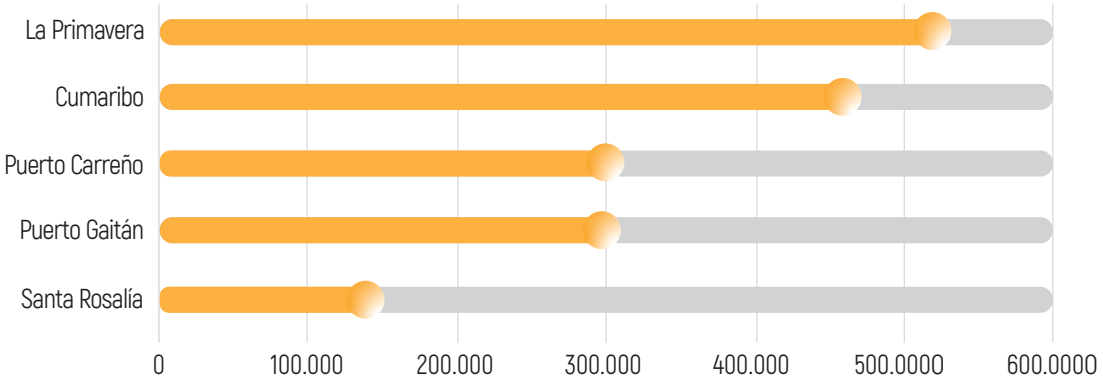
Con la mayor aptitud baja (A3) para el cultivo comercial de papaya híbrido Tainung se encuentran los municipios de La Primavera con 517.272 ha, Cumaribo con 447.653 y Puerto Carreño con 297.112 ha, todos en el Vichada; les siguen Puerto Gaitán con 294.098 ha en el Meta y Santa Rosalía en el Vichada con 142.7792 ha. Ver tabla siguiente y figura siguiente.

Tabla 39. Principales municipios con aptitud baja (A3) ha para el cultivo comercial de papaya híbrido Tainung (ha)

Departamento	Municipio	Área
Vichada	La Primavera	517.272
Vichada	Cumaribo	447.653
Vichada	Puerto Carreño	297.112
Meta	Puerto Gaitán	294.098
Vichada	Santa Rosalía	142.779

Fuente: Elaboración propia

Figura 37. Principales municipios con aptitud baja (A3) para el cultivo de papaya híbrido Tainung (ha)



Fuente: Elaboración propia

5. Conclusiones

La zonificación de aptitud del cultivo comercial de papaya (Carica papaya L.) híbrido Tainung a escala 1:100.000 permite identificar las áreas geográficas que presentan condiciones apropiadas para el establecimiento y desarrollo de esta actividad agrícola, donde se puede promover el uso eficiente bajo condiciones de productividad, sostenibilidad y competitividad, lo cual ayudará a orientar las políticas para el desarrollo del subsector, buscando un mayor impacto en las inversiones y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural.

Colombia dispone para el cultivo comercial de papaya híbrido Tainung de 13.092.697 ha, equivalente al 11,5% de su territorio (114.074.970 ha) y al 33,4 de su frontera agrícola nacional (39.239.481 ha).

Del total de áreas aptas, el 32,4% corresponde a alta (A1, 4,237,974 ha), el 33,3% a media (A2, 4.358.395 ha)) y el 34,3% a baja (A3, 4.496.328 ha). Los departamentos con mayor aptitud son Vichada (2.213.770 ha), Meta (2.180.372 ha), Antioquia (1.053.622 ha), Caquetá (1.026.044 ha) y Córdoba (998.731 ha). En ellos está el 56,2% del área apta para el cultivo comercial de papaya híbrido Tainung.

Los resultados de la aptitud alta (A1) muestran un área importante en la zona norte, conformada por los departamentos de Córdoba, Antioquia, Cesar, Sucre y Magdalena; también un área conformada por Meta y Casanare (en el área de piedemonte).

Según el resultado de área apta, se evidencia una amplia posibilidad de desarrollo del cultivo comercial de papaya híbrido Tainung en Colombia. La diversidad de ambientes, las condiciones socioeconómicas y socioecosistémicas permiten el desarrollo de este cultivo comercial bajo diversos microclimas. Se tiene como una zona muy promisoria para el cultivo de papaya híbrido Tainung toda la zona norte colombiana, principalmente en los departamentos de Córdoba, Antioquia, Cesar, Sucre y Magdalena, los cuales pueden conformar un importante clúster productor de este cultivo.

Se dedujo que en los pesos de los componentes biofísicos, conformados por los componentes físicos y socioecosistémico, los criterios de mayor incidencia corresponden a condiciones climáticas con 17,5%, condiciones de enraizamiento con el 14,4% y apropiación de agua con 13,9%. Para el componente socioeconómico, los criterios con mayor influencia corresponden a infraestructura y logística con el 34,3%, factores de producción con el 22,7% y mercado laboral con el 16,2%.

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 papaya híbrido Tainung 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.

6. Referencias

Bancoldex (2013). Plan de Negocios de Papaya. Programa Transformación Productiva. Bogotá, Colombia.

Bancoldex y UT Crece-Federación Nacional de Cafeteros (2014) Documento final de conclusión de la metodología, memorias técnicas y mapas por aptitud de uso para cultivos comerciales del Papaya en Colombia, a escala 1:100.000. Bogotá.

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.

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

Corpoica; Asohofrucol y Sena (1999). El cultivo de la papaya en los Llanos Orientales de Colombia. Manual de asistencia técnica No. 04. Corpoica: Villavicencio. 100 p. Recuperado de: http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/4894/2/Cultivo%20de%20la%20papaya.pdf.

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

Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (2015). Base de datos cifras de abastecimiento para productos hortofrutícolas priorizados por el PTP en las principales centrales de abastos de Colombia. Bogotá: DANE.

_____. (2016). Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2015. Boletín técnico. Bogotá: DANE. Recuperado de: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/enda/ena/2015/boletin_ena_2015.pdf.

Departamento Nacional de Planeación (2005). Documento Conpes 3375: Política nacional de sanidad agropecuaria e inocuidad de alimentos para el sistema de medidas sanitarias y fitosanitarias. Bogotá, Colombia.

_____ (2008). Documento Conpes 3514: Política nacional fitosanitaria y de inocuidad para las cadenas de frutas y de otros vegetales. Bogotá, Colombia.

_____. (2008). Documento Conpes 3527: Política nacional de competitividad y productividad. Bogotá, Colombia.

_____. (2010). Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014: Prosperidad para Todos. Bogotá: DNP.

_____. (2014). Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018: Todos por un Nuevo País.

Faostat. http://www.fao.org/faostat/es/#data.

Fassbender, H.; Bornemisza, E. (1987). Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. 2.ª ed. San José de Costa Rica: IICA.

Figueroa, A. (2000). Evaluación del impacto ambiental. Instrumento para el desarrollo. Toro Ed. Popayán.

Fischer G.; Orduz, J. (2012). Ecofisiología en frutales. En: "Manual para el cultivo de frutales en el trópico". Gerhard Fischer (Ed.). Bogotá: Produmedios.

García, G. (2000), Cultivo de la papaya. Pulgones transmisores de virus. Proyecto de Desarrollo de la Fruticultura y Agroindustria. Guatemala: de Agricultura, Ganadería y Alimentación.

García, M. (2010). Guía técnica del cultivo de la papaya. El Salvador: Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal "Enrique Álvarez Córdova". 40 p.

Instituto Colombiano Agropecuario (2006). Algunas especies de moscas de la fruta,

exóticas para Colombia. Proyecto Protección Sanitaria a la Producción de Frutales en Colombia, Recuperado de http://www.ica.gov.co/getattachment/63d59705-d95a-431d-b68aa53a5fcf0082/Publicacion-12.aspx.

_____. (2015). Normatividad ICA. Recuperado de: http://www.ica.gov.co/Normatividad/Normas-Ica.aspx.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (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.

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

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

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

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales y Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal (2010). Mapa nacional de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal - escala 1:500.000, Bogotá, D. C.: Ideam.

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

_____. (1990). Propiedades físicas de los suelos. Subdirección de Agrología. Bogotá: IGAC.

_____. (2008). Mapa general de suelos de Colombia. Bogotá: IGAC.

_____. (2010). Metodología de clasificación de las tierras por su capacidad de uso. Bogotá: IGAC.

_____. (2013) Capa de geopedología unificada del territorio colombiano, a escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

_____. (2010). Estudio nacional del agua 2010. Bogotá: Ideam. Recuperado de: http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/021888/021888.htm.

Leyva, P. (1998). El medio ambiente en Colombia. Bogotá: MAVDT.

Márquez, C. (2003). Ecosistemas estratégicos de Colombia. Recuperado de: http://www.sogeocol.edu.co/documentos/07ecos.pdf.

MAVDT y Asohofrucol (2009). Guía ambiental hortofrutícola de Colombia. Recuperado de: www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_30_guiaambiental.pdf.

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

Martin-López, B.; Gómez, E.; Montes, C. (2009). Un marco conceptual para la gestión de las interacciones naturaleza-sociedad en un mundo cambiante. Cuaderno Interdisciplinar de Desarrollo Sostenible No. 3: 229-258.

Martínez, E.; Fuentes, J. y Acevedo, E. (2008). «Carbono orgánico y propiedades del suelo». En: Revista de la Ciencia del Suelo y Nutrición Vegetal, vol. 8, núm. 1, pp. 68-96.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2018). Agronet. Papaya: área, rendimiento y producción (2011-2016). Recuperado de: http://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/default.aspx.

Miranda, D. (2001). Criterios para el establecimiento de proyectos productivos frutícolas en zonas de Colombia. Un enfoque de sistemas productivos. Universidad

Nacional Facultad de Agronomía Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá. Curso producción de frutales.

_____. (2012). Establecimiento de huertos frutícolas. En "Manual para el cultivo de frutales en el trópico". Gerhard Fischer (Ed.). Bogotá: Produmedios. pp. 99-119.

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

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

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

_____. (2007). Land evaluation: towards an revised framework. Roma: FAO.

Ortiz-Lozano, L.; Granados-Barba, A. y Espejel, I. (2009). «Ecosystemic zonification as a management tool for marine protected areas in the coastal zone: applications for the sistema arrecifal veracruzano National Park, México». En Ocean & Coastal Management, vol. 52, pp. 317-323. DOI: <https://doi.org/10.1016/j. ocecoaman.2009.03.004>.

Palma, H. (2012). Hagamos el ordenamiento territorial del sector rural de nuestro municipio.

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.

Reyes, C. (2012). Papaya (Carica papaya L.). En: Manual para el cultivo de frutales en el trópico. Gerhard Fischer (Ed.). Bogotá: Produmedios. pp. 755-775.

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

Rossiter, D. (2009). Land evaluation: towards a revised framework. Land and Water Discussion Paper 6. Roma: FAO, 107.

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

SSS-USDA. (2010). Claves para la taxonomía de suelos. Servicio de Conservación de Recursos Naturales. 11.ª edición. EE. UU.: USDA.

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

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

Universidad Jorge Tadeo Lozano (1984). Los levantamientos agrológicos y sus aplicaciones múltiples. Bogotá: UJTL.

7. Anexo

Tabla de contenido

1. Fichas metodológicas del componente físico 131

1.1 Criterio condiciones climáticas 131

1.1.1 Variable temperatura media anual 135

1.1.2 Variable precipitación total anual 138

1.1.3 Variable brillo solar medio diario anual 141

1.2 Criterio condiciones de enraizamiento 145

1.2.1 Variable profundidad efectiva..... 149

1.2.2 Variable textura..... 153

1.2.3 Variable pedregosidad 157

1.3 Criterio capacidad de laboreo.....161

1.3.1 Variable pendiente..... 165

1.3.2 Variable textura 168

1.3.3 Variable pedregosidad 172

1.4 Criterio disponibilidad de oxígeno 177

1.4.1 Variable susceptibilidad a inundaciones..... 180

1.4.2 Variable drenaje natural 184

1.5 Criterio disponibilidad de humedad.....188

1.5.1 Variable régimen de humedad..... 192

1.5.2 Variable textura..... 196

1.6 Criterio riesgo fitosanitario 201

1.6.1 Variable moscas de las frutas asociadas a MTD..... 206

1.6.2 Variable *P. palmivora* asociada a temperatura, humedad relativa, exceso de humedad y drenaje natural..... 216

1.6.3 Variable complejo Virus *PRSV-M. persicae* asociado a temperatura, precipitación y humedad relativa..... 224

1.7 Criterio toxicidad por sales, sodio y aluminio 232

1.7.1 Variable salinidad o sodicidad..... 236

1.7.2 Variable saturación de aluminio 240

1.8 Criterio disponibilidad de nutrientes 245
1.8.1 Variable acidez (pH) 253
1.8.2 Variable saturación de bases..... 258
1.8.3 Variable carbono orgánico..... 261
1.8.4 Variable capacidad de intercambio catiónico 265
1.9 Criterio susceptibilidad a la pérdida de suelos.....269
1.9.1 Variable pendiente..... 273
1.9.2 Variable erosión actual..... 277
1.9.3 Variable susceptibilidad a movimientos en masa..... 280
2. Fichas metodológicas del componente socioecosistémico ... 284
2.1 Criterio apropiación de agua.....284
2.2 Criterio integridad ecológica.....295
2.2.1 Variable conectividad estructural de las coberturas naturales (CECN) 308
2.2.2 Variable áreas de concentración de especies sensibles (ACES) 315
2.3 Criterio variación del contenido estimado de carbono 325
2.4 Criterio cambio de cobertura 343
2.5 Criterio amenaza por incendios de la cobertura vegetal 351
3. Fichas metodológicas del componente socioeconómico..... 355
3.1 Criterio infraestructura y logística 355
3.1.1 Variable cercanía a centros de servicios 358
31.2 Variable cercanía a puertos marítimos 362
2.1.3 Variable distritos de riego 366
3.1.4 Variable existencia de cultivos 369
3.1.5 Variable cercanía a centros de transformación, empaque y comercialización..... 373
3.2 criterio factores productivos.....378
3.2.1 Variable precio de la tierra rural municipal 381
3.2.2 Variable rendimientos 385
3.2.3 Variable costos de internación 389

3.2.4 Variable centros de consumo 393

3.3 Criterio mercado laboral 397

3.3.1 Variable cercanía a vías 4G 400

3.3.2 Variable población en edad de trabajar (PET20-64) 404

3.3.3 Variable años promedio de escolaridad 408

3.3.4 Variable oferta educativa a nivel técnico, tecnológico y profesional en áreas agropecuarias 412

3.4 Criterio tamaño de la tierra rural 417

3.4.1 Variable tamaño tipo de los predios rurales 420

3.5 Criterio institucionalidad y asociatividad 424

3.5.1 Variable índice de desempeño fiscal 428

3.5.2 Variable programas y servicios ofrecidos por el SENA 433

3.5.3 Variable predios certificados BPA por el ICA 438

3.5.4 Variable programas o servicios ofrecidos por Corpoica 441

3.5.5 Variable extensión y asistencia técnica sectorial 445

3.5.6 Variable organizaciones gremiales o de base del sector 449

3.6 Criterio seguridad ciudadana 453

3.6.1 Variable índice de riesgo de amenazas 456

3.7 Criterio indicadores económicos 461

3.7.1 Variable grado de participación agropecuaria municipal 464

3.7.2 Variable líneas especiales de créditos (LEC) 468

3.7.3 Variable incentivo a la capitalización rural (ICR) 472

3.8 Criterio bienestar economico 477

3.8.1 Variable índice de pobreza multidimensional (IPM) 480

4. Fichas metodológicas de exclusiones técnicas 485

4.1 Criterio exclusiones legales 485

4.1.1 Variable ecosistemas estratégicos (páramos) 491

4.1.2 Variable áreas protegidas 495

4.1.3 Otras áreas protegidas locales 498

4.1.4 Variable áreas urbanas 500

4.1.5 Variable parques arqueológicos 503

4.1.6 Variable zonas de Reserva Forestal Nacional de Ley 2.ª de 1959, tipo A..... 507

5. Fichas metodológicas de condicionantes legales 511

5.1 Criterio condicionantes legales 511

5.1.1 Variable ecosistemas estratégicos (manglares, humedales, rondas hídricas y bosque seco tropical) 515

5.1.2 Variable áreas protegidas 519

5.1.3 Otras áreas protegidas locales..... 524

5.1.4 Variable zonas de reserva forestal nacional de Ley 2.ª de 1959, tipo B y C..... 526

5.1.5 Variable distinciones internacionales 530

5.1.6 Variable áreas de interés cultural y social 534

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 papaya híbrido Tainung	
Componente: físico. Subcomponente: climático		
Criterio asociado: condiciones climáticas		
Tipo de criterio	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Variables asociadas al criterio		
• Temperatura media anual, expresada en °C/año. • Precipitación total, expresada en mm/año. • Brillo solar medio diario anual, expresado en horas sol/día.		

Definición

Conjunto de las condiciones meteorológicas correspondientes a un espacio geográfico específico, caracterizado por las estadísticas basadas en un período cronológico extenso de las variables o elementos climáticos referentes al estado de la atmósfera en dicho espacio.

Cuando se hace referencia al clima se enfatiza en los tres elementos climáticos (temperatura, precipitación y brillo solar) más representativos e importantes desde el punto de vista el cultivo comercial de papaya.

Importancia del criterio

Integra el conjunto de propiedades de la unidad de tierra y dependen principalmente de los elementos acuosos y termodinámicos de la atmósfera, condicionados por las diferentes formas de la topografía.

El clima es determinante en el desarrollo de las plantas; influye en los procesos metabólicos de las plantas de papaya y, su evaluación, se constituye en el motor del desarrollo socio económico de este cultivo en Colombia.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado

Al realizar el análisis de cada una de las variables que integran el criterio, se concluye que los límites a partir de los cuales no es apto (N1)

el cultivo de papaya, son: temperaturas medias anuales inferiores a 20 °C/año y precipitaciones totales anuales inferiores a 500 mm/año y superiores a 4000 mm/año.

Limitantes de la evaluación del criterio

Escaso cubrimiento de estaciones meteorológicas registradoras de los diferentes parámetros del clima, como por ejemplo el brillo solar, el cual genera inconvenientes para conocer la distribución espacial más detallada del clima en algunas regiones del país.

Metodología de evaluación

Se determinaron las condiciones climáticas a partir de información de las bases de datos mensuales anuales del periodo 1981 a 2010 elaboradas por el Ideam, de la temperatura media anual, precipitación total anual media anual, y brillo solar medio diario anual.

Se realizó un ejercicio de integración de estos elementos del clima, teniendo en cuenta que los criterios pueden ser de dos tipos: factores (para los cuales se definen los niveles de aptitud) o restricciones (que para este caso se consideran de carácter técnico, normativo, o técnico-normativo), donde un factor es un criterio que mejora o reduce la aptitud de una alternativa específica para la actividad en consideración, y una restricción es un criterio que limita, condiciona o excluye dichas alternativas (Eastman et al. 1998).

Con base en el anterior postulado, se definen los criterios y variables a ser considerados por cada uno de los componentes dentro de la zonificación, sobre los cuales se establecen las características y cualidades del territorio que le confieren cierto grado de aptitud, para soportar adecuadamente el cultivo comercial de papaya.

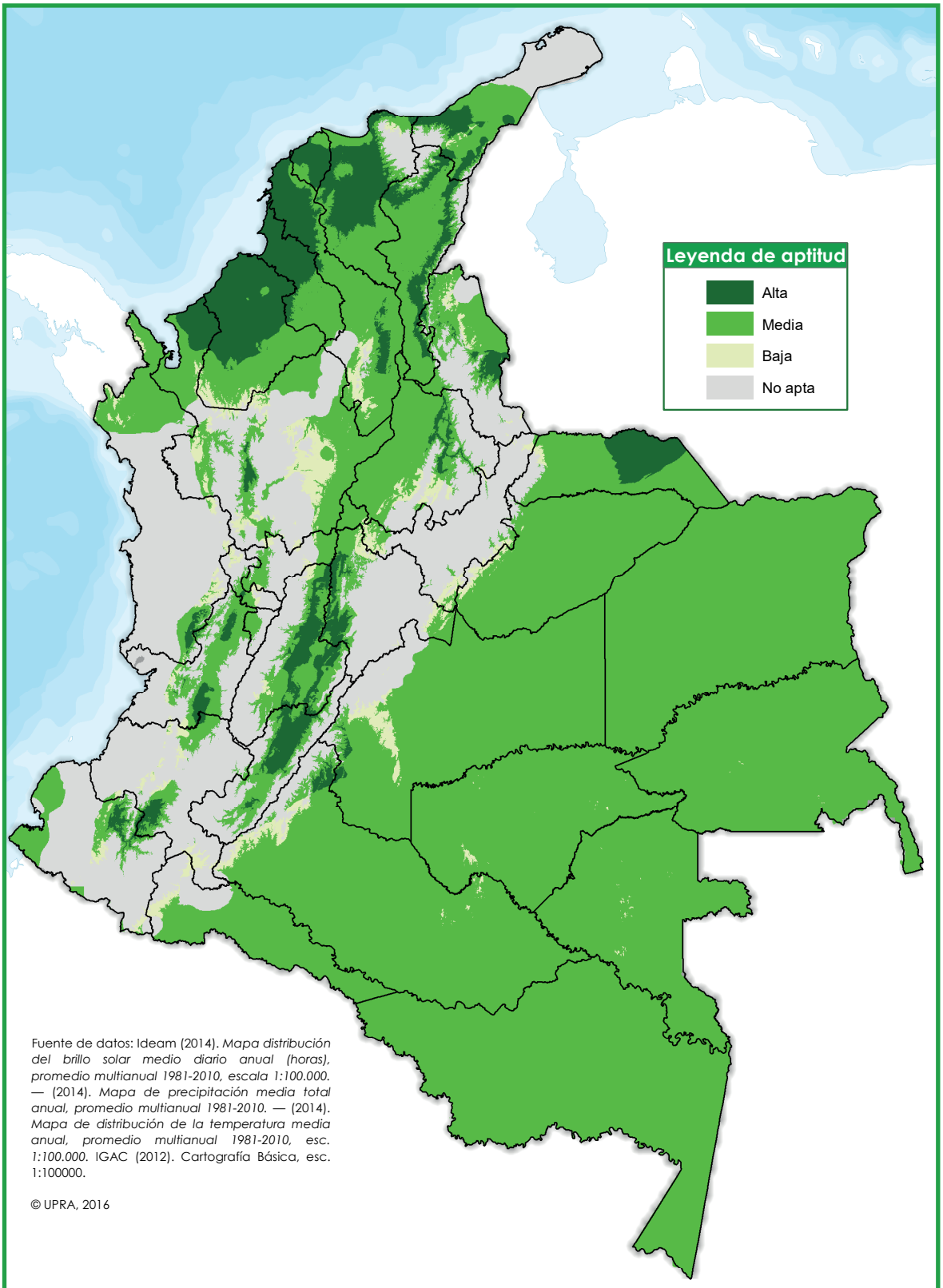
Rangos para la asignación de valores de aptitud

Este criterio presenta los siguientes rangos de aptitud, de acuerdo con un árbol de decisión:

Árbol de decisión del criterio

Precipitación total (mm/año)	Temperatura media (°C/año)	Brillo solar medio diario anual (horas sol/día)	Aptitud
≥ 1000 - ≤ 2000	≥ 24 - ≤ 28	≥ 5	A1
		≥ 4 – <5	A1
		< 4	A2
	> 28	≥ 5	A2
		≥ 4 – <5	A2
		< 4	A2
	≥ 20 - < 24	≥ 5	A2
		≥ 4 – <5	A2
		< 4	A2
> 2000 - ≤ 2500	≥ 24 - ≤ 28	≥ 5	A2
		≥ 4 – <5	A2
		< 4	A2
	> 28	≥ 5	A2
		≥ 4 – <5	A2
		< 4	A2
	≥ 20 - < 24	≥ 5	A2
		≥ 4 – <5	A2
		< 4	A3
≥ 500 - < 1000 y > 2500 - ≤ 4000	≥ 24 - ≤ 28	≥ 5	A2
		≥ 4 – <5	A2
		< 4	A2
	> 28	≥ 5	A2
		≥ 4 – <5	A2
		< 4	A3
	≥ 20 - < 24	≥ 5	A3
		≥ 4 – <5	A3
		< 4	A3

Representación cartográfica del criterio



Fuente de datos: Ideam (2014). *Mapa distribución del brillo solar medio diario anual (horas), promedio multianual 1981-2010, escala 1:100.000.* — (2014). *Mapa de precipitación media total anual, promedio multianual 1981-2010.* — (2014). *Mapa de distribución de la temperatura media anual, promedio multianual 1981-2010, esc. 1:100.000.* IGAC (2012). Cartografía Básica, esc. 1:100000.

© UPRA, 2016

CRITERIO CONDICIONES CLIMÁTICAS

Fuentes de información

- Ideam. (2014). Mapa de distribución del brillo solar medio diario anual (horas), promedio multianual 1981-2010, escala 1:100.000. Bogotá: Ideam.
- -. (2014). Mapa de distribución de la temperatura media anual, promedio multianual 1981-2010, escala 1:100.000. Bogotá: Ideam.
- -. (2014). Mapa de precipitación media total anual, promedio multianual 1981-2010, escala 1:100.000. Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

1.1.1 Variable temperatura media anual

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung	
Componente: físico. Subcomponente: climático		
Criterio asociado: condiciones climáticas		
Variable: temperatura media anual	**Unidad de medida:** °C/año	
Tipo de criterio asociado	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

Definición

La temperatura, en física, se define como una magnitud escalar relacionada con la energía interna de un sistema termodinámico, mientras que la temperatura ambiental es la energía interna del sistema del aire mediada a una altura de 2 m sobre el nivel del suelo.

Importancia de la variable

La temperatura del aire en el trópico está en función de la altitud y se toma generalmente como índice de balance calórico de las plantas, que disminuye o aumenta en promedio 0,57 °C, por cada 100 m de altitud.

La temperatura ambiental influye sobre los procesos fisiológicos en las plantas, donde la fotosíntesis, la respiración y el metabolismo son regulados por los niveles de energía térmica. La absorción de agua se ve regulada por las necesidades de respiración y transpiración causadas por los niveles de temperatura, funciones importantes en el crecimiento y desarrollo fisiológico.

La temperatura también ejerce una gran importancia en relación al número de hojas emitidas en cada flujo vegetativo y también interviene en la viabilidad del polen y es una de las posibles razones del bajo cuajado de frutos que muestran algunas variedades de papaya. De ahí la importancia de la distribución espacial de la temperatura anual del aire, ya que es la base para establecer áreas con condiciones térmicas diferenciales, que permite establecer zonas con aptitudes alta, media, baja y no apta para el cultivo de papaya, de acuerdo con sus requerimientos térmicos.

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

Para el cultivo de papaya se estableció como valor mínimo, las temperaturas iguales o menores a los 20 °C. Por tal motivo las zonas térmicas delimitadas por debajo de este límite térmico, se consideraron no aptas (N1).

Variable	Unidad de medida	A1	A2	A3	N1
Temperatura media anual	°C/anual	≥ 24 - ≤ 28	28	≥ 20 - <24	< 20

Limitantes de la evaluación de la variable

Baja densidad de las estaciones meteorológicas en algunas zonas con registro de temperatura y la no disposición de bases de datos de temperatura actualizada, por lo menos hasta el 2015, causando imprecisiones en la distribución espacial de la temperatura media anual en Colombia.

Metodología de procesamiento de la información

Serie histórica de la información.

Registro de temperatura media anual a nivel nacional en el período comprendido entre 1980-2010, y los mapas de isotermas del atlas climatológico para Colombia versión 2014 elaborado por la misma entidad.

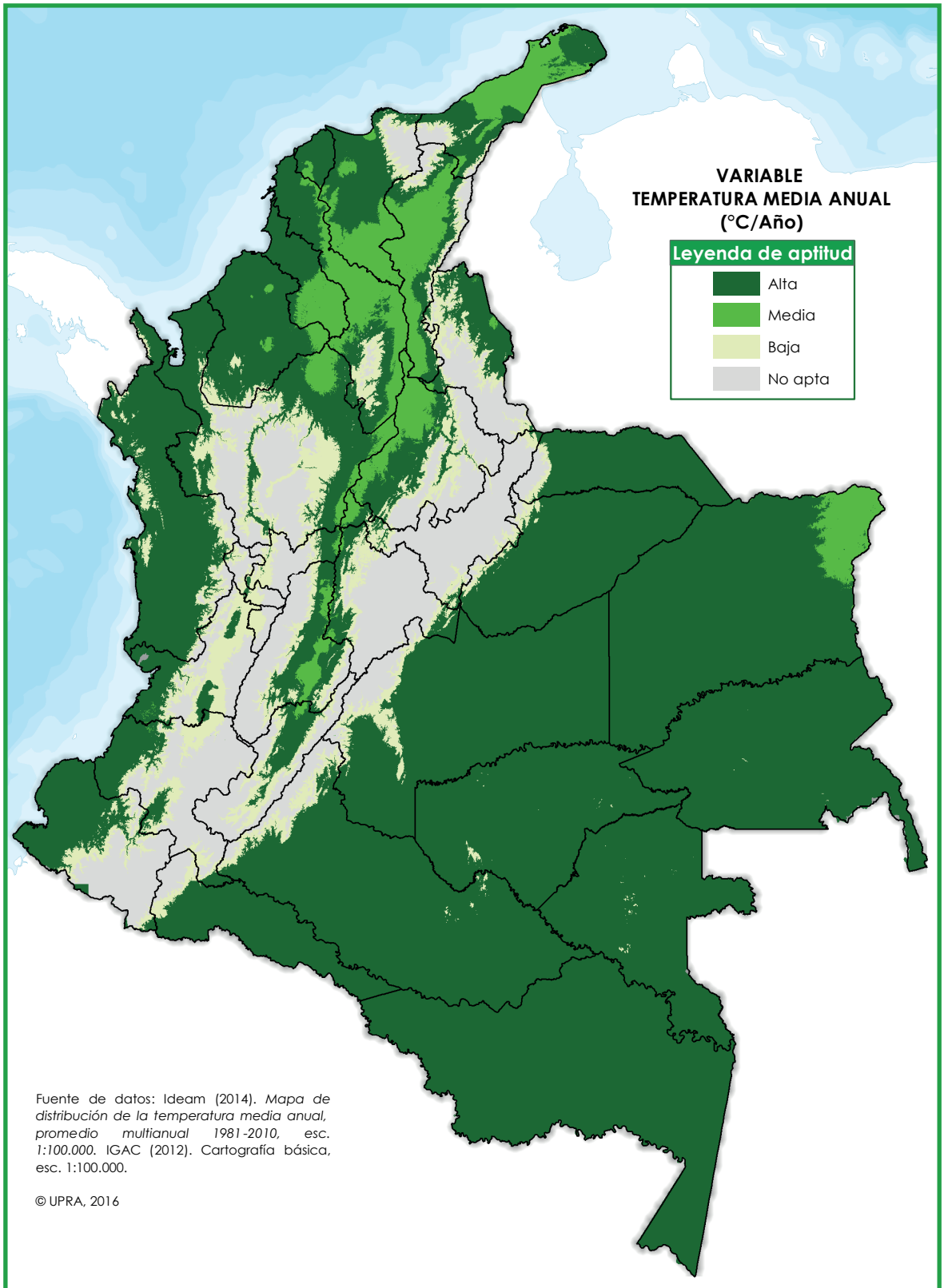
Tratamiento de la información.

Se realizó un ejercicio de delimitación espacial de zonas térmicas por medio de metodologías SIG ajustadas a los rangos de temperatura media anual, establecidos por el equipo profesional de trabajo del componente físico, actividad que fue soportada por el grupo TIC, de la UPRA.

Unidad de análisis

Distribución de la temperatura media anual en el territorio nacional.

Representación cartográfica de la variable



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

© UPRA, 2016

CRITERIO CONDICIONES CLIMÁTICAS

Fuentes de información

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

1.1.2 Variable precipitación total anual

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung	
Componente: físico. Subcomponente: climático		
Criterio asociado: condiciones climáticas		
Variable: precipitación total anual	**Unidad de medida:** mm/año	
Tipo de criterio asociado	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

Definición

La precipitación atmosférica es la cantidad de agua que cae sobre la superficie terrestre en forma líquida o sólida. En términos prácticos, es la cantidad de lluvia media que precipita en una determinada zona y parte de ella contribuye a la necesidad hídrica del cultivo de papaya.

La unidad de precipitación es el milímetro (mm). Un milímetro de precipitación equivale a un (1) litro de agua por metro cuadrado de superficie, equivalente a 10 m^3 de agua/ha.

Importancia de la variable para el cultivo

La precipitación atmosférica es un elemento vital que determina el clima de un territorio y depende tanto de los procesos atmosféricos del sistema de circulación intertropical, que causa la distribución latitudinal y formación de la nubosidad, como de la influencia que ejercen las circulaciones locales sobre la distribución regional según las diferentes formas de la topografía. La distribución de la precipitación en Colombia 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, mientras que, en el régimen bimodal, se registran dos temporadas secas alternadas con dos lluviosas.

La lluvia es indispensable para el cultivo comercial de papaya ya que las plantas requieren grandes cantidades de agua para una óptima

producción; la producción continua de fruto depende del crecimiento continuo del tallo y de la formación de nuevas hojas. Un déficit de lluvia puede ocasionar caída de flores y reducir los rendimientos.

Por lo anterior, para la zonificación, conocer la distribución espacial de la precipitación anual es fundamental ya que es la base para identificar áreas con irrigaciones pluviométricas diferenciales, que permite establecer las zonas con aptitudes alta, media, baja y no apta para el cultivo de papaya, de acuerdo con los requerimientos hídricos o uso consultivo.

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

Se estableció como valor extremo las precipitaciones inferiores a 500 mm/año, ya que ocasionan estrés hídrico; y mayores a 4000 mm/año.

Variable	Unidad de medida	A1	A2	A3	N1
Precipitación total anual	mm/año	≥ 1000 - ≤ 2000	> 2000 - ≤ 2500	≥ 500 - < 1000 y > 2500 - ≤ 4000	< 500 y > 4000

Limitantes de la evaluación de la variable

Baja densidad de las estaciones meteorológicas en algunas zonas con registro de pluviométricos y la no disposición de bases de datos de lluvia actualizada, por lo menos hasta el 2015, causando imprecisiones en la distribución espacial de la precipitación total anual en Colombia.

Metodología de procesamiento de la información

La información utilizada se fundamentó en la base de datos histórica de 1981 al 2010 reportada por el Ideam, cuya construcción se basa en el análisis espacio temporal de la información de los registros de lluvias anuales y distribución mensual de las precipitaciones registrados en las estaciones meteorológicas.

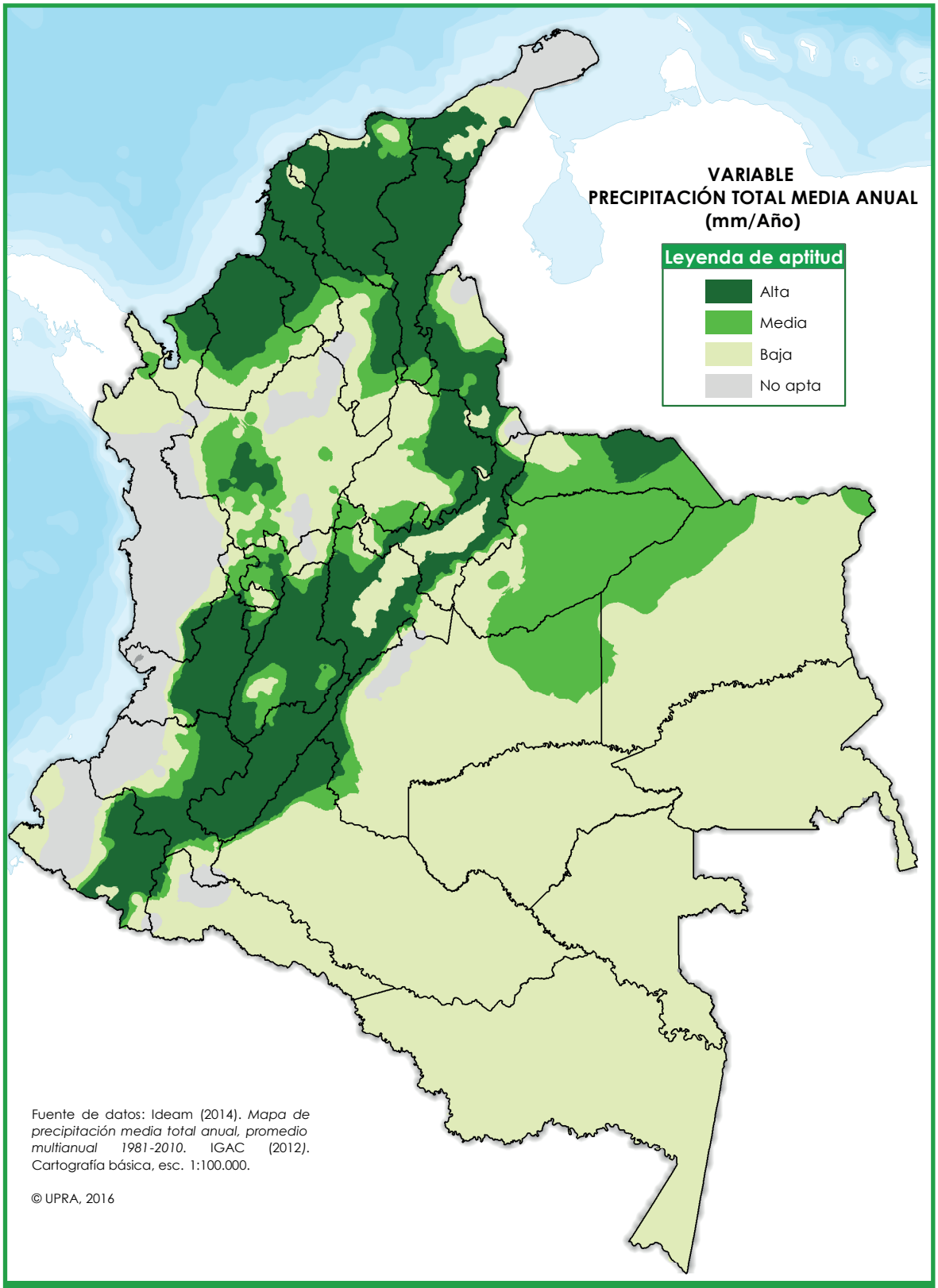
Los polígonos reportados en el Atlas climático del Ideam están conformados en intervalos cada 500 mm/año.

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

Unidad de análisis

Distribución de la temperatura media anual en el territorio nacional.

Representación cartográfica de la variable



Fuente de datos: Ideam (2014). *Mapa de precipitación media total anual, promedio multianual 1981-2010.* IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000.

© UPRA, 2016

CRITERIO CONDICIONES CLIMÁTICAS

Fuentes de información

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

1.1.3 Variable brillo solar medio diario anual

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung	
Componente: físico. Subcomponente: climático		
Criterio asociado: condiciones climáticas		
Variable: brillo solar medio diario anual	**Unidad de medida:** horas sol/día	
Tipo de criterio asociado	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

Definición

La cantidad de horas en la que los rayos del sol llegan directamente sobre la superficie terrestre entre el alba y el atardecer, se denomina brillo solar o insolación.

Importancia de la variable para el cultivo

El brillo solar que percibe el cultivo es aprovechado por la planta de papaya para realizar la fotosíntesis, dicha transformación de energía radiante en energía química mediante la asimilación del carbono del CO2 del aire, contribuye en la fijación de compuestos orgánicos carbonados que inciden en el tamaño de las hojas y en la eficiencia de la planta en sus procesos de transformación energética para la producción de frutos.

La papaya necesita de abundante brillo solar debido a su gran actividad fotosintética. Es difícil desarrollar cultivos comerciales en condiciones de baja luminosidad, ya que las plantas serian alargadas y amarillas, causando inadecuado desarrollo vegetal, y baja producción y calidad de frutos, condiciones que se hace importante para la zonificación ya que su participación espacial permite establecer la distribución de insolación con aptitud alta, aptitud media y baja para el cultivo de papaya.

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

Vale la pena resaltar que cuando se presentan luminosidad por debajo de las 4 horas sol/día, se afecta considerablemente la fotosíntesis y la producción de materia seca.

VARIABLES	Unidades	A1	A2	A3
Brillo solar medio diario anual	horas sol/día	≥ 5	≥ 4 – < 5	< 4

Limitantes de la evaluación de la variable

Baja densidad de las estaciones meteorológicas en algunas zonas con registro de elifania y la no disposición de bases de datos de brillo solar actualizada, por lo menos hasta el 2015, causando imprecisiones en la distribución espacial del brillo solar medio diaria anual en Colombia.

Metodología de procesamiento de la información

Serie histórica de la información.

Se basó en la información del atlas climático del Ideam para el período comprendido entre 1981-2010, cuya conformación se realiza a través de un análisis espacio temporal de la información del tiempo de hora media anual y mensual registrada en las estaciones meteorológicas a nivel nacional del Ideam. Las isohelias conformadas se construyen con un intervalo de 1 hora, con el fin de identificar la distribución espacial del régimen de brillo solar en promedio en el territorio nacional.

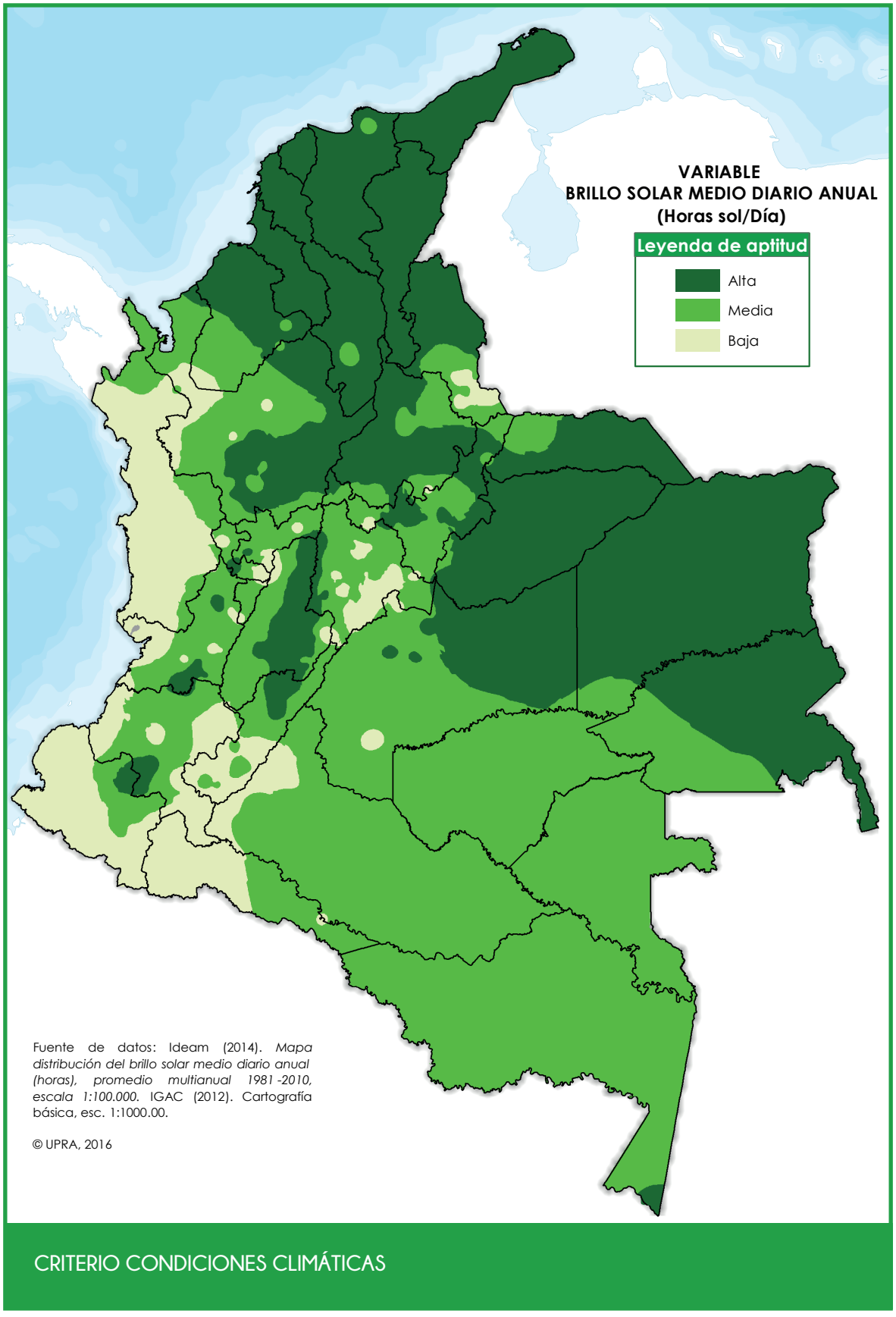
Tratamiento de la información.

Se realizó un ejercicio de delimitación espacial de zonas de brillo solar medio diario anual, que reflejan los rangos de luminosidad establecidos por el equipo técnico de trabajo del componente físico, actividad soportada por el grupo TIC de la UPRA.

Unidad de análisis

Distribución de la temperatura media anual en el territorio nacional.

Representación cartográfica de la variable



Fuente de datos: Ideam (2014). *Mapa distribución del brillo solar medio diario anual (horas), promedio multianual 1981 -2010, escala 1:100.000.* IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:1000.00.

© UPRA, 2016

Fuentes de información

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

1.2 Criterio condiciones de enraizamiento

Ficha metodológica de criterio		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung	
Componente: físico. Subcomponente: edáfico		
Criterio asociado: condiciones de enraizamiento		
Tipo de criterio	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Variables asociadas al criterio		
• Profundidad efectiva, expresada en centímetros (cm). • Textura, expresada en clase textural. • Pedregosidad, expresada en fase de pedregosidad.		

Definición

Integra las características físicas del suelo que permiten el desarrollo óptimo de las raíces de las plantas que se traduce en el desarrollo del cultivo y una formación adecuada de frutos.

Tienen relación con la profundidad efectiva del suelo, es decir, a la profundidad hasta donde penetran las raíces sin obstáculo, con el tipo de textura y con el contenido de fragmentos de roca. En la medida en que las raíces pueden explorar mayor volumen de suelo, mayores son las posibilidades de las plantas para abastecerse de agua y de nutrientes.

Importancia del criterio para el cultivo

Cuando las raíces encuentran un medio propicio para su desarrollo como buena aireación, distribución de partículas por tamaño en promedios similares, poca pedregosidad y una profundidad adecuada, el desarrollo vegetativo del cultivo se realiza uniformemente con la formación adecuada de los frutos.

Las buenas condiciones físicas del suelo, acompañadas de un adecuado suministro de nutrientes, se reflejan en buenos rendimientos del cultivo y calidad de los frutos.

El sistema subterráneo de la papaya presenta una raíz principal pivotante que puede desarrollarse hasta 100 cm de profundidad. Las raíces secundarias se desarrollan en un radio de 80 cm y la mayor concentración de raíces absorbentes se encuentra en los primeros 20 cm.

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 aconsejable el establecimiento de cultivos de papaya son: profundidad efectiva menor de 50 cm y pedregosidad mayor de 35 %.

Variables	Unidad de medida	A1	A2	A3	N1
Profundidad efectiva	cm	≥100	≥50-<100	-	<50
Textura	Clase textural	F, FL, FA, FArA, L, FArL, FAr	AF, ArA, ArL	Ar, A	-
Pedregosidad	Fase de pedregosidad	No pedregoso	-	-	Pedregoso

Limitantes para la evaluación del criterio

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

Metodología de procesamiento la información

La información para las variables que conforman este criterio se obtuvieron de la capa de geopedología unificada del territorio colombiano (IGAC, 2013) que corresponde a los límites de variación de las clases de profundidad (cm), clases de pedregosidad (porcentaje de volumen) y clases texturales (IGAC, 2010), dando la calificación de este criterio por medio de un árbol de decisión.

Los rangos de aptitud de cada una de las variables están dados de acuerdo con diferentes consultas con gremios, productores y reportes técnicos relacionados.

Rangos para la asignación de valores de aptitud

Para determinar la clase de aptitud en el criterio, se toman las tres variables (profundidad efectiva, pedregosidad y textura), comparando los rangos de aptitud entre sí.

La calificación de pedregosidad aparece en los estudios de suelos. La fase pedregosa indica que el suelo tiene mayor de 35 %, la cual es obtenida en el período de campo.

En la textura, los suelos oxisoles y ultisoles finos tienen calificación especial debido a que el tipo de arcillas dominantes no tienen alta pegajosidad.

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

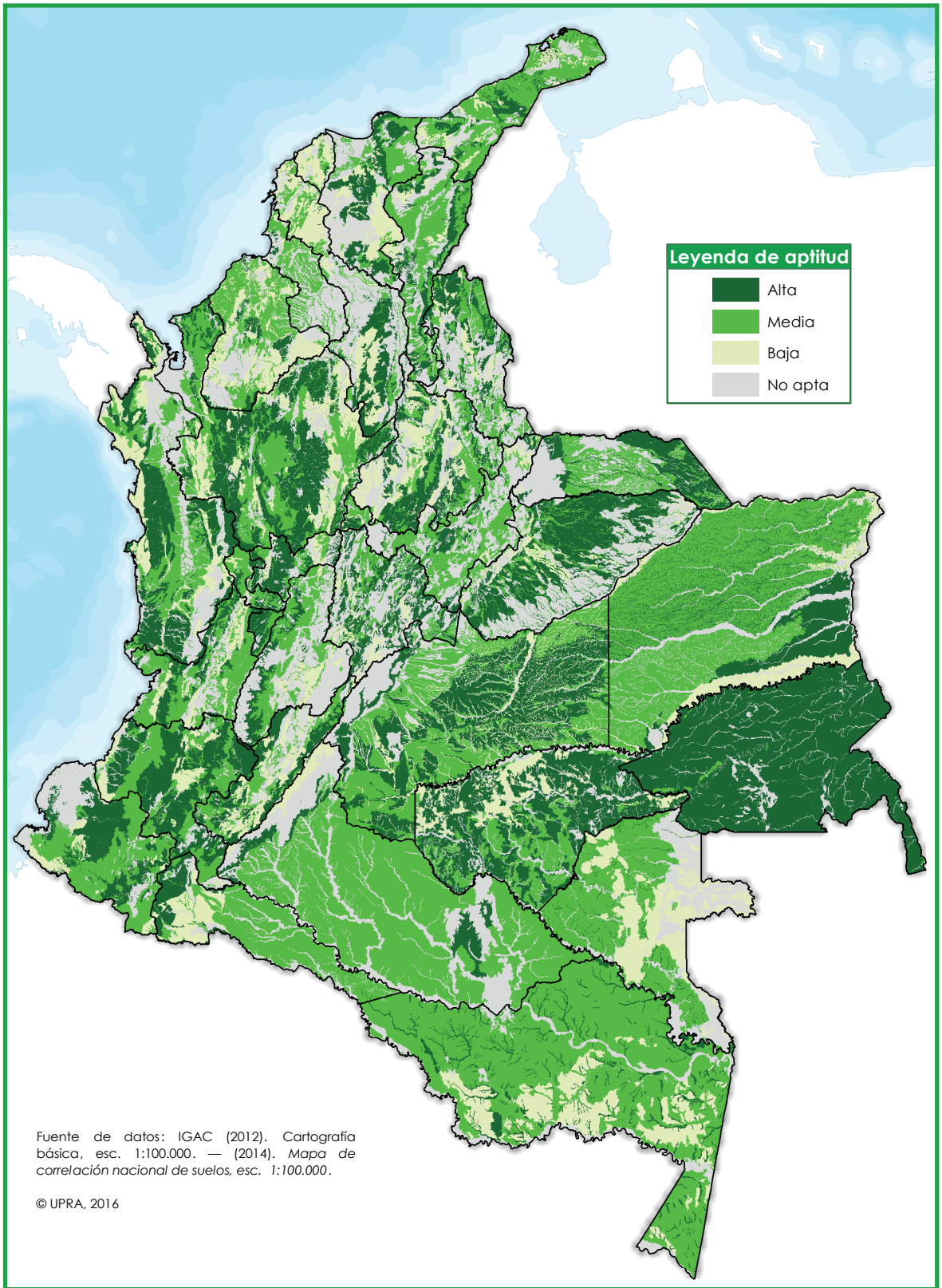
Árbol de decisión

Profundidad	Textura	Pedregosidad	Aptitud
> 100	F, FL, FA, FArA, L, FArL, Far	No pedregoso	A1
		Pedregoso	N1
	AF, ArA, ArL	No pedregoso	A1
		Pedregoso	N1
	Ar, A	No pedregoso	A3
		Pedregoso	N1
	Ar (Ox, Ult)	No pedregoso	A2
		Pedregoso	N1
≥ 75 - ≤ 100	F, FL, FA, FArA, L, FArL, Far	No pedregoso	A2
		Pedregoso	N1
	AF, ArA, ArL	No pedregoso	A2
		Pedregoso	N1
	Ar, A	No pedregoso	A3
		Pedregoso	N1
	Ar (Ox, Ult)	No pedregoso	A2
		Pedregoso	N1
≥ 50 - < 75	F, FL, FA, FArA, L, FArL, Far	No pedregoso	A3
		Pedregoso	N1
	AF, ArA, ArL	No pedregoso	A3
		Pedregoso	N1
	Ar, A	No pedregoso	A3
		Pedregoso	N1
< 50	Cualquiera	Cualquiera	N1

Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos

Representación cartográfica del criterio



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

© UPRA, 2016

CRITERIO CONDICIONES DE ENRAIZAMIENTO

Fuentes de información

IGAC. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá: IGAC 119 pp.

- -. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- -. (2013). Mapa de geopedología de Colombia, escala 1:100.000.
- -. (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000.
- -. (2014). Modelo digital de terreno, resolución espacial 90 m.

1.2.1 Variable profundidad efectiva

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung	
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

Se refiere al espacio en el que las raíces de las plantas pueden penetrar sin mayores restricciones, para conseguir el agua y los nutrientes indispensables. También se define como el total de la profundidad del perfil del suelo que es favorable para 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

Se considera que, para el cultivo de la papaya, el suelo debe tener una profundidad efectiva mayor o igual de 100 cm, libre de fragmentos gruesos, contactos líticos, petroférricos o petrocálcicos que impidan el normal desarrollo de las raíces. Otros aspectos que afectan la profundidad efectiva son: condiciones de hidromorfismo, contrastes texturales, fluctuaciones del nivel freático y encharcamientos e inundaciones.

Esta es una variable básica en la selección de las áreas para el establecimiento de los cultivos comerciales de papaya, debido a que las plantas requieren de profundidad suficiente para su anclaje en el suelo y adicionalmente, sus posibilidades de extracción de agua y nutrientes.

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

Se definieron las profundidades efectivas menores de 50 cm como no aptas (N1) para el establecimiento del cultivo comercial de papaya, debido a que en estas profundidades hay restricciones en el buen desarrollo de las raíces; se compromete el anclaje de las plantas.

Limitantes de la evaluación de la variable

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

Metodología de procesamiento de la información

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

De acuerdo con diferentes consultas con gremios, productores y reportes técnicos, se determinaron como tierras con aptitud alta (A1) los suelos con profundidad superiores de 100 cm; aptitud media (A2) entre 100 cm y 50 cm, y excluyendo las profundidades menores a 50 cm (N1), por no ser suficientes para el desarrollo de las raíces y tener poca profundidad que limita el normal anclaje de las plantas.

Para la determinación de los rangos de aptitud de la profundidad efectiva de los suelos, desde el punto de vista físico, se tuvieron en cuenta

las limitaciones absolutas como la presencia de roca continua y compacta, los contactos pétricos y la profundidad del nivel freático, dado que otras como los horizontes argílicos y compactados pueden ser mejorados, como en efecto se está haciendo con subsoladores.

Rangos para la asignación de valores de aptitud

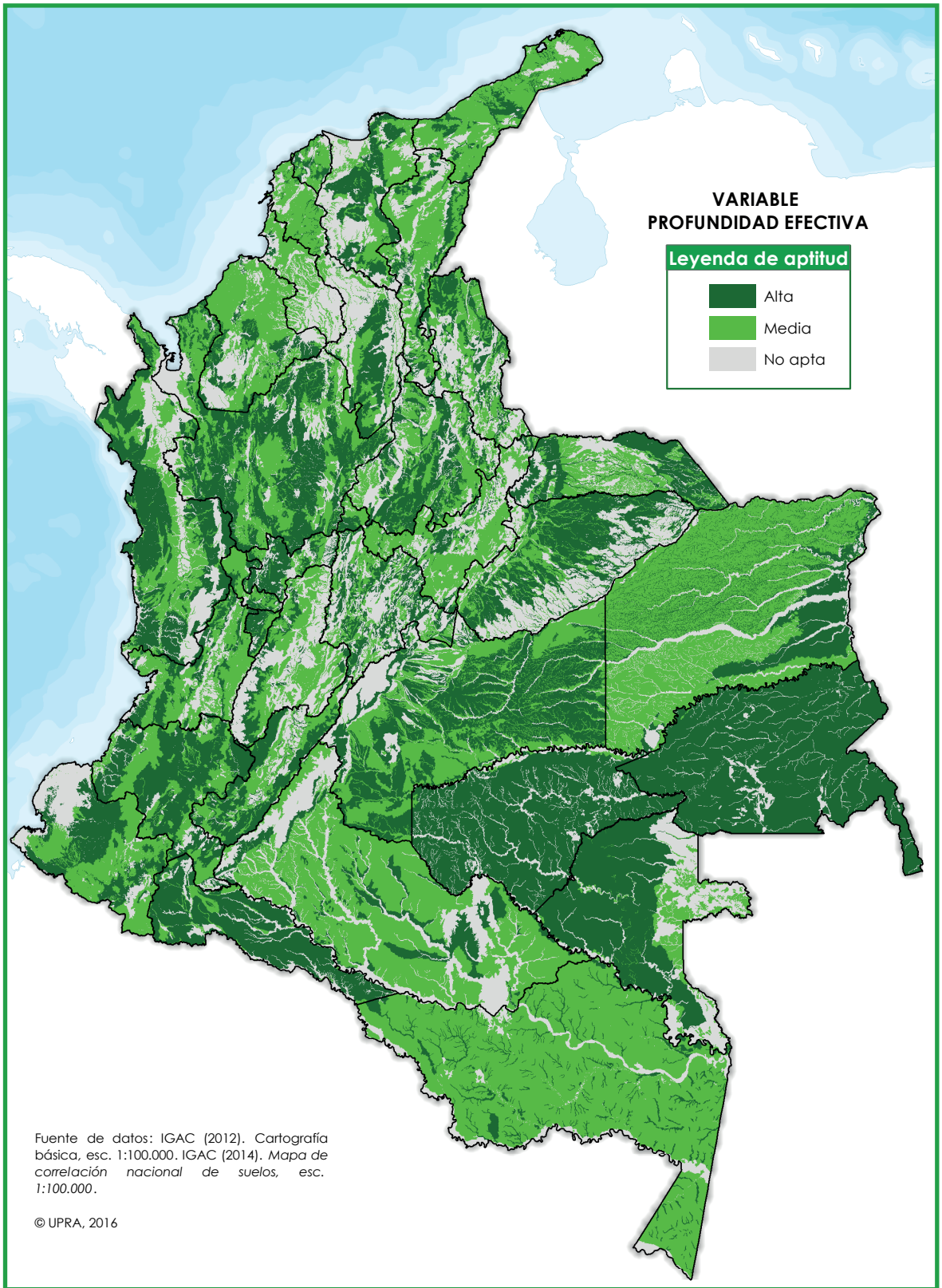
Esta variable criterio presenta los siguientes rangos de aptitud:

Profundidad efectiva (cm)	Aptitud
≥100	A1
≥50-<100	A2
<50	N1

Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos.

Representación cartográfica de la variable



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

© UPRA, 2016

CRITERIO CONDICIONES DE ENRAIZAMIENTO

Fuentes de información

IGAC. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá: IGAC, 119 pp.

- -. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- -. (2013). Mapa de geopedología de Colombia, escala 1:100.000.
- -. (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000.
- -. USDA. (1961). Land-Capability Classification. Agriculture Handbook no. 210. EUA: Soil Conservation Service USDA.

1.2.2 Variable textura

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung	
Componente: físico. Subcomponente: edáfico		
Criterio asociado: condiciones de enraizamiento		
Variable: textura	**Unidad de medida:** Adimensional (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).

De acuerdo con el triángulo textural (IGAC 2010), se consignan las clases texturales en la siguiente tabla:

Clases texturales

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

Importancia de la variable para el cultivo

La clase textural es una variable de importancia para establecimiento del cultivo de papaya, porque propicia los tipos de interacciones que se pueden dar entre el suelo y las plantas, dado que las propiedades físicas de los suelos, son determinadas en gran parte por la textura del suelo.

La textura es una propiedad física que se usa para evaluar otras propiedades como la CIC (capacidad para retener elementos nutritivos para las plantas), permeabilidad, capacidad para retener agua, índices de plasticidad; en la taxonomía como parámetro para clasificar los suelos y, en conservación, para evaluar la cantidad de suelo perdido.

También se relaciona con la porosidad, donde el espacio entre partículas permite que circule el oxígeno que favorece la aireación y la penetración de las raíces a través del perfil del suelo.

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

Se considera que en todos los tipos de textura puede llevarse a cabo el cultivo comercial de papaya, con niveles de aptitud diferentes, por lo que no hay exclusión (N1).

Limitantes de la evaluación de la variable

La mayoría de las unidades cartográficas de suelos en los estudios generales, representan asociaciones o complejos de suelos, lo que dificulta su calificación; 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 es posible reflejar en la calificación de la unidad.

Metodología de procesamiento de la información

Esta variable se define con base en los requerimientos del cultivo de papaya en relación con el crecimiento y buen desarrollo, y de acuerdo con la información suministrada por los diferentes profesionales y productores.

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

Rangos para la asignación de valores de aptitud

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

Las clases texturales con aptitud moderada (A2), se califican de esta forma debido a que presentan baja permeabilidad, dificultan el movimiento del agua en suelo y, por tanto, favorecen los encharcamientos con problemas en disponibilidad de oxígeno y, en épocas secas, el endurecimiento del suelo. De igual forma, las texturas gruesas, representan alta permeabilidad y endurecimiento al secado, especialmente cuando son arenas finas y no tienen suficientes partículas finas para anclar y sostener las plantas.

Las clases texturales finas, con aptitud marginal (A3), debido a la baja macroporosidad y posibles deficiencias de oxígeno al saturarse con agua, que impiden el crecimiento de las raíces.

Los suelos clasificados como histosoles se califican con aptitud alta (A1) debido a su alta porosidad, mientras que a los oxisoles y ultisoles finos, se les asigna una calificación de aptitud media (A2) por su buena porosidad.

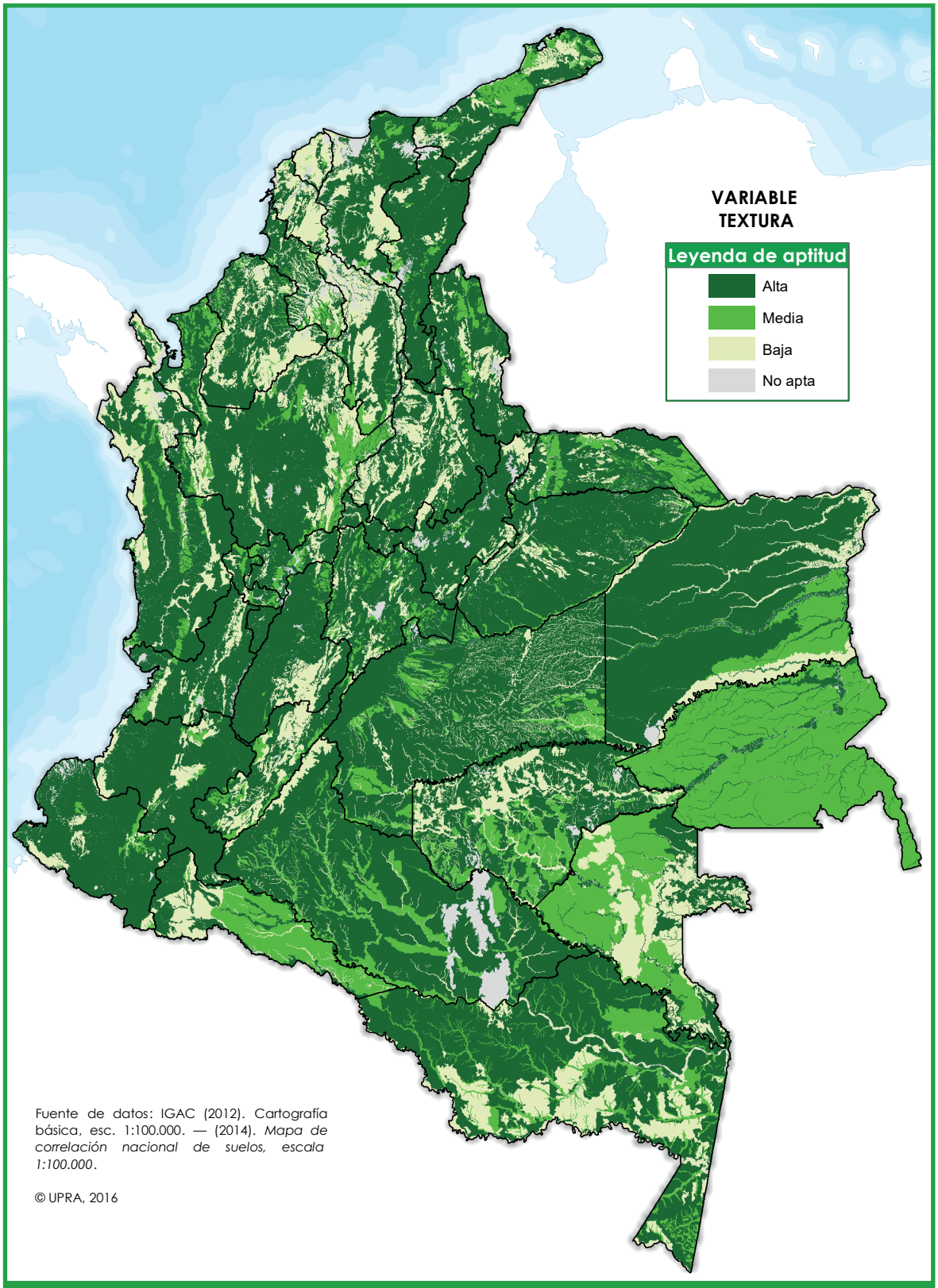
Esta variable presenta los siguientes rangos de aptitud:

Textura (Clase textural)	Aptitud
F, FL, FA, FArA, L, FArL, FAr	A1
AF, ArA, ArL	A2
Ar, A	A3

Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos

Representación cartográfica de la variable



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

© UPRA, 2016

CRITERIO CONDICIONES DE ENRAIZAMIENTO

Fuentes de información

- IGAC. (1990). Propiedades físicas de los suelos. Bogotá: IGAC, 813 pp.
- _. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá, 119 pp.
- -. (2012). 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.

1.2.3 Variable pedregosidad

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung	
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

Hace referencia a las cantidades de fragmentos de roca presentes en el suelo. De acuerdo con Van Wambeke y Forbes (1987), los fragmentos de roca son trozos sueltos de roca de 2 mm de diámetro o mayores. Según los mismos autores, los fragmentos se reconocen de acuerdo con su tamaño como grava, guijarro, piedra y bloques. Estos fragmentos se encuentran sobre la superficie del suelo y dentro del perfil. En los estudios de suelos aparecen cartografiados como fase pedregosa y fase no pedregosa.

Dependiendo de la cantidad, se disminuye el área útil por unidad de superficie. Los contenidos y su denominación son los siguientes (IGAC, 2010):

Clases por volumen de fragmentos rocosos en el perfil de suelo

Clase	Volumen %
No hay	<3
Pocos	3-15
Frecuentes	15-35
Abundantes	35-60
Extremadamente abundantes	60-90
"Fragmentos"	≥90

Importancia de la variable para el cultivo

Los altos contenidos de fragmentos de roca en el suelo tienen efectos negativos en el cultivo de papaya, porque disminuyen el área para el almacenamiento de agua, acelera la infiltración y disminuye el volumen de material de suelo que las raíces pueden explorar para proveer de nutrientes a las plantas.

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

Se ha considerado que en áreas donde hay fragmentos de roca mayor al 35 %, no son aptas (N1) para el cultivo de papaya, debido a que el volumen de material de suelo es muy poco para proveer de nutrientes y de agua a las plantas e impide el uso adecuado de la maquinaria y de los implementos de labranza. Este porcentaje, se asemeja a la fase pedregosa, excluyente para el cultivo comercial de papaya.

Limitantes de la evaluación de la variable

Forma como se encuentra registrada la información en la base de geopedología, dado que solamente aparece, fase pedregosa y fase no pedregosa.

La pedregosidad no se encuentra expresada en rangos por porcentaje. Se asume que la pedregosidad afecta directamente la profundidad que requiere el cultivo de papaya.

Metodología de procesamiento de la información

Las clases de pedregosidad se obtuvieron a partir de la capa de geopedología unificada del territorio colombiano (IGAC, 2013). La variable se tomó únicamente como aparecen en los registros de la información de la base de datos, es decir, fase pedregosa o no pedregosa, pero sin especificar rangos por porcentaje; se asume que cuando es pedregosa, la cantidad de fragmentos de roca es mayor o igual de 35 %.

Rangos para la asignación de valores de aptitud

Se determinaron como tierras con aptitud alta (A1) los suelos sin presencia de pedregosidad, excluyendo la presencia mayor de 35 % (N1), porque obstaculizan el buen desarrollo del sistema de raíces de las plantas de papaya.

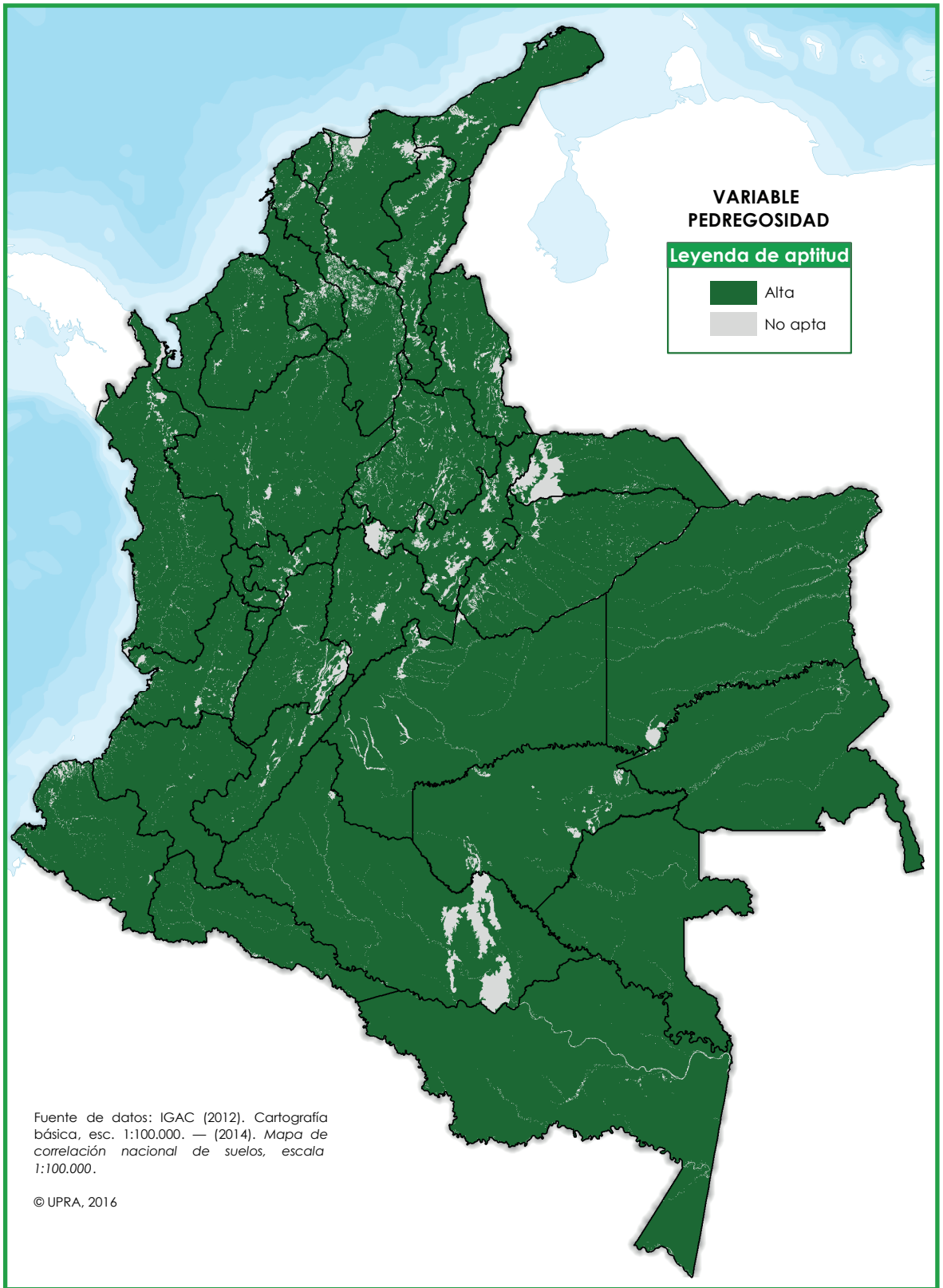
Rangos de aptitud

Pedregosidad	Aptitud
No pedregoso	A1
Pedregoso	N1

Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos

Representación cartográfica de la variable



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

© UPRA, 2016

CRITERIO CONDICIONES DE ENRAIZAMIENTO

Fuentes de información

IGAC. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá: IGAC, 119.

- -. (2012). 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.
- -. Van Wambeke, A. y Forbes, T. (Ed.). (2013). Criterios para el uso de la taxonomía de suelos en la denominación de unidades cartográficas. EUA: SMSS, monografía técnica no. 15, pp. 44-46.

1.3 Criterio capacidad de laboreo

Ficha metodológica de criterio		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung	
Componente: físico. Subcomponente: edáfico		
Criterio asociado: capacidad de laboreo		
Tipo de criterio	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Variables asociadas al criterio		
•• Pendiente, expresada en porcentaje (%). • Textura, expresada en clase textural. • Pedregosidad, expresada como 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 papaya, implica el uso de maquinaria para la preparación del suelo.

En algunos casos y dependiendo de la pendiente del terreno, se puede usar maquinaria para la preparación del terreno (arada y rastillada), el transporte de las plántulas a sitio definitivo, insumos y en la recolección.

Está en función de la pendiente, la clase textural de la capa arable y la presencia de pedregosidad en superficie y dentro del perfil. La combinación de estas características determina la aptitud de las tierras para su laboreo.

Importancia del criterio para el cultivo

El criterio es fundamental en el establecimiento y manejo de los cultivos de papaya, ya que integra las variables: pendiente, textura y pedregosidad, que harán más fácil o más difícil el uso de maquinaria, equipos o herramientas para las diferentes labores culturales, desde la preparación del terreno hasta la cosecha.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado

En el análisis de cada una de las variables que integran el criterio, solamente la pendiente y la pedregosidad presentan límites que se califican como no aptos: las pendientes mayores de 50 %, porque va en contra de la conservación de suelos por el movimiento de las partículas de suelo a través de la pendiente, y se limita el uso óptimo

de la maquinaria; la pedregosidad mayor de 35 % (pedregoso) no hacen posible el movimiento de la maquinaria y daña los implementos.

Limitantes para la evaluación del criterio

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

La pedregosidad se encuentra considerada en fase pedregosa o fase no pedregosa, sin especificar rangos por porcentaje.

Metodología de procesamiento de la información

La información para las tres variables se obtuvo de la capa de geopedología unificada del territorio colombiano (IGAC, 2013) que corresponde a los límites de variación de la pendiente, las clases texturales y clases de pedregosidad (IGAC, 2010), dando la calificación de este criterio por medio de un árbol de decisión.

La pedregosidad se califica de acuerdo con la fase de la unidad cartográfica de suelos, la cual se determina en la fase de campo del estudio. Si la fase pedregosa indica que su contenido es mayor de 35 %, se excluyen las tierras pedregosas.

En la textura, los suelos oxisoles y ultisoles finos tienen calificación especial ya que sus arcillas dominantes no son muy pegajosas.

Pendiente (%)	Aptitud
≤ 12	A1
> 12 - ≤ 25	A2
> 25 - ≤ 50	A3
> 50	N1

Textura (clase textural)	Aptitud
F, FL, FA, FArA, FArL	A1
FAr, ArA, ArL, L	A2
A, AF, Ar	A3

Pedregosidad (fase)	Aptitud
No pedregoso	A1
Pedregoso	N1

Los rangos de aptitud de cada una variable están dados de acuerdo con diferentes consultas con gremios, productores y reportes técnicos relacionados.

Rangos para la asignación de valores de aptitud

La determinación de la clase de aptitud en el criterio se obtiene tomando las tres variables (pendiente, pedregosidad y textura), comparando los rangos de aptitud entre sí.

La pedregosidad se obtiene del mapa de suelos como fase pedregosa, lo cual indica que su contenido es mayor de 35 % y se obtiene en el trabajo de campo del estudio de suelos.

El argumento para discriminar los diferentes niveles de aptitud, fue la limitación que cada variable representa en el manejo de los suelos, ya que reduce las posibilidades de una buena preparación del suelo y, por lo tanto, la respuesta de los cultivos.

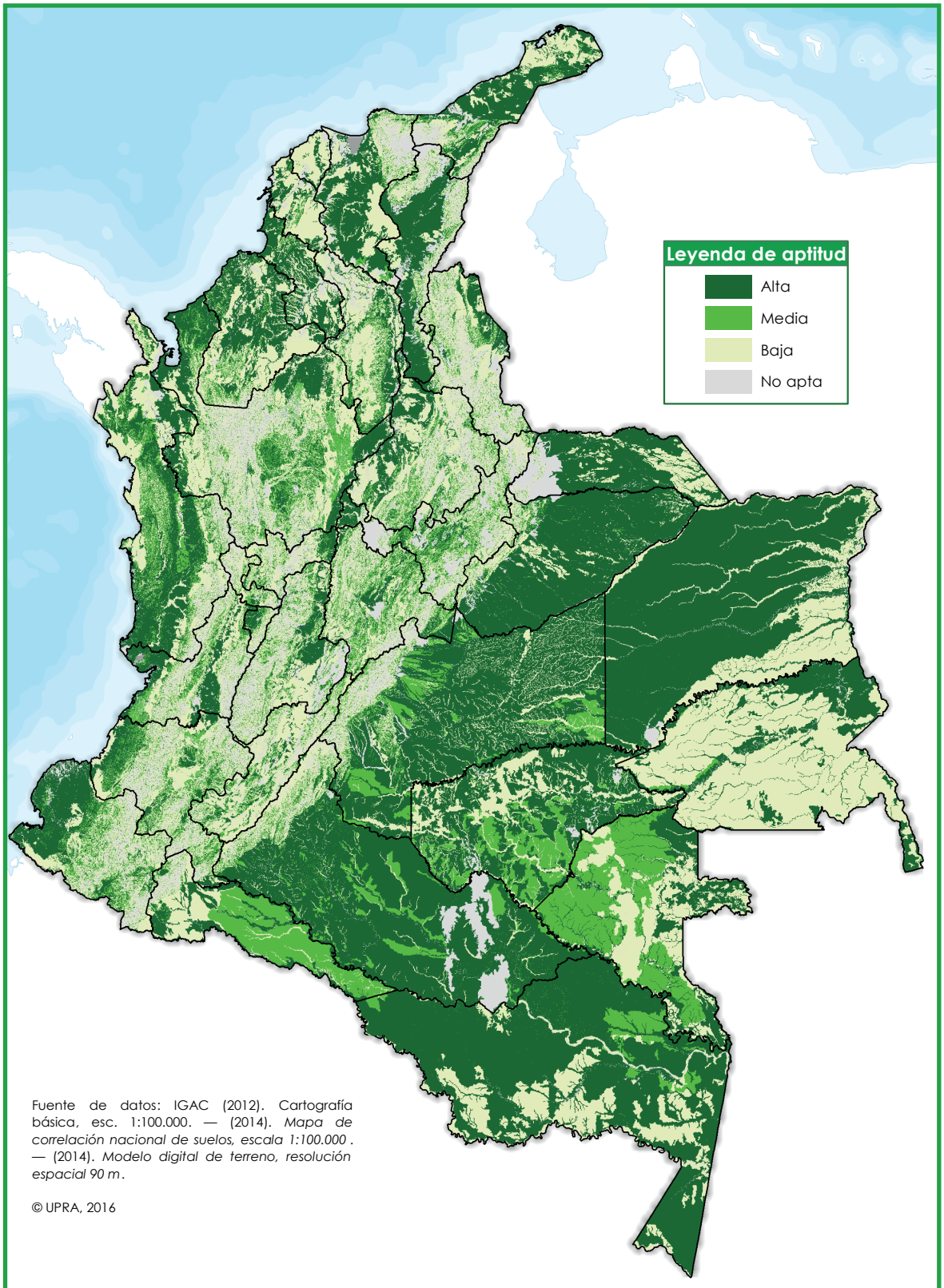
Árbol de decisión del criterio

Pendiente (%)	Pedregosidad	Textura	Aptitud
≤ 12	No pedregoso	F, FL, FA, FArA, FArL	A1
		FAr, ArA, ArL, L	A1
		A, AF, Ar	A3
		Ar (oxisoles, ultisoles)	A2
	Pedregoso	Cualquiera	N1
> 12 - ≤ 25	No pedregoso	F, FL, FA, FArA, FArL	A2
		FAr, ArA, ArL, L	A2
		A, AF, Ar	A3
		Ar (oxisoles, ultisoles)	A2
	Pedregoso	Cualquiera	N1
> 25 - ≤ 50	No pedregoso	F, FL, FA, FArA, FArL	A3
		FAr, ArA, ArL, L	A3
		A, AF, Ar	A3
	Pedregoso	Cualquiera	N1
> 50	Cualquiera	Cualquiera	N1

Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos

Representación cartográfica del criterio



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

© UPRA, 2016

CRITERIO CAPACIDAD DE LABOREO

Fuentes de información

IGAC. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá, 119 pp.

- -. (2012). 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.
- -. (2014). Modelo digital de terreno, resolución espacial 90 m.

1.3.1 Variable pendiente

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung	
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 manejó de acuerdo con los rangos adoptados por el IGAC (2010), según la siguiente tabla:

Clase compuesta	%
Plana	0–3
Ligeramente ondulada	3–7
Moderadamente ondulada o ligeramente quebrada	7–12
Fuertemente ondulada o moderadamente quebrada	12–25
Ligeramente escarpada o fuertemente quebrada	25–50
Moderadamente escarpada o moderadamente empinada	50–75
Fuertemente escarpada o fuertemente empinada	>75

Importancia de la variable para el cultivo

La pendiente influye en la toma de decisiones para el establecimiento del cultivo comercial de papaya. De acuerdo con el desempeño de la maquinaria, se puede trabajar en pendientes sin mayores dificultades hasta del 25 %; de aquí en adelante, a medida que aumenta la inclinación del terreno, se dificultan las prácticas culturales tanto para el establecimiento como para el mantenimiento y cosecha 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 pérdidas de suelo.

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

Pendientes mayores del 50 %, se excluyen para el CULTIVO COMERCIAL DE PAPAYA, debido a que esta clase de pendientes dificultan el uso de la maquinaria para todas las labores de labranza.

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 con resolución de 90 m.

El nivel de aproximación no muestra con claridad en el mapa las pendientes fuertes, especialmente las mayores del 50 %.

Metodología de procesamiento de la información

El proceso utilizado para la generación de la capa de pendientes por rangos fue automatizado por medio del uso de funciones de SIG, a partir de DEM SRTM de 90 m. Se usaron los rangos tradicionales utilizados por el IGAC para los estudios de suelos, los cuales se relacionan con las posibilidades de mecanización.

Rangos para la asignación de valores de aptitud

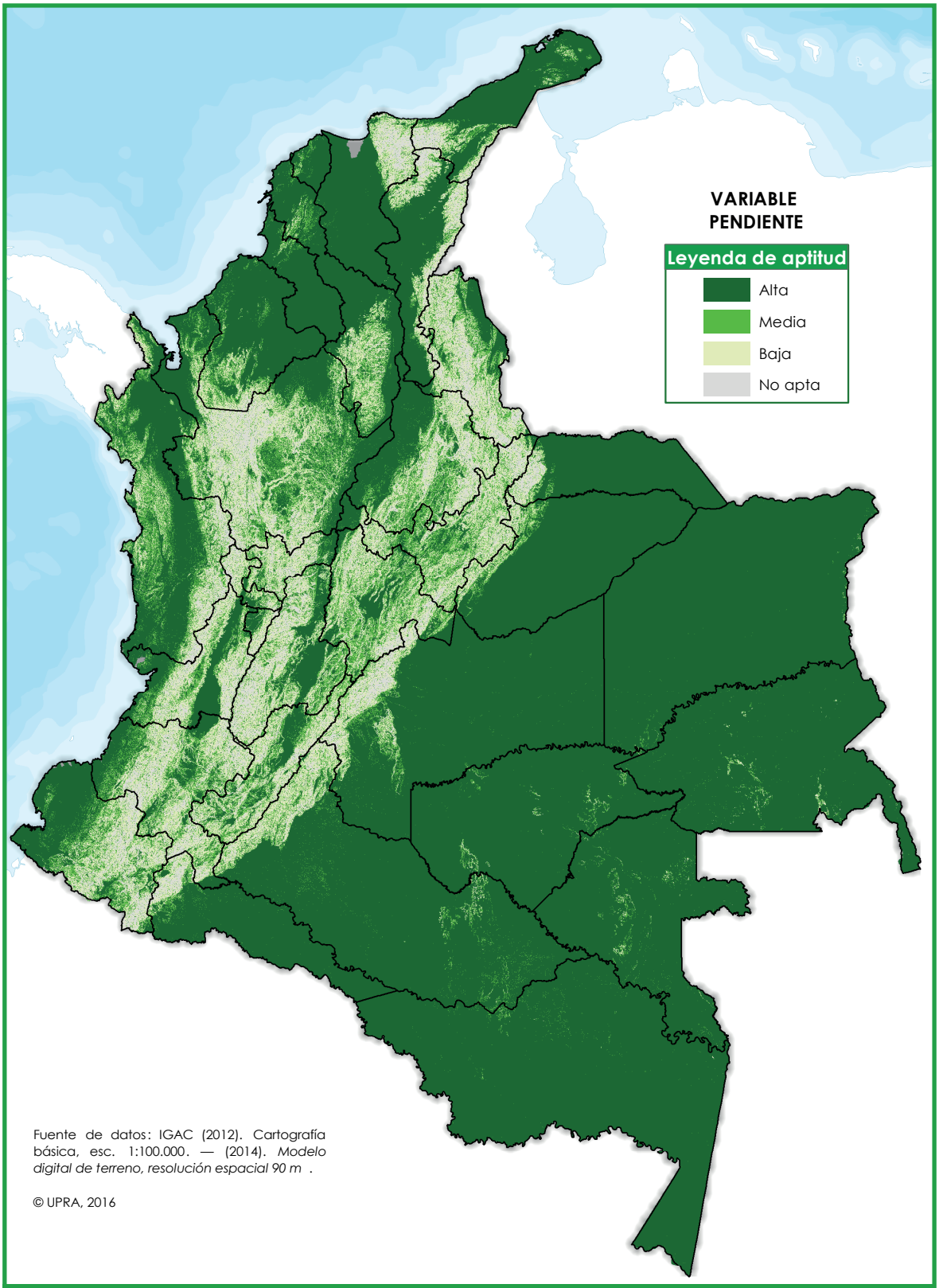
Esta variable presenta los siguientes rangos de aptitud:

Pendiente (%)	Aptitud
≤12	A1
>12-≤ 25	A2
>25-≤50	A3
>50	N1

Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos.

Representación cartográfica de la variable



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

© UPRA, 2016

CRITERIO CAPACIDAD DE LABOREO

Fuentes de información

IGAC. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá, 119 pp.

- -. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- -. (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000.
- -. (2014). Modelo digital de terreno, resolución espacial 90 m.
- Zúñiga, H. (2010). La pendiente compleja atributo del territorio, útil en el ordenamiento espacial del municipio. Bogotá.

1.3.2 Variable textura

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung	
Componente: físico. Subcomponente: edáfico		
Criterio asociado: capacidad de laboreo		
Variable: textura	**Unidad de medida:** Adimensional (clase textural)	
Tipo de criterio asociado	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

Definición

Hace referencia a la 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), se consignan en la siguiente tabla:

Clases texturales

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

Importancia de la variable para el cultivo

La clase textural influye en el establecimiento del cultivo de papaya, porque de esta y de la forma como se encuentra estructurado el suelo permite que ofrezca resistencia al rompimiento o a su deformación.

Para que los implementos, ya sean manuales o mecánicos, penetren con facilidad el suelo, se necesita una composición en proporciones similares de arena, limo arcilla. Suelos con altos contenidos de arcilla se vuelven pesados y pegajosos (cuando las arcillas son de relación 2:1), los suelos arenosos desgastan los filos de las herramientas y dificultan la construcción de surcos y drenajes.

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

Debido a que los tipos de textura representan diferentes grados de dificultad para el movimiento del suelo, el uso de la maquinaria y los implementos, no se excluye alguna clase de ellas por no presentar una dificultad extrema para las labores de labranza.

Limitantes de la evaluación de la variable

La mayoría de las unidades cartográficas de suelos en los estudios generales, representan asociaciones o complejos de suelos, que dificultan su calificación; 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 es posible reflejar en la calificación de toda la unidad.

Metodología de procesamiento de la información

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

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

Rangos para la asignación de valores de aptitud

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

Las clases texturales con aptitud moderada (A2), corresponden a las que presentan altos contenidos de arcillas, que pueden compactar el suelo y generar pegajosidad. Los suelos con dominancia de arcillas 1:1 (oxisoles, ultisoles), se incluyeron en la aptitud moderada (A2), por su baja pegajosidad, al igual que los histosoles, ya que estos son susceptibles a la compactación y generan problemas de subsidencia.

Las clases texturales con aptitud marginal (A3) corresponden, en primer lugar, a la arcillosa porque genera alta pegajosidad e impiden el desempeño óptimo de la maquinaria; en segundo lugar, texturas gruesas porque no son eficientes en la retención de humedad y desgastan más rápidamente los implementos.

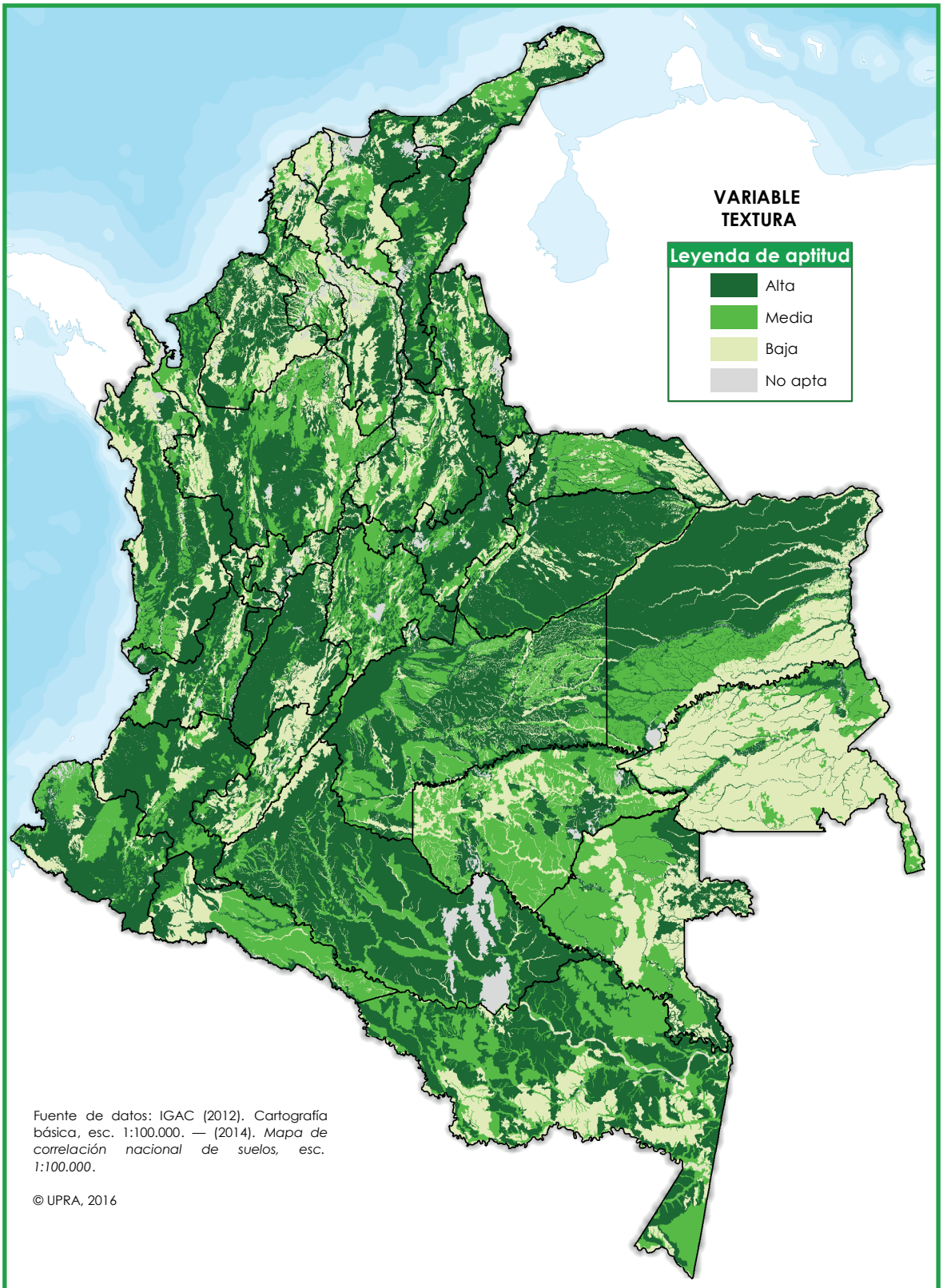
Rangos de aptitud

Textura (clase textural)	Aptitud
F, FL, FA, FArA, FArL	A1
FAr, ArA, ArL, L	A2
A, AF, Ar	A3

Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos.

Representación cartográfica de la variable



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

© UPRA, 2016

CRITERIO CAPACIDAD DE LABOREO

Fuentes de información

IGAC. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá, 119 pp.

- -. (2012). 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.
- Montenegro, H. y Malagón, D. (1990). Propiedades físicas de los suelos. Bogotá: IGAC, pp. 101 y 157.

1.3.3 Variable pedregosidad

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung	
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

Hace referencia a las cantidades de fragmentos de roca presentes en el suelo. De acuerdo con Van Wambeke y Forbes (1987), los fragmentos de roca son trozos sueltos de roca de 2 mm de diámetro o mayores. Según los mismos autores, los fragmentos se reconocen de acuerdo con 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, de acuerdo con los contenidos del manual de códigos (IGAC, 2010).

Clases por recubrimiento de fragmentos rocosos en la superficie de suelo

CLASE	RECUBRIMIENTO SUPERFICIAL
NO PEDREGOSO	
Sin piedras, o con muy pocas piedras que no interfieren con el cultivo.	Las piedras cubren menor del 5 % del área.
LIGERAMENTE PEDREGOSO	
Piedras suficientes para interferir, pero no imposibilitar las labores requeridas para cultivos de arrancar.	La pedregosidad cubre entre 5 y 15 % del área.
MODERADAMENTE PEDREGOSO	
Piedras suficientes para imposibilitar las labores requeridas por los cultivos de arrancar, pero el suelo puede prepararse para siembra de cultivos permanentes o semipermanentes, forrajes o pastos mejorados.	Las piedras cubren entre 15 y 35 % del área.
PEDREGOSO	
El uso de maquinaria pesada es impedido por la presencia de piedras que imposibilitan las labores requeridas por los cultivos, pero el suelo puede prepararse para siembra de cultivos permanentes o semipermanentes, forrajes o pastos mejorados.	Las piedras cubren entre 35 y 50 % del área.
MUY PEDREGOSO	
El uso de toda maquinaria está imposibilitado. Puede utilizarse para pastos de corte o bosques.	Las piedras cubren entre 50 y 75 % del área.
EXCESIVAMENTE PEDREGOSO	
Superficie prácticamente pavimentada de piedras de difícil remoción. MR: misceláneo rocoso	Las piedras cubren más del 75 % del área.

Importancia de la variable para el cultivo

Los fragmentos de roca en el suelo son muy importantes en la zonificación del cultivo comercial de papaya, porque tienen influencia en las prácticas de laboreo, cuando se usa maquinaria, equipos e implementos, y también porque dificultan todas las prácticas culturales necesarias para el óptimo desarrollo del cultivo comercial de papaya.

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

Se ha considerado que áreas donde hay fragmentos de roca mayor al 35 %, no son aptas (N1) para el cultivo comercial de papaya, debido a que el porcentaje de recubrimiento es tan alto, que no permite las prácticas de laboreo, principalmente en lo que se refiere al uso de maquinaria, equipos e implementos relacionados con el movimiento del suelo.

Limitantes de la evaluación de la variable

Forma como se encuentra registrada la información en la base del mapa de geopedología: solamente aparece fase pedregosa y no pedregosa; sin especificar rangos por porcentaje.

Metodología de procesamiento de la información

Las clases de pedregosidad se obtuvieron a partir de la capa de geopedología unificada del territorio colombiano (IGAC, 2014).

La variable se tomó únicamente como aparece en los registros de la información de la base de datos, es decir, fase pedregosa o no pedregosa, pero sin especificar rangos por porcentaje. Se asume que cuando la fase es pedregosa, la cantidad de fragmentos de roca es mayor al 35 %; por lo tanto, las áreas no tienen aptitud (N1).

Rangos para la asignación de valores de aptitud

De acuerdo con diferentes consultas con productores, reportes técnicos y Minagricultura, se determinaron como tierras con aptitud alta (A1) los suelos sin pedregosidad (< 35 %), excluyendo la presencia mayor de 35 % de pedregosidad por volumen, porque impide el desempeño de la maquinaria.

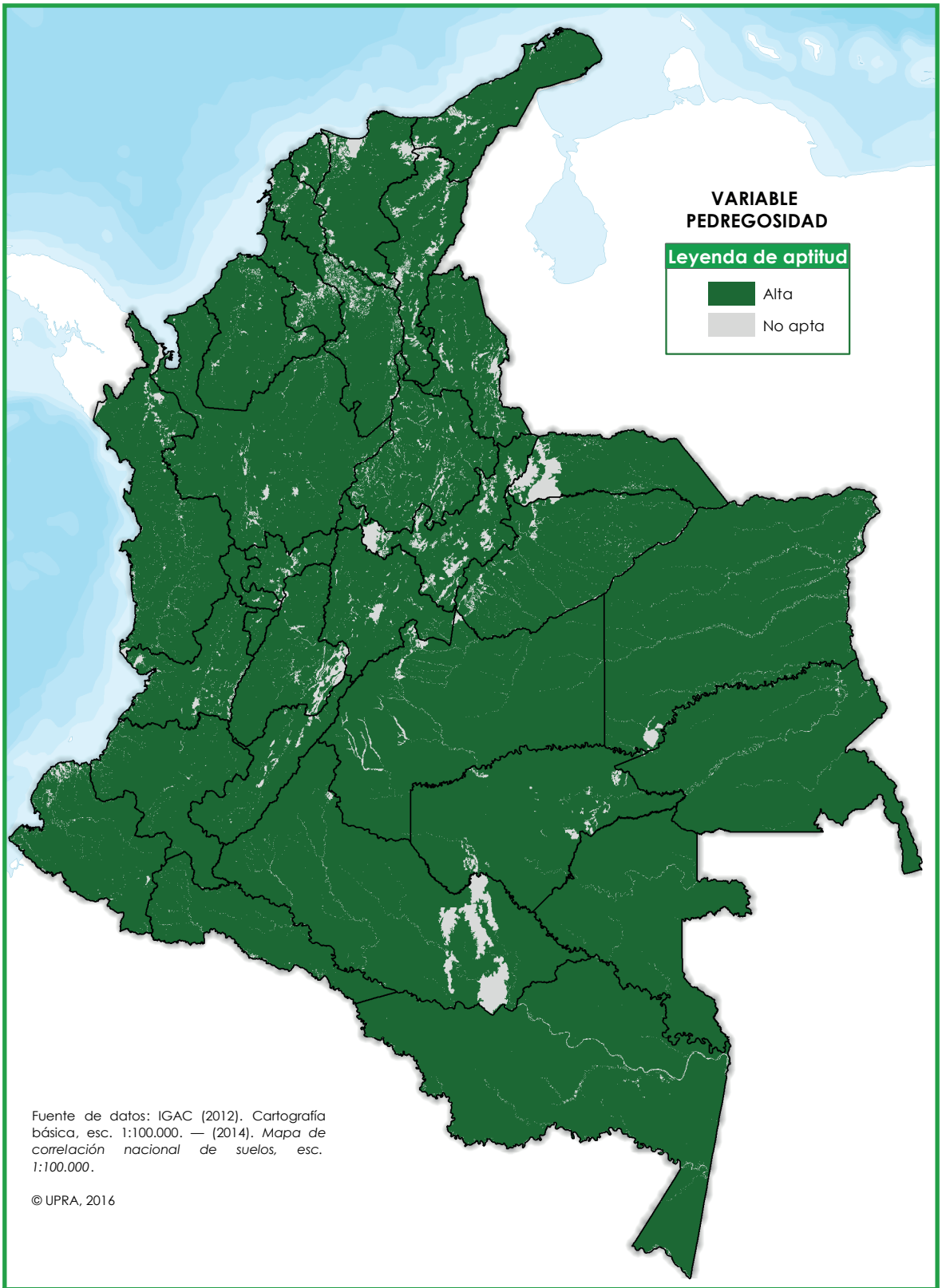
Rangos de aptitud

Pedregosidad	Aptitud
No pedregoso	A1
Pedregoso	N1

Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos

Representación cartográfica de la variable



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

© UPRA, 2016

CRITERIO CAPACIDAD DE LABOREO

Fuentes de información

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

- -. (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000.
- -. (2014). Modelo digital de terreno, resolución espacial 90 m.

1.4 Criterio disponibilidad de oxígeno

Ficha metodológica de criterio		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung	
Componente: físico. Subcomponente: edáfico		
Criterio: disponibilidad de oxigeno		
Tipo de criterio	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Variables asociadas al criterio		
• Susceptibilidad a inundaciones, expresado como grado de susceptibilidad. • Drenaje natural, expresado como clases de drenaje.		

Definición

Cualidad que indica las condiciones de aireación del suelo. Cuando el suelo está libre de saturación de agua, los poros del suelo permiten la libre circulación del CO_2 hacia la atmósfera y la entrada del oxígeno del exterior, para ser absorbido por las plantas.

Importancia del criterio para el cultivo

La aireación del suelo permite el desarrollo de las raíces aeróbicas y, por ende, todas las funciones fisiológicas de las plantas.

Por otro lado, la tendencia de los terrenos planos a ser inundados y permanecer encharcados, puede afectar el desarrollo normal de las plantas de papaya, porque la ausencia de oxígeno en la matriz del suelo, se considera como una intoxicación para las plantas.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado

Debido a los largos períodos de saturación de agua, se ha considera que suelos con drenaje natural pobre y muy pobre no tienen aptitud (N1) para establecer cultivos comerciales de papaya, ya que representan ausencia de oxígeno; por lo tanto, significan grados de intoxicación a nivel de las raíces de las plantas. Los terrenos que son susceptibles a inundaciones frecuentes o muy frecuentes, también se consideran no aptos (N1) para el cultivo comercial de papaya.

Limitantes para la evaluación del criterio

La mayoría de las unidades cartográficas de suelos, a escala 1:100.000, son asociaciones, donde para cada una de las variables que conforman el criterio, se califica el componente taxonómico de mayor representatividad dentro de la unidad; esto significa que dentro de la unidad 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 mejor precisión en la delimitación de las áreas no aptas (N1) para el cultivo; solamente permite conocer si el polígono de suelos es inundable, o no inundable.

Metodología de procesamiento de la información

Para las clases de aptitud por susceptibilidad a inundaciones se tomó como base el mapa de susceptibilidad de los suelos a inundaciones contenido en el estudio de Conflictos de uso del territorio colombiano (IGAC et al., 2012) y para el drenaje natural, la capa de geopedología unificada del territorio colombiano (IGAC, 2013), dando la calificación que se consideró en las variables:

Susceptibilidad a inundaciones	Aptitud
No hay	A1
Ocasionales	A2
Frecuentes y muy frecuentes	N1

Drenaje natural	Aptitud
Bueno y excesivo	A1
Moderado	A2
Imperfecto	A3
Pobre y muy pobre	N1

Los rangos de aptitud de cada variable están dados de acuerdo con diferentes consultas con técnicos, productores y reportes para el cultivo.

Rangos para la asignación de valores de aptitud

El argumento para discriminar los diferentes niveles de aptitud del criterio, fue la limitación que cada variable representa en el desarrollo ideal del cultivo, ya que reduce las posibilidades de un buen desarrollo de las plantas y el nivel de fructificación.

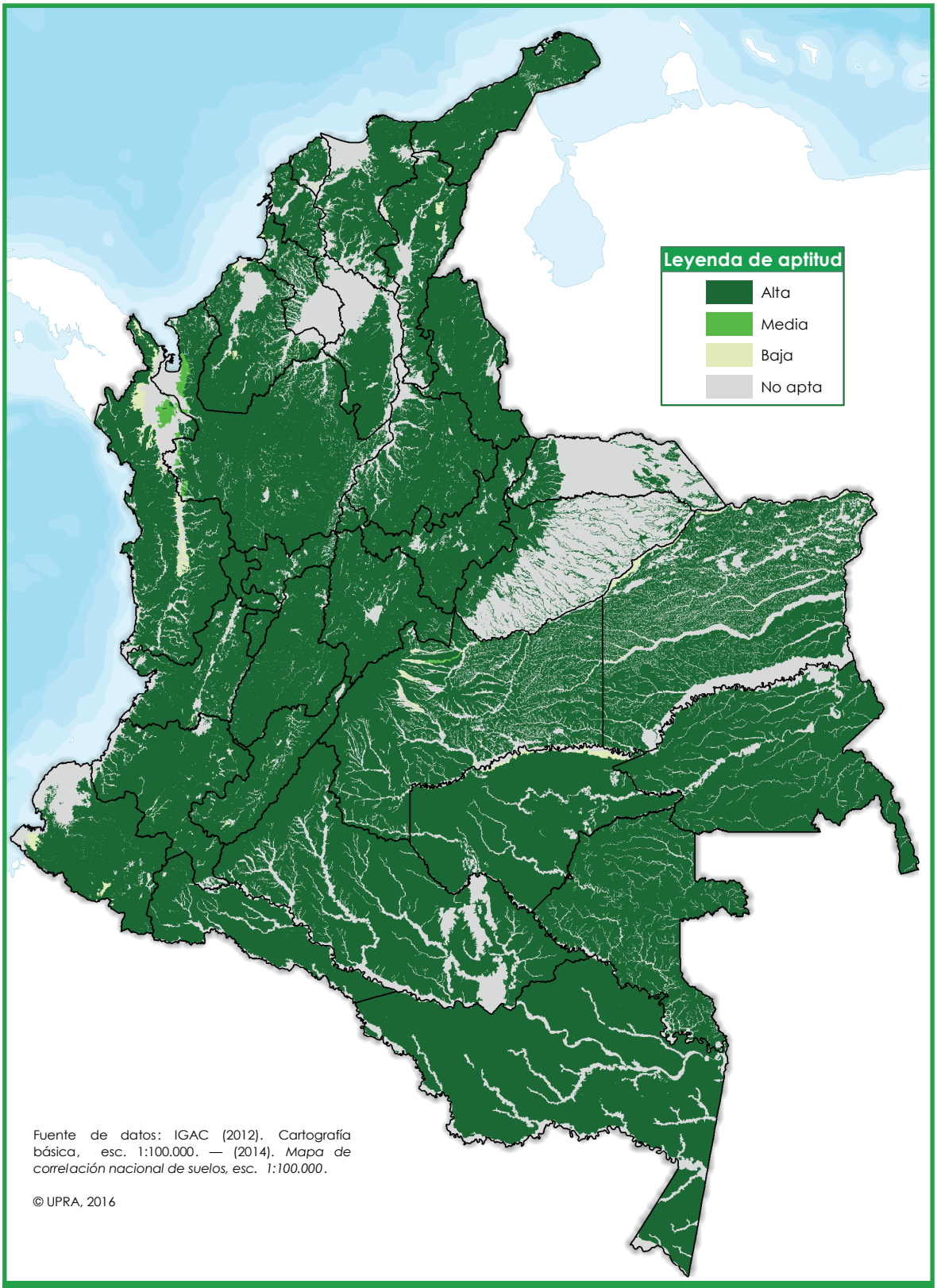
Árbol de decisión para el criterio

Drenaje natural	Susceptibilidad a inundaciones	Aptitud
Bueno y excesivo	No hay	A1
	Ocasionales	A1
	Frecuentes, muy frecuentes	N1
Moderado	No hay	A1
	Ocasionales	A2
	Frecuentes, muy frecuentes	N1
Imperfecto	No hay	A3
	Ocasionales	A3
	Frecuentes, muy frecuentes	N1
Pobre y muy pobre	Cualquiera	N1

Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos

Representación cartográfica del criterio



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

© UPRA, 2016

CRITERIO DISPONIBILIDAD DE OXÍGENO

Fuentes de información

- Cortés, A. y Malagón, D. (1984). Los levantamientos agrológicos y sus aplicaciones múltiples. Bogotá: Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, 360 pp.
- IGAC. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá, 119 pp.
- -. (2012). 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.

1.4.1 Variable susceptibilidad a inundaciones

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung	
Componente: físico. Subcomponente: edáfico		
Criterio asociado: disponibilidad de oxígeno		
Variable: susceptibilidad a inundaciones	**Unidad de medida:** frecuencia/año	
Tipo de criterio asociado	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

Definición

De acuerdo con la Unesco, la inundación se define como: 1) desbordamiento del agua fuera de los confines normales de un río o cualquier masa de agua; 2) acumulación de agua procedente de drenajes en zonas que normalmente no se encuentran anegadas (WMO-UNESCO, 2012).

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 presenta cuando el nivel de las aguas causantes se retira y el agua no drena, sino que permanece en el lugar. Este ocurre en zonas cóncavas a los lados de las corrientes hídricas (basines o cubetas) y en áreas depresionales de las partes altas (bajos o depresiones).

El IGAC clasifica las inundaciones y encharcamientos de acuerdo con la frecuencia en que ocurren y la duración, de acuerdo con las siguientes tablas:

Clases de frecuencias de las inundaciones y/o encharcamientos

Clase	Evento
No hay	-
Rara	Una cada 10 o más años
Ocasional	Una cada 2 a 5 años
Frecuente	Una a dos por año
Muy frecuente	Más de dos por año

Clases por duración de las inundaciones y/o encharcamientos

Clase	Descripción
Extremadamente corta	Menor de un (1) día
Muy corta	De 1 a 2 días
Corta	De 2 a 7 días
Larga	De 7 a 30 días
Muy larga	De 30 a 90 días
Extremadamente larga	De 90 a 180 días

Importancia de la variable para el cultivo

Las inundaciones, afectan el desarrollo de la mayor parte de las especies vegetales, aún más cuando duran largos períodos de tiempo.

La tolerancia a las inundaciones y a los encharcamientos por parte de las plantas depende de cada especie. El cultivo de papaya no es tolerante a los encharcamientos e inundaciones no sólo por el daño directo causado por falta de oxígeno en el sistema subterráneo, sino por el desarrollo de enfermedades que pueden llevar a la muerte de las plantas.

Para el caso concreto de este ejercicio, se toma la información de forma indirecta según la frecuencia de inundaciones, de acuerdo con la relación con las zonas inundables identificadas en los mapas de suelos del país.

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

Se excluyen las áreas que presentan o son susceptibles a las inundaciones o a encharcamientos frecuentes y muy frecuentes, debido a que se reduce la disponibilidad de oxígeno y afecta la producción de este cultivo. Por lo tanto, estas zonas se consideran no aptas (N1).

Limitantes de la evaluación de la variable

En la base de datos del mapa geopedológico muchas unidades cartográficas no registran información sobre fases por inundación o encharcamiento; por lo tanto, en la zonificación para el cultivo comercial de papaya, se incluye su análisis, tomando como base algunas formas de terreno, tipos de relieve, información de los perfiles modales y también el régimen de humedad que proporcionan los nombres taxonómicos, sin pretender excluir el total de las zonas inundables, debido a que no se puede predecir la duración del evento, que es causante de los daños en los cultivos.

Metodología de procesamiento de la información

Se tomó como base el mapa de susceptibilidad de los suelos a inundaciones contenido en el estudio de conflictos de uso del territorio colombiano (IGAC et al. 2012).

Después de complementada la base de datos con la presencia o no presencia de inundaciones, se procedió a inferir el tiempo de duración con las variables de paisaje, drenaje natural y nemotecnia de los nombres taxonómicos.

Rangos para la asignación de valores de aptitud

El establecimiento de los rangos de aptitud se discrimina por la frecuencia de las inundaciones, según la evaluación de su probable ocurrencia.

En las áreas donde no se registran inundaciones la aptitud es alta (A1); en zonas donde las inundaciones son ocasionales, la aptitud es media (A2); mientras que los terrenos inundables frecuentemente o muy frecuentemente, no son aptos para el establecimiento del cultivo de papaya.

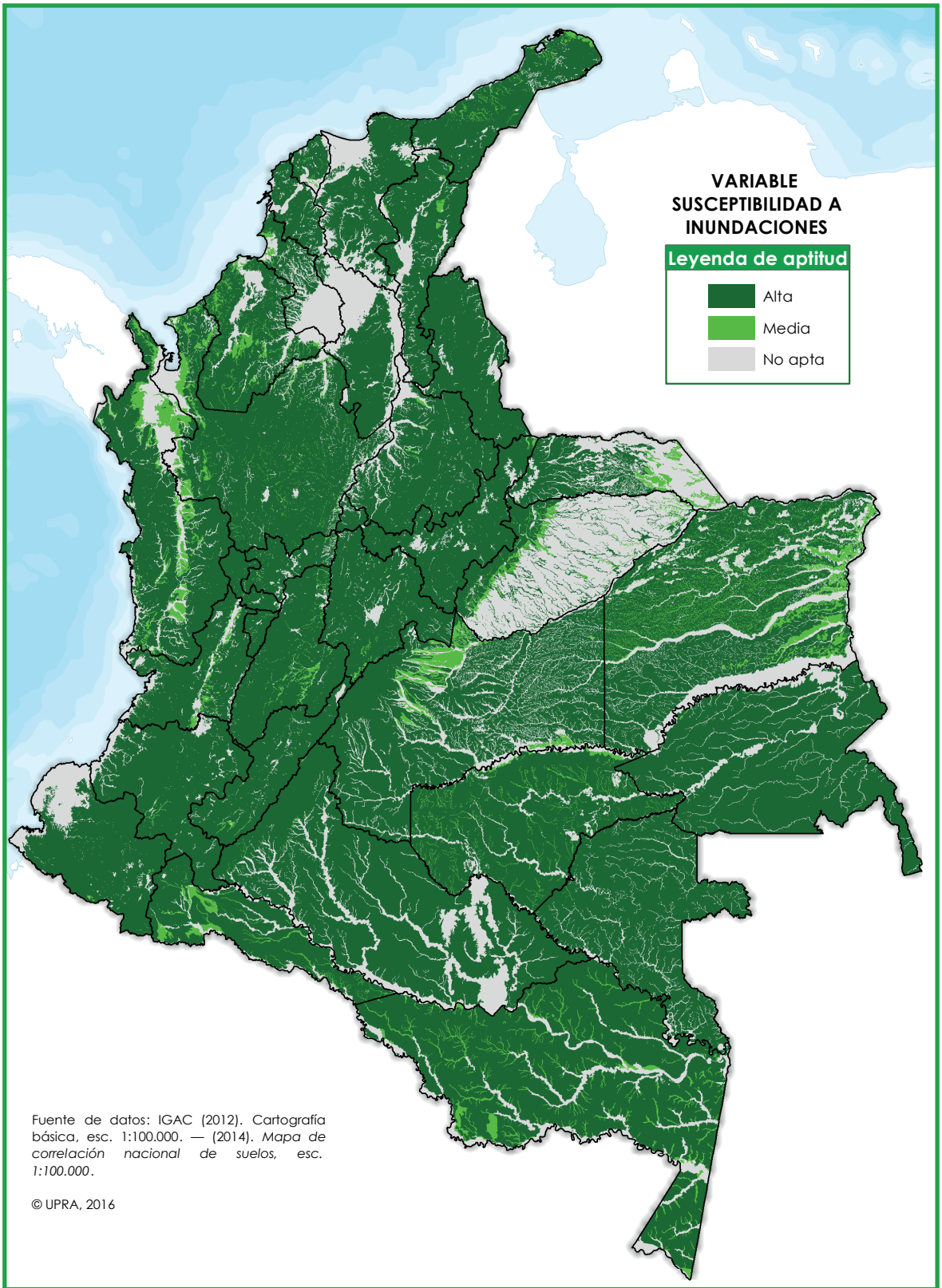
Rangos de aptitud

Susceptibilidad a inundaciones	Aptitud
No hay	A1
Ocasionales	A2
Frecuentes y muy frecuentes	N1

Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos)

Representación cartográfica de la variable



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

© UPRA, 2016

CRITERIO DISPONIBILIDAD DE OXÍGENO

Fuentes de información

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

1.4.2 Variable drenaje natural

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung	
Componente: físico. Subcomponente: edáfico		
Criterio asociado: disponibilidad de oxígeno		
Variable: drenaje natural	**Unidad de medida:** clase de drenaje	
Tipo de criterio asociado	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

Definición

Se define como la rapidez y el grado de eliminación de agua del suelo por la escorrentía y el flujo a través del suelo en los espacios subterráneos (USDA, 1961).

El drenaje natural combina los drenajes interno y externo del suelo, tiene en cuenta la relación entre la pendiente, la escorrentía y la infiltración, y las evidencias de procesos de óxido-reducción colores gley, así como de la profundidad a la cual aparece el nivel freático (Cortés y Malagón, 1984).

Las clases de drenaje natural son: muy pobre, pobre, imperfecto, moderado, bueno (bien), moderadamente excesivo y excesivo. Está en función de la pendiente, la forma de terreno y la permeabilidad.

Importancia de la variable para el cultivo

El cultivo de papaya, no es tolerante a suelos pobre y muy pobremente drenados. Las condiciones de mal drenaje implican requerimientos de obras de adecuación de tierras que favorezca el movimiento del agua interna y de la escorrentía.

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

Para el cultivo de papaya se consideran no aptos (N1) los suelos con drenaje natural pobre y muy pobre, debido a que son suelos que no tienen oxígeno disponible para las plantas y permanecen saturados con agua la mayor parte del año que provocan daños directos en las plantas y favorece el desarrollo de enfermedades.

Limitantes de la evaluación de la variable

La mayoría de las unidades cartográficas de suelos en los estudios generales, representan asociaciones; por lo tanto, se califica el mayor componente, lo que significa que algunos sectores no se pueden representar espacialmente, los cuales pueden ser favorables o desfavorables para el establecimiento del cultivo.

Metodología de procesamiento de la información

La metodología utilizada para evaluar la variable consistió en la utilización de la información de la capa de geopedología unificada para todo el país. En los casos en que no tienen información sobre drenaje natural dentro de la capa de geopedología, se complementó interpretando la taxonomía de los suelos presentes en las unidades cartográficas.

Rangos para la asignación de valores de aptitud

Los rangos de aptitud son los siguientes: Los suelos bien y excesivamente drenados tienen aptitud alta (A1), debido a que no hay restricciones por disponibilidad de oxígeno; el drenaje natural moderado tiene aptitud media (A2) por requerir de algunas obras de drenajes para optimizar el oxígeno disponible. El drenaje natural imperfecto tiene aptitud baja (A3) por falta de oxígeno disponible y por ende requerir de obras de mayor envergadura para adecuar el drenaje.

Se considera que los drenajes pobre y muy pobre no son aptos (N1) para el cultivo por tener agua, en o cerca de la superficie del suelo, la mayor parte del tiempo.

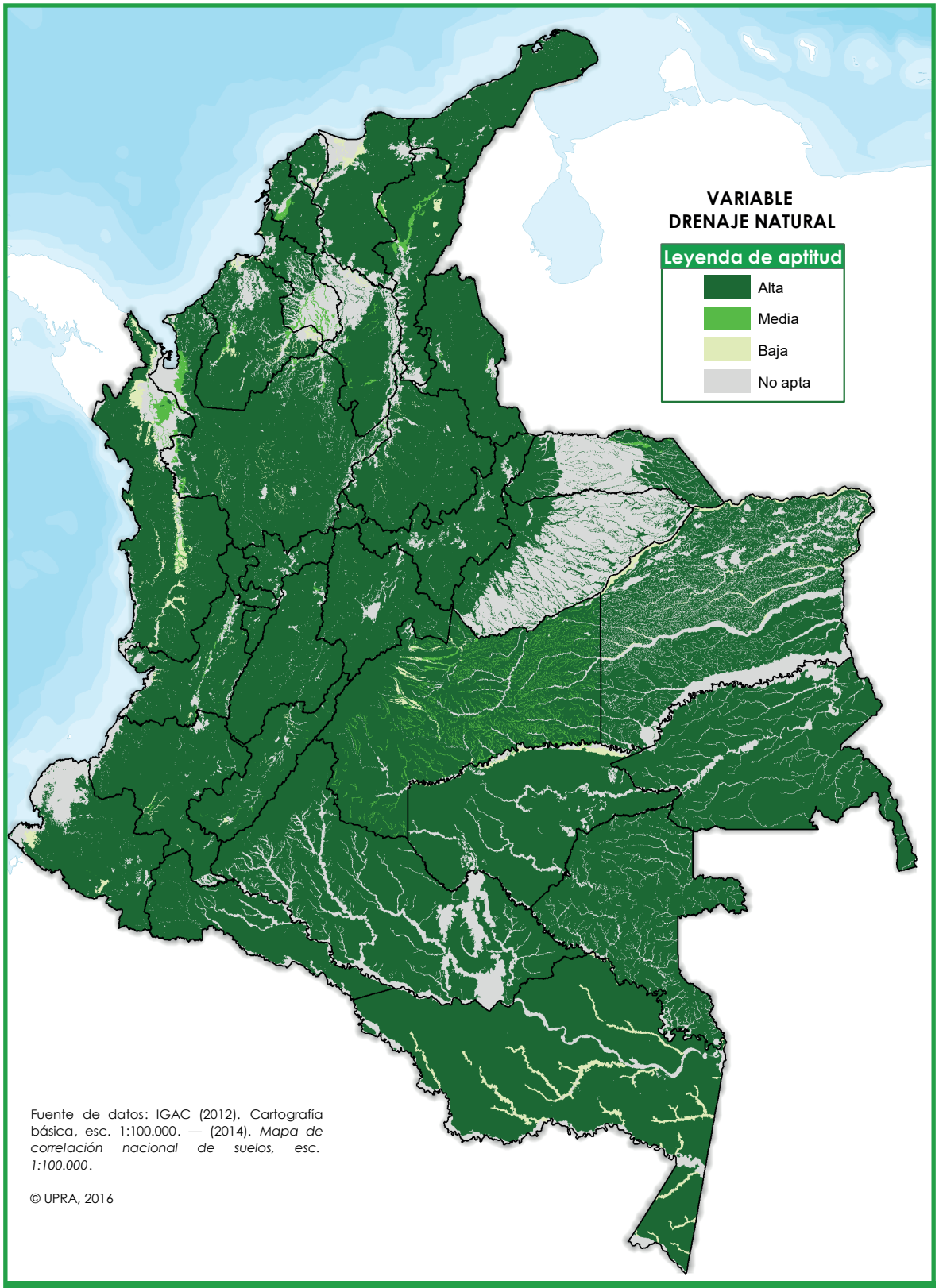
Rangos de aptitud

Drenaje natural	Aptitud
Bueno y excesivo	A1
Moderado	A2
Imperfecto	A3
Pobre y muy pobre	N1

Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos.

Representación cartográfica de la variable



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

© UPRA, 2016

CRITERIO DISPONIBILIDAD DE OXÍGENO

Fuentes de información

- Cortés, A. y Malagón, D. (1984). Los levantamientos agrológicos y sus aplicaciones múltiples. Bogotá: Fundación Universidad Jorge Tadeo Lozano, 360 pp.
- IGAC. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá, 119 pp.
- -. (2012). 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.
- Montenegro, H. y Malagón, D. (1990). Propiedades físicas de los suelos. Bogotá: IGAC, 813 pp.
- USDA. (1961). Land-Capability Classification. Agriculture Handbook no. 210. EUA: Soil Conservation Service USDA.

1.5 Criterio disponibilidad de humedad

Ficha metodológica de criterio		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung	
Componente: físico. Subcomponente: edáfico		
Criterio: disponibilidad de humedad		
Tipo de criterio	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Variables asociadas al criterio		
• Régimen de humedad, expresado como clase de régimen. • Textura, expresada como clase textural.		

Definición

Capacidad que tienen los suelos de almacenar agua aprovechable para las plantas en cantidades suficientes para su desarrollo; considera los movimientos interno y externo del agua en el suelo, y está relacionado con el contenido de agua en el suelo y la posibilidad de retención durante el año. 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.

El criterio está definido desde la interacción del régimen de humedad (número de días consecutivos o acumulados en que su sección control está seca, o sea humedad retenida a más de 15 bares o humedad <15 bares, pero mayor a 0) y la clase textural de los suelos.

Importancia del criterio para el cultivo

El agua es la responsable de muchas reacciones físicas, químicas y biológicas que suceden en el suelo, e interviene en el crecimiento de las plantas.

(N1) En condiciones naturales, donde no hay distritos de riego, la capacidad de retención de agua que tienen los suelos es de gran importancia, ya que, de ella, y de las condiciones climáticas de la región, depende el desarrollo de los cultivos comerciales de papaya.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado

Se ha considerado que los regímenes de humedad arídico, ácuico y perácuico no tienen aptitud para establecer cultivos comerciales de

papaya ya que, en el primer caso, no hay condiciones climáticas para el almacenamiento de humedad; en el segundo y tercero el suelo está saturado con agua. La papaya es una especie susceptible a los encharcamientos e inundaciones, porque la planta se asfixia con facilidad y es vulnerable al ataque de hongos en el tejido radicular. El régimen perácuico representa ausencia de oxígeno, por lo que significa intoxicación a nivel de las raíces de las plantas, lo que conlleva grandes pérdidas en la producción.

La textura no tiene niveles restrictivos, es decir, no se considera un límite que signifique que los suelos no son aptos para establecer cultivos de papaya.

Limitantes para la evaluación del criterio

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

Metodología de procesamiento de la información

Las clases de aptitud de cada una de las variables involucradas en el criterio se extractaron de la capa de geopedología unificada del territorio colombiano (IGAC, 2013), dando la calificación que técnicamente se consideró en cada una de las variables:

Régimen de humedad	Aptitud
Údico	A1
Ústico	A2
Arídico, ácuico y perácuico	N1

Textura	Aptitud
Ar, ArA, ArL, FAr, FArA, FArL, F	A1
FA, L, FL	A2
A, AF	A3

Los rangos de aptitud de cada variable, están dados de acuerdo con diferentes consultas realizadas con gremios, productores y reportes técnicos.

Rangos para la asignación de valores de aptitud

El argumento para discriminar los diferentes niveles de aptitud del criterio, fue la limitación que cada variable representa en el desarrollo del cultivo, ya que reduce las posibilidades de un buen desarrollo de las plantas, así como la formación de frutos en términos de producción y calidad.

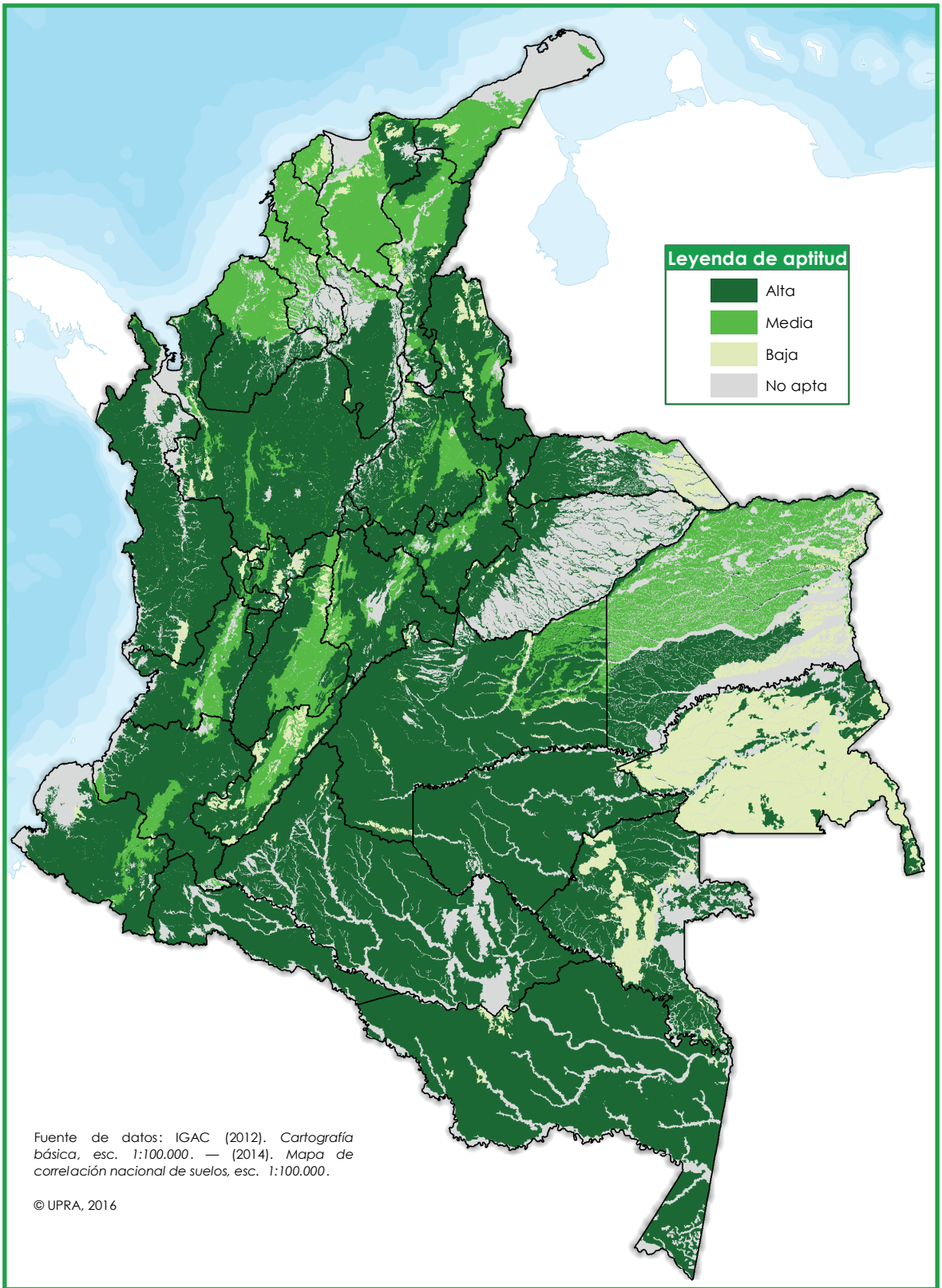
Árbol de decisión para el criterio

Régimen de humedad	Textura	Aptitud
Údico	Ar, ArA, ArL, FAr, FArA, FArL, F	A1
	FA, L, FL	A1
	A, AF	A3
Ústico	Ar, ArA, ArL, FAr, FArA, FArL, F	A2
	FA, L, FL	A2
	A, AF	A3
Arídico, ácuico y perácuico	Cualquiera	N1

Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos

Representación cartográfica del criterio



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

© UPRA, 2016

CRITERIO DISPONIBILIDAD DE HUMEDAD

Fuentes de información

- Cortés, A. y Malagón, D. (1984). Los levantamientos agrológicos y sus aplicaciones múltiples. Bogotá: Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, 360 pp.
- IGAC. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá, 119 pp.
- -. (2012). 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.
- Montenegro, H. y Malagón, D. (1990). Propiedades físicas de los suelos. Bogotá: IGAC, 813 pp.

1.5.1 Variable régimen de humedad

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung	
Componente: físico. Subcomponente: edáfico		
Criterio asociado: disponibilidad de humedad		
Variable: régimen de humedad	**Unidad de medida:** adimensional (clase de régimen)	
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 cual la sección control de humedad del suelo no está seca en cualquier parte durante tanto tiempo como 90 días acumulativos en años normales.

Perúdico: del latín per, a lo largo en el tiempo, y del latín udus, húmedo; en climas donde la precipitación supera la evapotranspiración en todos los meses en años normales, la tensión de humedad raramente alcanza 100 kPa en la sección de control de humedad del suelo, aunque hay breves períodos ocasionales, cuando se utiliza un poco de humedad almacenada. El agua se mueve a través del suelo en todos los meses cuando no se congela.

Ústico: 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, en 90 o más días acumulativos en años normales. Es húmedo, sin embargo, en alguna parte, ya sea durante más de 180 días acumulativos por año o 90 o más días consecutivos.

Ácuico: 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: hay suelos, sin embargo, en la que el agua subterránea está siempre en o muy cerca de la superficie. Ejemplos de ello son los suelos de marismas de marea o en el litoral, depresiones cerradas, alimentadas por arroyos perennes.

Arídico: regímenes de humedad arídico y tórrido (del 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 lo que 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 papaya hay muy poca infraestructura de riego; por lo tanto, la disponibilidad natural de agua en el suelo es

clave para el desarrollo del cultivo.

Los regímenes de humedad están condicionados a la distribución de las lluvias de cada una de las regiones y al número de días secos consecutivos durante el año. El régimen de humedad údico es el óptimo para el cultivo de papaya, debido a que se asocia al régimen de lluvias bimodal.

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

Se excluyen como no aptas (N1) las zonas con regímenes de humedad de condiciones extremas por exceso (régimen ácuico y perácuico) o por déficit (régimen arídico), debido a que requieren grandes obras de adecuación de tierras, orientadas al drenaje en el primer caso y, de riego, para el segundo.

Limitantes de la evaluación de la variable

La mayoría de las unidades cartográficas de suelos en los estudios generales, representan unidades cartográficas denominadas asociaciones (tienen dos o más componentes taxonómicos), se calificó el régimen de humedad del componente taxonómico de mayor porcentaje. Esto significa que dentro de un área determinada 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 realizó a partir de la información de la capa de geopedología unificada para todo el país (IGAC, 2013). En los casos que no tienen definidos el régimen de humedad dentro de la capa de geopedología, se complementó interpretando la nemotecnia que brinda la clasificación taxonómica de los suelos presentes en las unidades cartográficas.

Rangos para la asignación de valores de aptitud

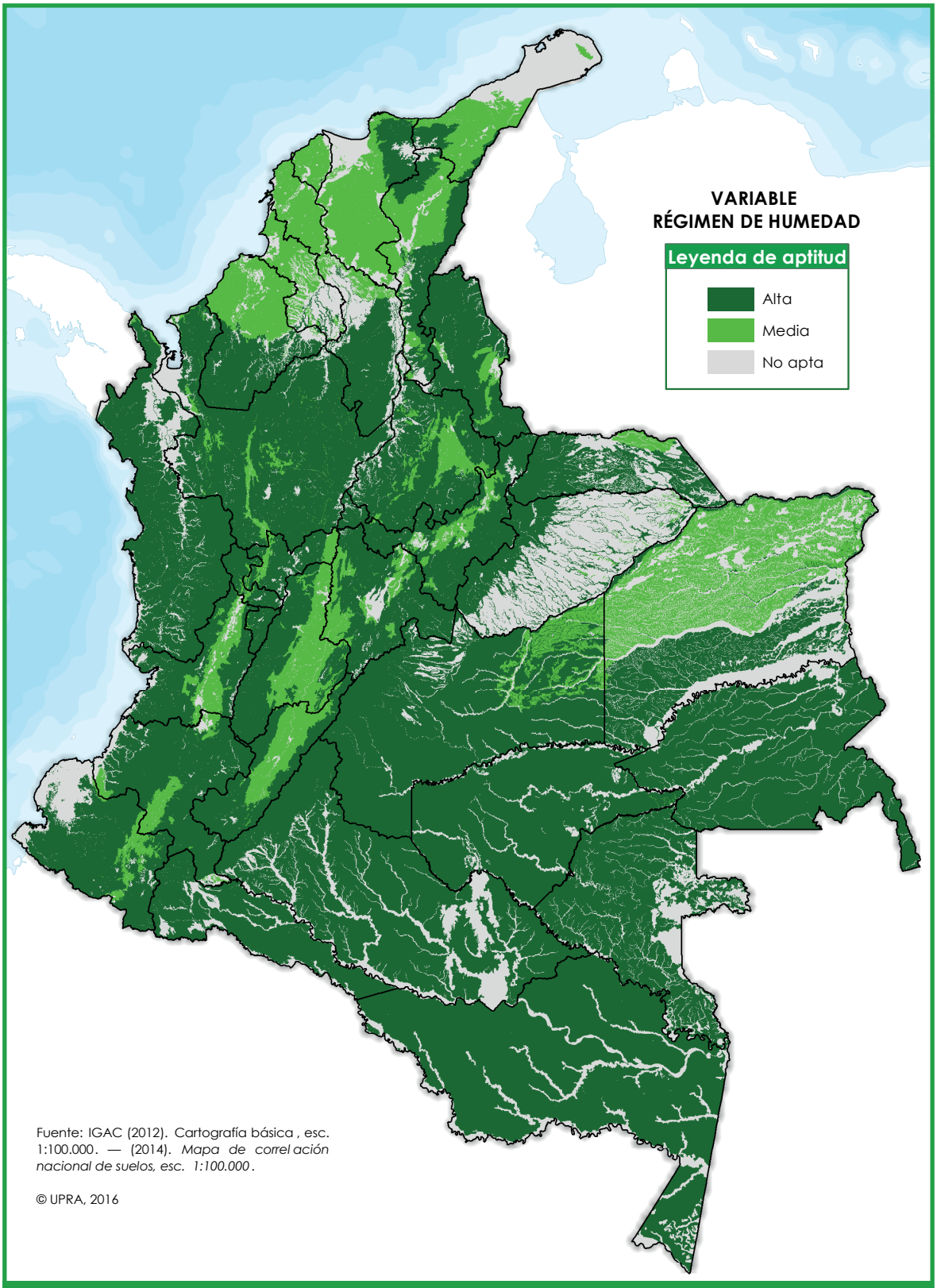
Se consideran para el cultivo comercial de papaya, los siguientes rangos de aptitud:

Régimen de humedad	Aptitud
Údico	A1
Ústico	A2
Arídico, ácuico y perácuico	N1

Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos

Representación cartográfica de la variable



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

© UPRA, 2016

CRITERIO DISPONIBILIDAD DE HUMEDAD

Fuentes de información

Cortés, A. y Malagón, D. (1984). Los levantamientos agrológicos y sus aplicaciones múltiples. Bogotá: Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, 360 pp.

IGAC. (1990). Propiedades físicas de los suelos. Bogotá. 813 pp.

- -. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá, 119 pp.
- -. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000.
- -. (2013). Mapa de geopedología de Colombia, escala 1:100.000.
- -. (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000.
- USDA. (2014). Keys to Soil Taxonomy. EUA: USDA. Soil Survey Staff.

1.5.2 Variable textura

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung	
Componente: físico. Subcomponente: edáfico		
Criterio asociado: disponibilidad de humedad		
Variable: textura	**Unidad de medida:** adimensional (clase textural)	
Tipo de criterio asociado	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

Definición

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).

Las clases texturales de acuerdo con el triángulo textural (IGAC, 2010), se consignan en la siguiente tabla:

Clases texturales

Arenosa (A)	Franco arcillo arenosa (FArA)
Arenosa franca (AF)	Franco arcillosa (FAr)
Franco arenosa (FA)	Franco arcillo limosa (FArL)
Franca (F)	Arcillo arenosa (ArA)
Franco limosa (FL)	Arcillo limosa (ArL)
Limosa (L)	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, dado que las propiedades físicas de los suelos son determinadas en gran parte por esta variable.

La textura es una propiedad física que se usa para evaluar las variables de capacidad para retener agua, (texturas finas retienen más agua que las texturas gruesas), la CIC (capacidad para retener elementos nutritivos), permeabilidad e índices de plasticidad; en taxonomía se usa como parámetro para clasificar los suelos.

En la medida que los suelos presenten mayores porcentajes de arcilla, se aumenta proporcionalmente la capacidad de retener humedad; los tamaños de partículas más gruesos facilitan la permeabilidad, más no la retención.

También se relaciona con la porosidad donde el espacio entre partículas permite que circule el oxígeno, favorece la aireación y la penetración de las raíces a través del perfil del suelo.

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

Si bien es cierto que las diferentes clases texturales tienen capacidades muy diferentes de retener agua, no se considera que alguna de ellas se excluya por su mínima o máxima capacidad de retención, aunque los rendimientos pudieran ser diferentes.

Limitantes de la evaluación de la variable

La mayoría de las unidades cartográficas de suelos en los estudios generales, representan asociaciones o complejos de suelos, lo cual dificulta su calificación; esta se realiza sobre la dominancia de la clase textural en los horizontes superficiales del componente taxonómico con mayor representatividad. Por tanto, es posible tener algunos sectores dentro de cada unidad de suelos con texturas de diferente calificación, que no es posible representarlas espacialmente.

Metodología de procesamiento de la información

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

Para la asignación de los rangos, a mayor contenido de arcillas, el suelo tiene mayor capacidad de retener humedad, la cual servirá de reserva para los períodos en los que la lluvia disminuye.

La información base para determinar la textura en las unidades de tierra fue el mapa integrado de geopedología a nivel nacional escala 1:100.000 realizado por el IGAC (2013). A partir de esta base de datos, se realizó una reclasificación de acuerdo con los rangos definidos.

Rangos para la asignación de valores de aptitud

Las clases texturales con mayor contenido de arcillas se califican con aptitud alta (A1), porque estos, favorecen una alta retención de humedad que permite al suelo, tener reservas para la época secas.

Las clases texturales con aptitud media (A2), tienen mejor balance entre las partículas finas y las gruesas; por lo tanto, la retención de humedad se encuentra en un nivel intermedio.

Las clases texturales gruesas se determinaron con aptitud baja (A3), debido al dominio de los porcentajes de arena sobre limo y arcilla, que son los que desfavorecen la retención de agua necesaria para el normal crecimiento y desarrollo del cultivo de papaya.

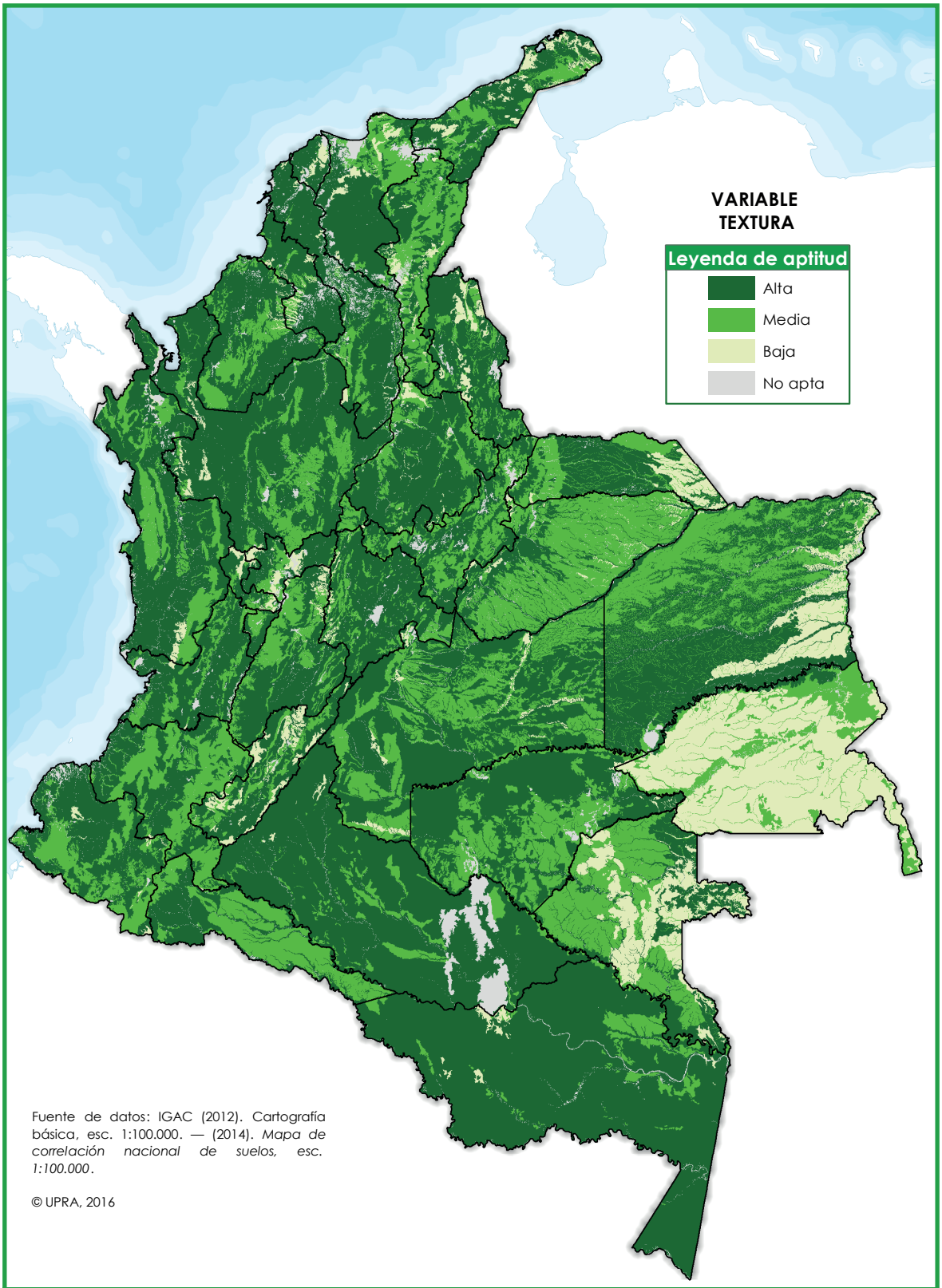
Rangos de aptitud

Textura	Aptitud
Ar, ArA, ArL, FAr, FArA, FArL, F	A1
FA, L, FL	A2
A, AF	A3

Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos

Representación cartográfica de la variable



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

© UPRA, 2016

CRITERIO DISPONIBILIDAD DE HUMEDAD

Fuentes de información

IGAC. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá, 119 pp.

- -. (2012). 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.
- _. (1990). Propiedades físicas de los suelos. Bogotá: IGAC, pp. 101 y 157.

1.6 Criterio riesgo fitosanitario

Ficha metodológica de criterio		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung	
Componente: físico. Subcomponente: edáfico		
Criterio: riesgo fitosanitario		
Tipo de criterio	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Variables asociadas al criterio		
Moscas de las frutas asociadas a MTD. *P. palmivora* asociada a temperatura, humedad relativa, exceso de humedad y drenaje natural. Complejo Virus PRSV-***M. persicae*** asociado a temperatura, precipitación y humedad relativa.		

Definición

Conjunto de las condiciones que explican la probabilidad de inoculación, infección, infestación y propagación de las moscas de las frutas, de la pudrición de la raíz y del fruto en el cultivo comercial de papaya y del complejo PRSV-*M. persicae*.

Importancia del criterio

La papaya presenta una gran cantidad de plagas, insectos y enfermedades asociados a la planta y al fruto los cuales son de importancia económica debido a su alta incidencia, proliferación y umbral de daño.

Para el subcomponente fitosanitario fueron priorizadas algunas limitantes fitosanitarias posterior a un proceso de revisión y selección, de acuerdo con una serie de lineamientos técnicos como por el alto impacto en los costos de producción para su control, la definición de plagas cuarentenarias para mercados de exportación, presencia en todo el territorio nacional de las plagas priorizadas donde se establezca el cultivo, potencial de áreas libres plagas (ALP) o de baja prevalencia de plagas (ABPP) de especies cuarentenarias según reportes epidemiológicos y todos aquellos aspectos reflejados en desarrollo de la actividad productiva asociados al tema fitosanitario.

En zonas donde se desarrolla una explotación comercial de papaya se encuentran condiciones ambientales, endémicas y epidemiológicas que aumentan y favorecen la probabilidad de crecimiento y desarrollo de las limitantes priorizadas por la UPRA, mosca de la fruta (*Anastrepha obliqua, Anastrepha fraterculus, Anastrepha striata y Ceratitis capitata*) y pudrición de la raíz y del fruto (*Phytophthora palmivora*).

Por lo anterior, determinar zonas con diferentes niveles de riesgo de aparición y desarrollo de las enfermedades basado en las condiciones ambientales, endémicas y epidemiológicas, 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

Los organismos fitopatógenos, así como los fitófagos, responden a diferentes estímulos o condiciones que hacen que su aparición, crecimiento y desarrollo biológico no esté enmarcado, dentro de condiciones estrictas o constantes a lo largo de períodos de tiempo; debido a esto, generar información sobre procesos epidemiológicos solo puede analizarse dentro de un contexto de riesgo de aparición, desarrollo y daños.

La principal limitante del criterio evaluado es la consecución de información epidemiológica de las plagas que afectan el cultivo de papaya con seriales históricos recientes. Si bien existe información referida específicamente a mosca de la fruta estos corresponden a datos por departamento limitando el nivel de detalle para la escala empleada en el presente ejercicio. Igualmente, la dinámica de las enfermedades limita los sistemas de vigilancia oficial por lo que la información disponible es escasa.

Metodología de evaluación

El criterio se construyó con base en dos elementos, uno basado en datos de monitoreo de moscas de la fruta (MTD), y en elementos del ambiente (temperatura, humedad relativa, exceso hídrico, drenaje y precipitación) que afectan directamente la aparición de las moscas de la fruta, la enfermedad y la presencia del vector del virus, y permiten la determinación de zonas de aptitud para el cultivo.

Primero se establecieron rangos de aptitud para cada una de las variables para el insecto plaga, para la enfermedad, y para el vector del virus. Posteriormente y, de manera independiente, se obtuvo el criterio basado en la ponderación de cada limitante fitosanitario por su nivel de importancia y finalmente obtener un solo mapa, denominado criterio riesgo fitosanitario para el cultivo de papaya.

Para el ejercicio de zonificación y determinación de zonas de aptitud, se utilizaron para la mosca de la fruta, el registro de Mosca Trampa Día (MTD), para *P. palmivora* las variables de temperatura, humedad relativa, exceso de humedad y drenaje, y para el complejo virus de la mancha anular PRSV (Papaya ring spot potyvirus) - *Myzus persicae*, la influencia de condiciones climáticas (precipitación, temperatura y humedad relativa).

Estas variables fueron establecidas de acuerdo con la discusión técnica realizada. Una vez construidos los rangos se realizó el cruce de estas variables generándole a cada una, un peso determinado de acuerdo con la variable, a través de la metodología de ponderación en porcentaje.

Se atribuyó un valor de ponderación, así: para el insecto se pondero de acuerdo con la especie de mosca de la fruta más limitante de las cuatro priorizadas para el cultivo; en el caso de la enfermedad, 20 % para humedad relativa, 25 % a la temperatura, 25 % al exceso hídrico y 30 % al drenaje. Para *M. persicae*, vector del virus se establecieron valores para la precipitación del 50 %, para la temperatura del 35 % y para la humedad relativa un valor del 15 %.

Para calcular aptitud del cultivo se asignaron puntajes: 1 (aptitud baja), 2 (aptitud media) y 3 (aptitud alta). Posteriormente, se diseñó tabla de valores para calificar la aptitud.

Rangos para la asignación de valores de aptitud

Este criterio presenta los siguientes rangos de aptitud para cada una de las limitantes priorizadas:

Moscas de la fruta asociadas a MTD.

Mosca de la fruta (***Ceratitis capitata, Anastrepha fraterculus, A. striata y A. oblicua***)			
Variable	A1	A2	A3
MTD	0	> 0 – 0,5	> 0,5

P. palmivora asociada a temperatura, humedad relativa, exceso de humedad y drenaje natural.

Pudrición de la raíz y del fruto (***Phytophthora palmivora***)			
Variable	A1	A2	A3
Temperatura media anual	<24	24-28	>28
Humedad relativa	<75	75-80	>80
Exceso de humedad	0–500	>500-1500	>1500
Drenaje	Excesivo, bien drenado y moderado	Imperfecto	Pobre y muy pobremente drenado

Complejo Virus PRSV-M. persicae asociado a temperatura, precipitación y humedad relativa.

Complejo Virus PRSV- *Myzus persicae*			
Variable	A1	A2	A3
Temperatura media anual	<20	>24	20-24
Precipitación	>2000	1500-2000	<1500
Humedad relativa	<75	75-80	>80

Finalmente se pondero cada una de las limitantes priorizadas para obtener el mapa final de criterio fitosanitario:

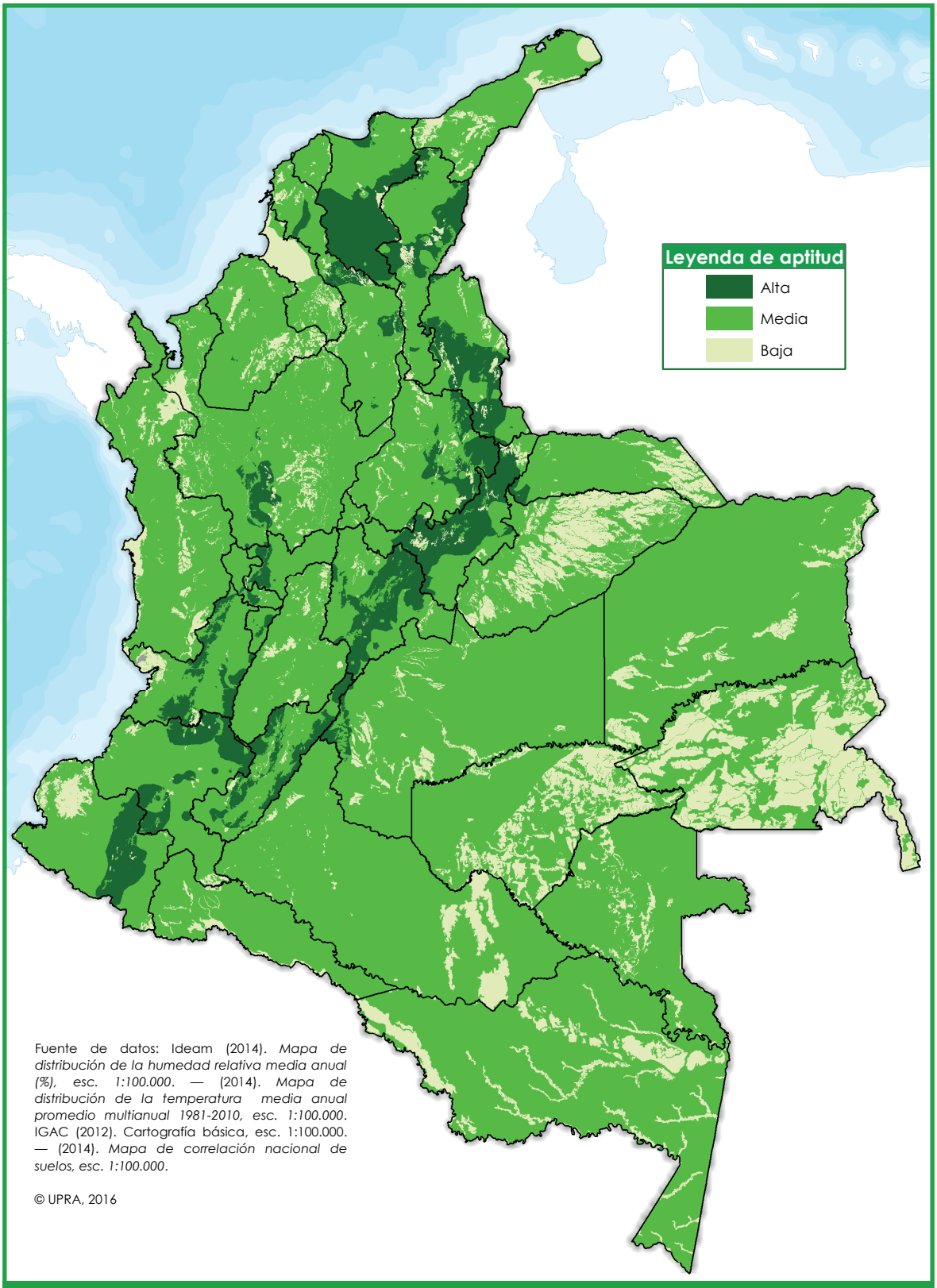
Criterios	A1 (3)	A2 (2)	A3 (1)
Mosca de la fruta (0,3)	3,0–2,5	2,4–1,7	1,6–1,0
Phytophthora palmivora (0,5)			
Complejo Virus de la mancha anillada (0,2)			

Aptitud alta (A1): zonas con riesgo bajo de aparición y desarrollo de enfermedades (hongo y virus), y áreas libres de plagas (ALP), son definidas como zonas donde se puede desarrollar con una alta aptitud el cultivo de papaya, puesto que la probabilidad de aparición de limitantes fitosanitarios es muy baja, involucrando inicialmente solo labores de inspección y monitoreo para su manejo y control.

Aptitud media (A2): zonas con riesgo medio de aparición y desarrollo de enfermedades (hongo y virus), y áreas de baja prevalencia de plagas (ABPP). Son definidas como zonas que presentan aptitud moderada para el desarrollo del cultivo de papaya y que la probabilidad de aparición de limitantes fitosanitarios está directamente relacionada con condiciones ambientales adecuadas para el desarrollo del cultivo; son zonas en las cuales se debe considerar realizar labores de manejo y control de organismos fitófagos y fitopatógenos, inicialmente de carácter cultural y, como segunda opción, control químico o biológico.

Aptitud baja (A3): zonas con riesgo alto de aparición y desarrollo de enfermedades (hongo y virus) y zonas de alta prevalencia de mosca de la fruta que limitan la exportación de la papaya a mercados destino con restricciones cuarentenarias, debido a un índice de MTD superior a 0,5; se definen como zonas que presentan aptitud baja para el cultivo de papaya debido a la alta probabilidad de desarrollo de limitantes sanitarios que involucran medidas de manejo cultural y control químico con alta frecuencia y mayor regularidad que en zonas categorizadas A2, con la connotación que, de no realizarlas, conlleva a una significativa disminución en rendimiento y calidad.

Representación cartográfica del criterio



Fuente de datos: Ideam (2014). *Mapa de distribución de la humedad relativa media anual (%), esc. 1:100.000.* — (2014). *Mapa de distribución de la temperatura media anual promedio multianual 1981-2010, esc. 1:100.000.* IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000. — (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, esc. 1:100.000.*

© UPRA, 2016

CRITERIO RIESGO FITOSANITARIO

Fuentes de información

Ideam. (2010). Mapa de isolíneas de humedad

- _. (2014). Mapa de isotermas de Colombia a escala 1:100:000.
- _. (2015). Mapa de isoyetas de Colombia a escala 1:100:000.
- ICA. (2015). Boletines epidemiológicos de monitoreo de mosca de la fruta.
- IGAC. (2010.). Mapa de drenaje natural de Colombia, escala 1:100.000.

1.6.1 Variable moscas de las frutas asociadas a MTD

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung	
Componente: físico. Subcomponente: edáfico		
Criterio asociado: disponibilidad de humedad		
Variable: moscas de las frutas asociadas a MTD	**Unidad de medida:** MTD	
Tipo de criterio asociado	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

Definición

Es la unidad reconocida en trabajos de fluctuación del número de adultos de mosca de la fruta en un área y tiempo determinados.

Importancia de la variable

Las moscas de la fruta, son una de las plagas de mayor importancia dado que su presencia limita el comercio internacional de las frutas.

La mosca causa daños físicos directos en la pulpa de las frutas, producidos por las larvas y daños secundarios causados por la entrada de microorganismos patógenos, además de implicaciones indirectas tales como las medidas cuarentenarias y los tratamientos de poscosecha.

Entre más de cien familias del orden Díptera, la familia Tephritidae, a la cual pertenece la mosca de la fruta, es la de mayor importancia económica, comprende aproximadamente 4000 especies distribuidas en áreas tropicales y subtropicales. Las conocidas como moscas de la fruta pertenecen a diversos géneros, entre los cuales están las siguientes: Dacus, Rhagoletis, Ceratitis, Bactrocera, Anastrepha y Toxotrypana, como las principales.

El programa de detección y manejo de moscas de la fruta desarrollado por el ICA, tiene como componentes básicos: detección, aplicación de medidas cuarentenarias, aplicación de medidas de control y divulgación masiva. La detección hace referencia a las labores de trampeo y muestreo de frutos que conducen al reconocimiento de especies, distribución y relación de hospederos, para determinar cuáles son las áreas libres de la plaga o áreas de baja prevalencia donde la plaga está presente, pero en bajas poblaciones. Las medidas cuarentenarias se usan como medidas de regulación, mientras que las medidas mitigadoras sirven para disminuir el riesgo.

El trampeo consiste en capturar adultos que son atraídos a una fuente específica y generalmente se expresa mediante el índice Mosca/Trampa/Día (MTD), obtenido de las Normas Internacionales de Medidas Fitosanitarias (NIMF) 4 y 22, donde se establecen los requisitos para el establecimiento de áreas libres y de áreas de baja prevalencia de plagas respectivamente. El MTD permite información importante como densidad de adultos y proporción sexual en campo.

El trampeo cumple con diferentes objetivos dependiendo de las características y condiciones de la zona geográfica donde se realiza, algunos de estos objetivos son: detección de plagas en zonas libres y delimitar poblaciones en espacio y tiempo, entre otras.

Uno de los criterios más importantes utilizados para la instalación de una red de trampeo es la determinación de áreas libres o de baja prevalencia de la plaga y ejecutar acciones de vigilancia sobre plagas exóticas en sitios de alto riesgo. El índice de infestación se detalla a continuación:

MTD = (NMC)/(NTR x No. EXP)

MTD = Moscas Trampa Día

NMC = Número de moscas capturadas (machos y hembras)

NTR = Número de trampas revisadas de donde procede el dato anterior

No EXP = Número de días de exposición de las trampas en el sitio.

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

Los valores establecidos para la zonificación del cultivo de papaya para la determinación de áreas libres de plaga (ALP) o de baja prevalencia de plagas (BPP), están determinados por los valores de MTD (mosca trampa día), de las especies *Anastrepha obliqua*. Por su parte, *Anastrepha fraterculus, A. striata* y *Ceratitis capitata,* corresponden a tres series o rangos que se relacionan directamente con el riesgo fitosanitario potencial.

Para condiciones de bajo riesgo o de alta aptitud (A1) para el cultivo comercial de papaya, se establecieron zonas de valores de 0 MTD que corresponden a áreas libres. Para determinación de riesgo medio (A2) debido a la presencia de *Anastrepha obliqua, A. fraterculus, Anastrepha striata* y *Ceratitis capitata* se determinaron zonas con valores de MTD mayores a 0 y hasta 0,5, condiciones que ya evidencian problemas moderados causando daños físicos directos en la pulpa de las frutas, producidos por las larvas y daños secundarios causados por la entrada de microorganismos patógenos y son consideradas áreas de baja prevalencia. Como zonas de riesgo alto para el cultivo o aptitud marginal (A3), por la presencia de *Anastrepha obliqua, Anastrepha fraterculus, A. striata* y *Ceratitis capitata*, se determinaron zonas con valores de MTD superiores a 0.5; estas zonas son principalmente donde el riesgo potencial es alto, debido al daño físico de la fruta, disminución de rendimientos e implicaciones indirectas tales como las medidas cuarentenarias y tratamientos de poscosecha.

Índice MTD, por especie y departamento:

Departamento	Especie	Promedio MTD				Promedio MTD/ AÑO
		Trim 1	Trim 2	Trim 3	Trim 4	
Amazonas	A. oblicua	0,000102	0,000115	0	0,0008	0,0003
	A. fraterculus	0	0	0,00453	0,0002	0,0012
	A. striata	0,0002057	0,00034722	0,000923	0,001	0,0006
	C. capitata	0	0	0	0	0,0000
Antioquia	A. oblicua	0,2356625	0,2929	0,1815	0,1366	0,2822
	A. fraterculus	0,4333	0,3146	0,1266	0,15	0,3415
	A. striata	0,1187	0,04569	0,06923	0,07	0,1012
	C. capitata	0,0168	0,0055	0,0129	0,2666	0,1006
Arauca	A. oblicua	0,3022	1,7037	0,5048	0,2295	0,6851
	A. fraterculus	0,0071	0,303	0,0019	0,0076	0,0799
	A. striata	0,6988	1,2915	0,3819	0,117	0,6223
	C. capitata	0	0	0	0	0,0000
Atlántico	A. oblicua	0,0079	0,0158	0,0111	0,0056	0,0101
	A. fraterculus	0	0	0	0	0,0000
	A. striata	0,00453	0,0001	0	0	0,0012
	C. capitata	0,0441	0,0416	0,11	0,0991	0,0737
Bolívar	A. oblicua	0,1148	0,4038	0,144	0,133	0,1989
	A. fraterculus	0	0	0	0	0,0000
	A. striata	0,132	0,1422	0,1023	0,03636	0,1032
	C. capitata	0,1339	0,154	0,0086	0,369	0,1664

Departamento	Especie	Promedio MTD				Promedio MTD/ AÑO
		Trim 1	Trim 2	Trim 3	Trim 4	
Boyacá	A. oblicua				0,023	0,0230
	A. fraterculus	0,00619	0,1037	0,1741	0,0262	0,0775
	A. striata	0,0005166	0,0002525	0,00227	0,04542	0,0121
	C. capitata	0	0	0	0	0,0000
Caldas	A. oblicua	0,7279	0,3216	0,381	0,07143	0,3755
	A. fraterculus	0,4098	0,7923	0,5103	0,3054	0,5045
	A. striata	0,1892	0,2803	0,295	0,3945	0,2898
	C. capitata	0	0	0	0	0,0000
Cauca	A. oblicua	0,00272	0,3526	0,1448	0	0,0000
	A. fraterculus	0,00748	1,517	1,9265	0	1,1503
	A. striata	0,006123	0,6446	0,5857	0	0,4121
	C. capitata	0	0	0	0	0,0000
Cesar	A. oblicua	0,066	0,0056	0,0083	0,03	0,0275
	A. fraterculus	0	0	0	0	0,0000
	A. striata	0,0066	0,00133	0	0	0,0020
	C. capitata	0,34	1,063	0,656	0,198	0,5643
Córdoba	A. oblicua	0,0121	0,128	0,1024	0,0153	0,0645
	A. striata	0,0024	0,0152	0,0165	0,0334	0,0169
Cundinamarca	A. oblicua	0,04193	0	0	0	0,0105
	A. fraterculus	0,0016	0	0,0222	0	0,0060
	A. striata	0,0118	0	0	0	0,0030
	C. capitata	0,000366	0,00041	0,000232	0,000718	0,0004
Huila	A. oblicua	0	0,1416	0	0	0,0708
	A. fraterculus	0	0,61	0,59	0	0,6000
	A. striata	0	0	0,1466	0	0,0733
	C. capitata	0	0,0966	0	0	0,0483
Guajira	A. oblicua	0,1146	0,00125	0,00509	0	0,0403
	A. fraterculus	0	0	0	0	0,0000
	A. striata	0	0	0	0	0,0000
	C. capitata	0,00115	0,01	0,01	0	0,0071
Magdalena	A. oblicua	0,12	0,89	1,8	0,28	0,7725
	A. fraterculus	0,052	0,28	0,09	0,012	0,1085
	A. striata	0,13	0,096	0,072	0,014	0,0780
	C. capitata	0,84	0,052	0,26	0,095	0,3118

Departamento	Especie	Promedio MTD				Promedio MTD/ AÑO
		Trim 1	Trim 2	Trim 3	Trim 4	
Meta	A. oblicua	0,0952	0,0537	0,1457	0,144	0,1097
	A. fraterculus			0,00714	0,000396	0,0038
	A. striata	0,034	0,0171	0,00238	0,1226	0,0440
	C. capitata		0,00236	0		0,0012
Nariño	A. oblicua	0,206	0,917	1,74	0,06	0,7308
	A. fraterculus	2,05	4,31	2,77	2,43	2,8900
	A. striata	0,128	0,1415	0,06	0,1472	0,1192
	C. capitata	0	0	0	0	0,0000
Norte de Santander		0,1091	0,3939	0,301	0,3145	0,2796
	A. fraterculus	0,0508	0,01033	0,3205	0,011	0,0982
	A. striata	0,0325	0,0331	0,1786	0,1327	0,0942
	C. capitata		0,00564	0,652	0,3673	0,3416
Putumayo	A. oblicua	0,455	0,09	0,04	0,29	0,2188
	A. fraterculus	0	0	0	0	0,0000
	A. striata	1,156	0,45	0,43	1,38	0,8540
	C. capitata	0	0	0	0	0,0000
Quindío	A. oblicua	0,018	0,002366	0,001	0	0,0053
	A. fraterculus	0,039	0,197	0,004	0,019	0,0648
	A. striata	0,0566	0,1314	0,0516	0,0133	0,0632
	C. capitata	0	0	0	0	0,0000
Risaralda	A. oblicua	0,3	0,113	0,023	0	0,1453
	A. fraterculus	0,463	0,153	0,293	0	0,3030
	A. striata	0,0566	0,0366	0,09	0	0,0611
	C. capitata	0	0	0	0	0,0000
Santander	A. oblicua	0,361	0,1266	0,2139	0,2152	0,2292
	A. fraterculus	0,7099	0,1114	0,1378	0,0868	0,2615
	A. striata	0,7161	0,2128	0,3537	0,1891	0,3679
	C. capitata	0,0444	0,0012	0,00245	0,0112	0,0148
Sucre	A. oblicua	0,00476	1,204	0,0612	0,0015	0,3179
	A. fraterculus	0	0	0	0	0,0000
	A. striata	0,1968	1,1428	0,1292	0,165	0,4085
	C. capitata	0	0	0	0	0,0000

Departamento	Especie	Promedio MTD				Promedio MTD/ AÑO
		Trim 1	Trim 2	Trim 3	Trim 4	
Valle del Cauca	A. oblicua	0,164	0,1	0,127	0,131	0,1305
	A. fraterculus	0,069	0,252	0,088	0,074	0,1208
	A. striata	0,023	0,0583	0,027	0,0232	0,0329
	C. capitata	0,000186	0	0,00006	0,0003	0,0001
Vichada	A. oblicua	0,0233	0,0005966	0,0429	0	0,0223
	A. fraterculus	0	0	0,0003333	0	0,0001
	A. striata	0,07	0,0014	0,0039	0	0,0251
	C. capitata	0	0	0	0	0,0000

Índice Mosca Trampa Día, asociado a la determinación de zonas libres, zonas de baja prevalencia y zonas endémicas de Anastrepha obliqua, *A. fraterculus, A. striata* y *Ceratitis capitata.*

Variable	Mosca trampa día	A1	A2	A3
Unidades	MTD	0	<0,5	>0,5

Los rangos se afinaron hasta 0.5 con el objeto de hacer escenarios más restrictivos de acuerdo con la importancia económica de la plaga.

Limitantes de la evaluación de la variable

Disponer de una base de datos que incluya la totalidad de los departamentos del territorio nacional.

Metodología de procesamiento de la información

La información utilizada de base para las unidades de análisis, se tomó de los boletines epidemiológicos del ICA, elaborados en el año 2015, correspondientes al monitoreo de 25 departamentos y cuatro especies cuarentenarias.

Para determinar los rangos de aptitud, se tomó el MTD (Mosca trampa día), índice obtenido de las NIMF (Normas Internacionales de Medidas Fitosanitarias) 4 y 22, donde se establecen los requisitos para el establecimiento de áreas libres y de áreas de baja prevalencia de plagas respectivamente.

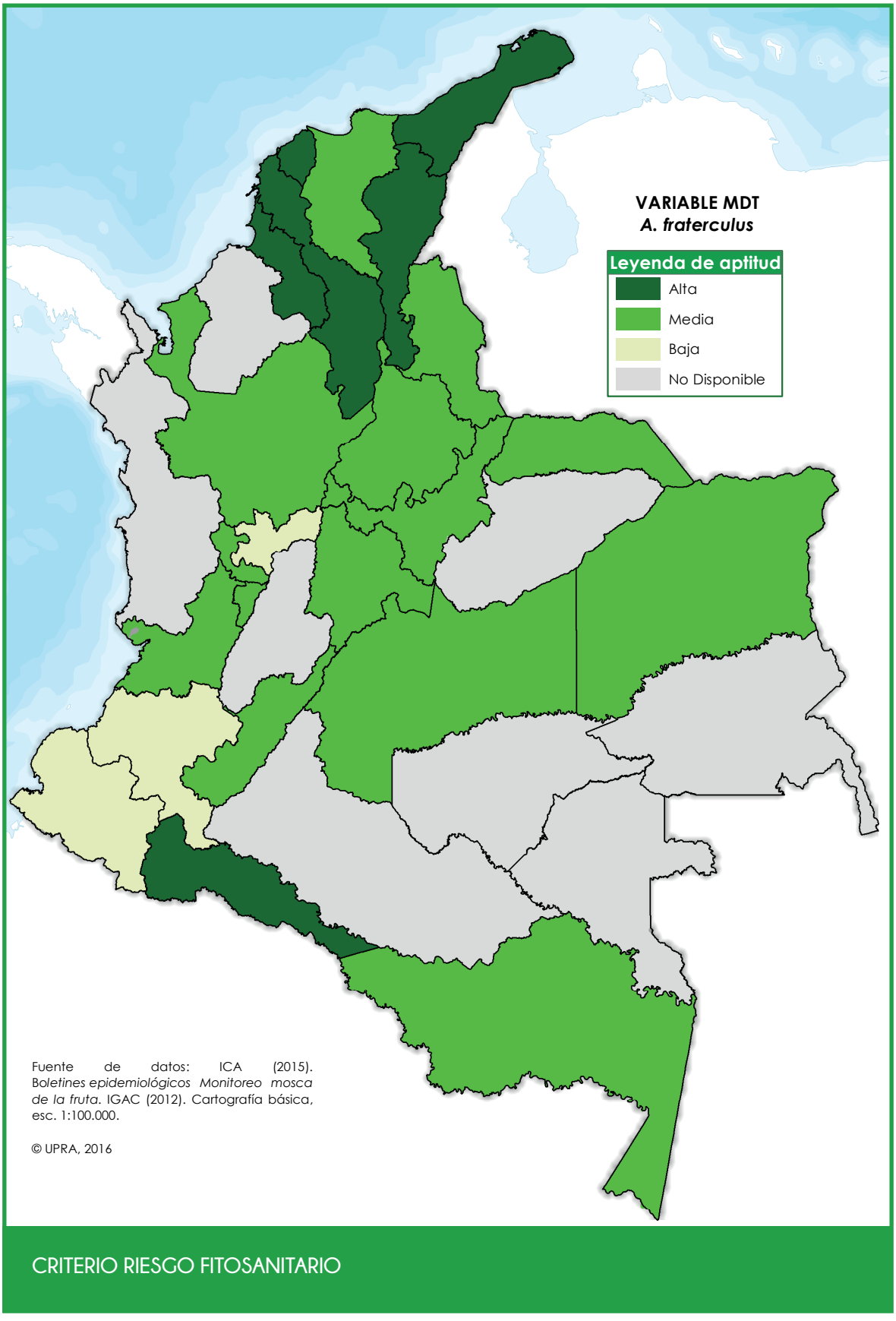
Se realizó un ejercicio de delimitación espacial de acuerdo con los rangos establecidos por equipo profesional de trabajo del componente fitosanitario, soportado en experiencia profesional y referente bibliográficos, actividad que fue soportada por el grupo TIC de la UPRA.

Unidad de análisis

Departamentos monitoreados por la autoridad sanitaria, dividido en sus diferentes zonas de aptitud, clasificadas así: riesgo fitosanitario bajo para el cultivo (A1) con fuertes restricciones para el desarrollo de la mosca de la fruta; riesgo medio (A2) para el cultivo de papaya con restricciones moderadas para la presencia de mosca de la fruta, y riesgo fitosanitario alto (A3) para el cultivo de papaya donde se presentan condiciones óptimas debido a la Información de MTD suministrada por el ICA. La aptitud para la mosca de la fruta, es inversa aptitud para el cultivo: a mayor riesgo fitosanitario menor aptitud para el cultivo de papaya.

Representación cartográfica de la variable

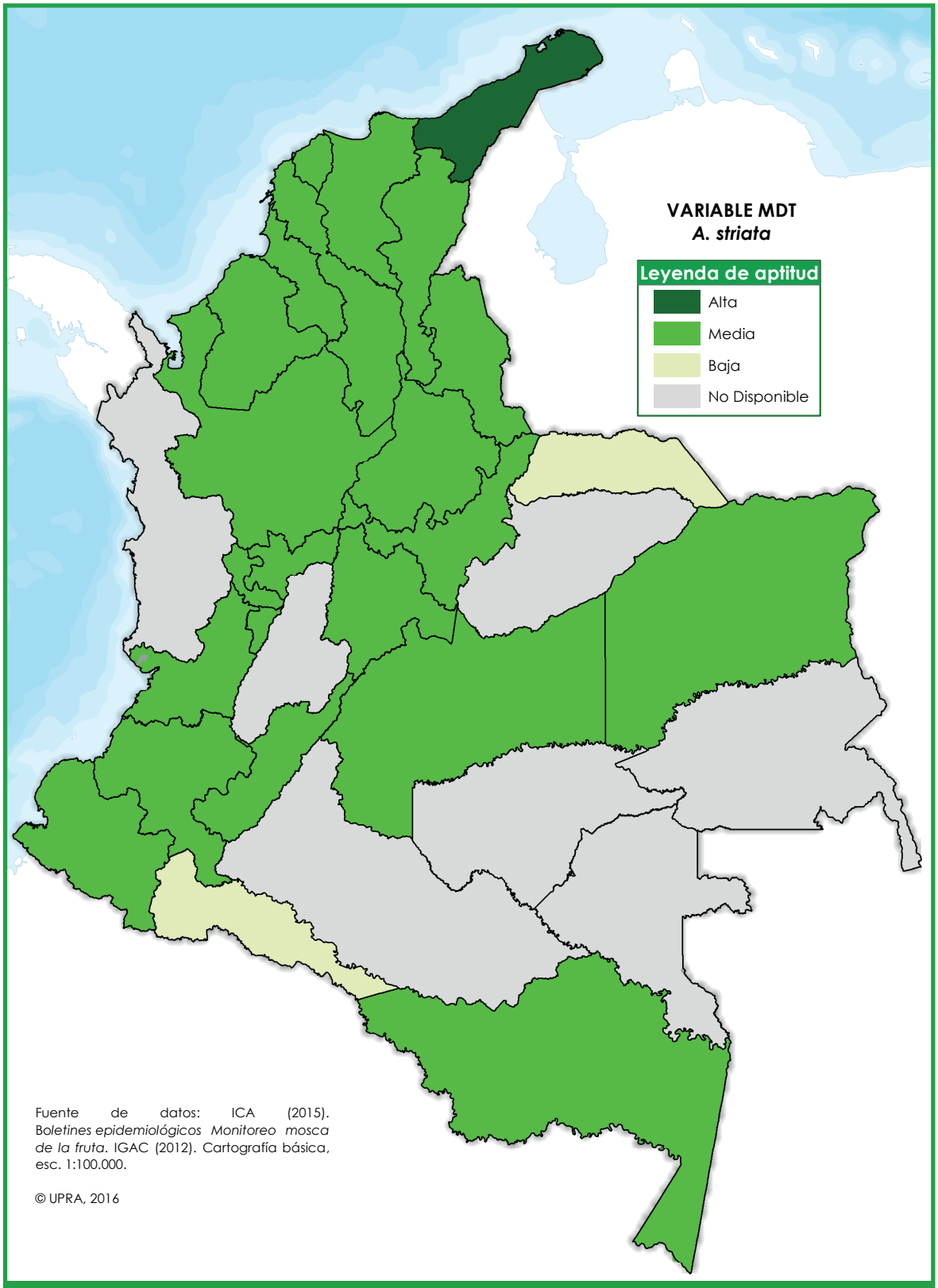
VARIABLE MOSCA TRAMPA DIA PARA MOSCA DE LA FRUTA (*A. fraterculus*)



Fuente de datos: ICA (2015). *Boletines epidemiológicos Monitoreo mosca de la fruta.* IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000.

© UPRA, 2016

VARIABLE MOSCA TRAMPA DIA PARA MOSCA DE LA FRUTA (*A. striata*)

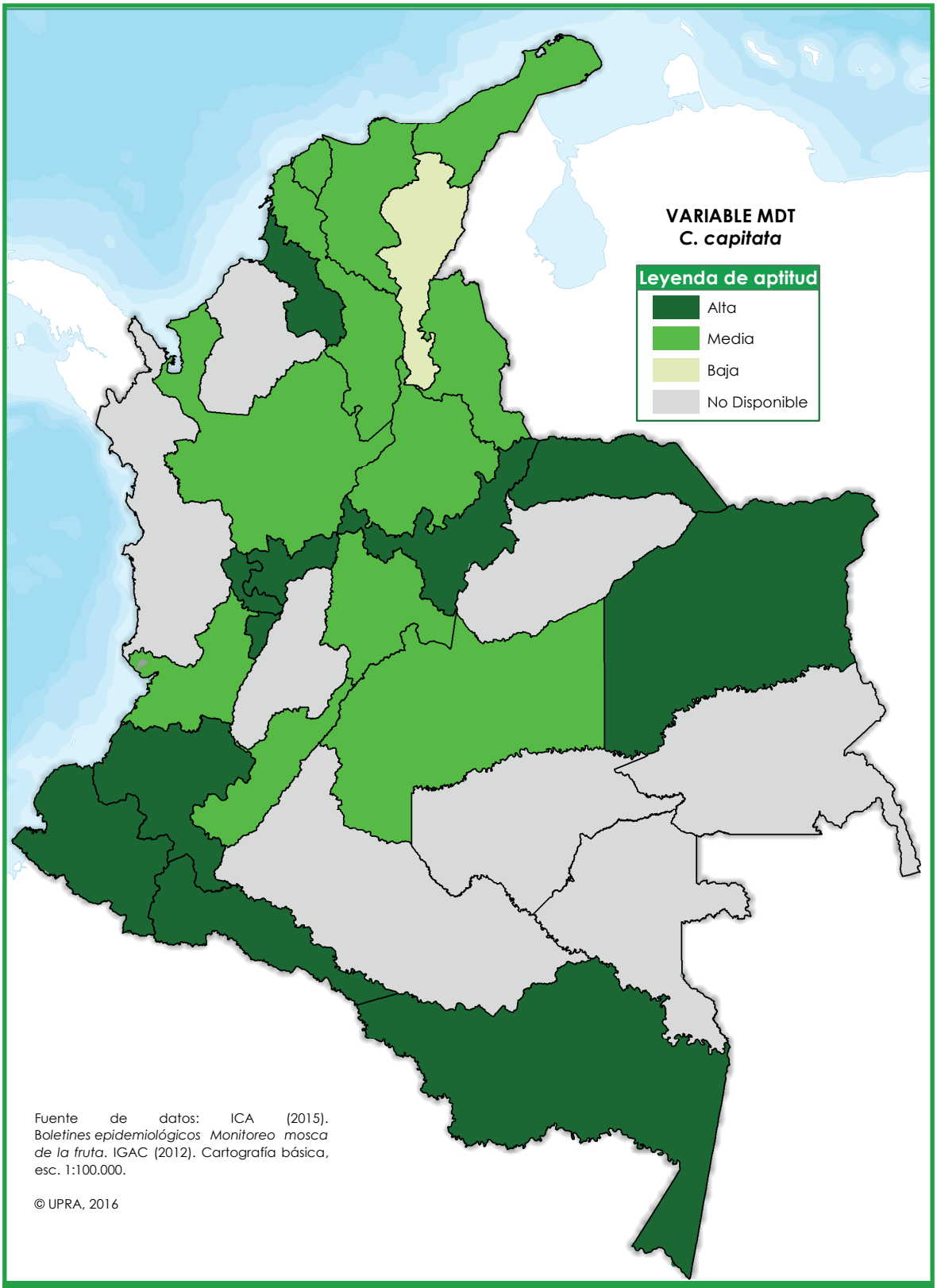


Fuente de datos: ICA (2015). *Boletines epidemiológicos Monitoreo mosca de la fruta*. IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000.

© UPRA, 2016

CRITERIO RIESGO FITOSANITARIO

VARIABLE MOSCA TRAMPA DIA PARA MOSCA DE LA FRUTA (*Ceratitis capitata*)



Fuente de datos: ICA (2015). *Boletines epidemiológicos Monitoreo mosca de la fruta*. IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000.

© UPRA, 2016

Fuentes de información

ICA. (2015). Boletines epidemiológicos para mosca de la fruta. Monitoreo mosca de la fruta. Bogotá: ICA.

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

1.6.2 Variable *P. palmivora* asociada a temperatura, humedad relativa, exceso de humedad y drenaje natural

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung	
Componente: físico. Subcomponente: fitosanitario		
Criterio asociado: riesgo fitosanitario		
Variable: *P. palmivora* asociada a temperatura, humedad relativa, exceso de humedad y drenaje natural	**Unidad de medida:** °C, porcentaje (%), mm y nivel de drenaje	
Tipo de criterio asociado	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

Definición

Relación existente entre las condiciones ambientales (clima y suelos) con la presencia e incidencia de la pudrición de la raíz y del fruto de la papaya.

Importancia de la variable para el cultivo

Los limitantes sanitarios del cultivo de papaya, particularmente las enfermedades, presentan amplia relación con elementos climáticos como la temperatura y la humedad relativa, así como con condiciones del suelo relacionadas con su humedad.

Las altas temperaturas junto con altos valores de humedad son el principal factor de desarrollo de *P. palmivora*. En temperaturas superiores de 28 °C, el patógeno puede completar su ciclo infeccioso y tener una mayor tasa de diseminación. El hongo se disemina a través de la película de agua originada en ocasiones por la elevada humedad relativa y la precipitación, y la enfermedad se extiende a las raíces. Los frutos jóvenes infectados muestran lesiones acuosas, afectando notablemente los rendimientos y la calidad.

La saturación de agua en el suelo o exceso hídrico se convierte en fuente de inoculación y desarrollo de *P. palmivora* en el cultivo de papaya. Zonas con condiciones de encharcamiento potenciales, son sus-

ceptibles para la aparición del patógeno; esta relación está claramente identificada, como factor desencadenante del hongo P. *palmivora.*

Suelos que presentan niveles de drenaje óptimos, permiten que no se presente saturación de agua por tiempos muy largos y permite que el riesgo asociado a P. palmivora sea bajo. Por el contrario, texturas pesadas presentan condiciones potenciales de drenaje insuficiente lo que en zonas de altos niveles de precipitación generan potenciales encharcamientos desfavorables para el cultivo comercial de papaya.

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

No hay rangos de exclusión (N1) para el la variable dado que es posible hacer manejo de la enfermedad. A continuación se presentan los rangos establecidos para cada condición climática y de suelos:

Los valores establecidos para la zonificación del cultivo de papaya, correspondieron a tres series o rangos que se relacionan completamente con el riesgo fitosanitario potencial para la pudrición de la raíz y del fruto (*P. palmivora*), así.

Variable	Unidad de medida	A1	A2	A3
Temperatura	°C	<24	≥24-≤28	>28

Para condiciones de bajo riesgo (A1) se establecieron temperaturas por debajo de 24 °C, para determinación de riesgo medio (A2) de aparición y desarrollo de se determinaron temperaturas entre 24 y 28 °C, donde hay desarrollo de la pudrición, a una tasa que permite implementar medidas de mitigación y control. Como zonas de riesgo alto (A3) para el desarrollo de la enfermedad, se determinaron zonas con condición de temperaturas superiores a 28 °C, donde las tasas de infección y desarrollo de P. palmivora se encuentran en su máxima expresión.

Subvariable	Unidad de medida	A1	A2	A3
Humedad relativa	Porcentaje (%)	<75	≥75-≤80	>80

Para condiciones de bajo riesgo o aptitud alta (A1) para el cultivo comercial de papaya, se establecieron humedades inferiores a 75 %, dado que el patógeno no genera mayor riesgo al cultivo; para determinación de riesgo medio (A2) de aparición y desarrollo de la pudrición se determinaron humedades entre 75 % y 80 %, condiciones que permiten un desarrollo de P. palmivora a una tasa que permite implementar medidas de mitigación y control. Como zonas de riesgo fitosanitario alto o aptitud marginal del cultivo de papaya (A3) se determinaron zonas con humedades relativas superiores de 80 %, donde las tasas de infección, desarrollo y reproducción de P. palmivora se elevan considerablemente y hacen muy costoso su control.

Subvariable	Unidad de medida	A1	A2	A3
Exceso hídrico	mm	<500	≥500-≤1500	>1500

Referente al exceso de humedad, un bajo riesgo fitosanitario o de alta aptitud (A1) para el cultivo comercial de papaya, se establece en zonas entre 0 y 500 mm; para determinación de riesgo medio o aptitud moderada para el cultivo (A2), se determinaron zonas entre 500 mm y 1500 mm que son condiciones que permiten un desarrollo de P. palmivora a una tasa que permite implementar medidas de mitigación y control. Como zonas de riesgo fitosanitario alto o de aptitud marginal (A3) para el cultivo de papaya, se determinaron zonas con condición de exceso superiores de 1500 mm de humedad, donde las tasas de infección, desarrollo y reproducción de P. palmivora se elevan considerablemente y comprometen la producción y calidad del cultivo comercial de papaya.

Subvariable	Unidad de medida	A1	A2	A3
Drenaje	Nivel de drenaje	Excesivo, bien drenado y moderado	Imperfecto	Pobre y muy pobremente drenado

Se cataloga como un riesgo fitosanitario bajo (A1) para el cultivo comercial de papaya las categorías de drenaje excesivo, bien drenado y moderado, donde se presenta poca probabilidad de encharcamientos prolongados; para la aptitud moderada (A2), se definieron suelos con drenajes imperfectos que indica zonas con condiciones de suelos que pueden presentar niveles de altas precipitaciones, encharcamientos y formación de lamina de agua por períodos moderados máximo de 15 días, sin embargo, en condiciones de precipitaciones medias son suelos con capacidad de drenaje adecuado para evitar encharcamientos. Para el riesgo fitosanitario alto o de baja aptitud (A3) para el cultivo comercial de papaya se tuvieron en cuenta niveles de drenaje pobre y muy pobre, con posibilidades muy altas de encharcamiento con cualquier nivel de precipitación y la probabilidad de riesgo para aparición y desarrollo de enfermedad por encharcamientos superiores de 15 días y una permanente lamina de agua, condiciones que son ideales para la aparición y desarrollo del patógeno.

Limitantes de la evaluación de la variable

Disponer de una base de datos actualizada de la información térmica, de precipitación y de humedad relativa de todo el territorio nacional generada por la red de estaciones meteorológicas, ya que la que se tiene solo esta hasta 2010. En consecuencia, el análisis espacial a nivel anual no refleja la condición climática actual del país.

Igualmente, bajo número de estaciones que impide tener una mayor precisión para la determinación de la humedad relativa, variable que

está influenciada por condiciones de fuentes hídricas y pendientes, que genera microclimas que pueden cambiar los valores de humedad relativa reportadas en zonas con mayor extensión.

Metodología de procesamiento de la información

Serie histórica de la información.

Para temperatura, la información utilizada de base se tomó del mapa de isotermas anuales elaborado por el Ideam, 2014 a escala 1:100.000, el cual se basa en una serie histórica de 1971 al 2010.

En cuanto a la humedad relativa, se utilizó la información correspondiente al mapa de humedad relativa promedio multianual generado por Ideam año 2010.

La información utilizada de base para las unidades de drenaje, se tomó del mapa de drenaje natural de suelos realizado por el IGAC en 2010.

Tratamiento de la información.

Para la temperatura se realizó un ejercicio de delimitación espacial de acuerdo con los rangos establecidos por el equipo profesional de trabajo del componente físico, soportado en experiencia profesional y referentes bibliográficos, actividad que fue soportada por el grupo TIC de la UPRA.

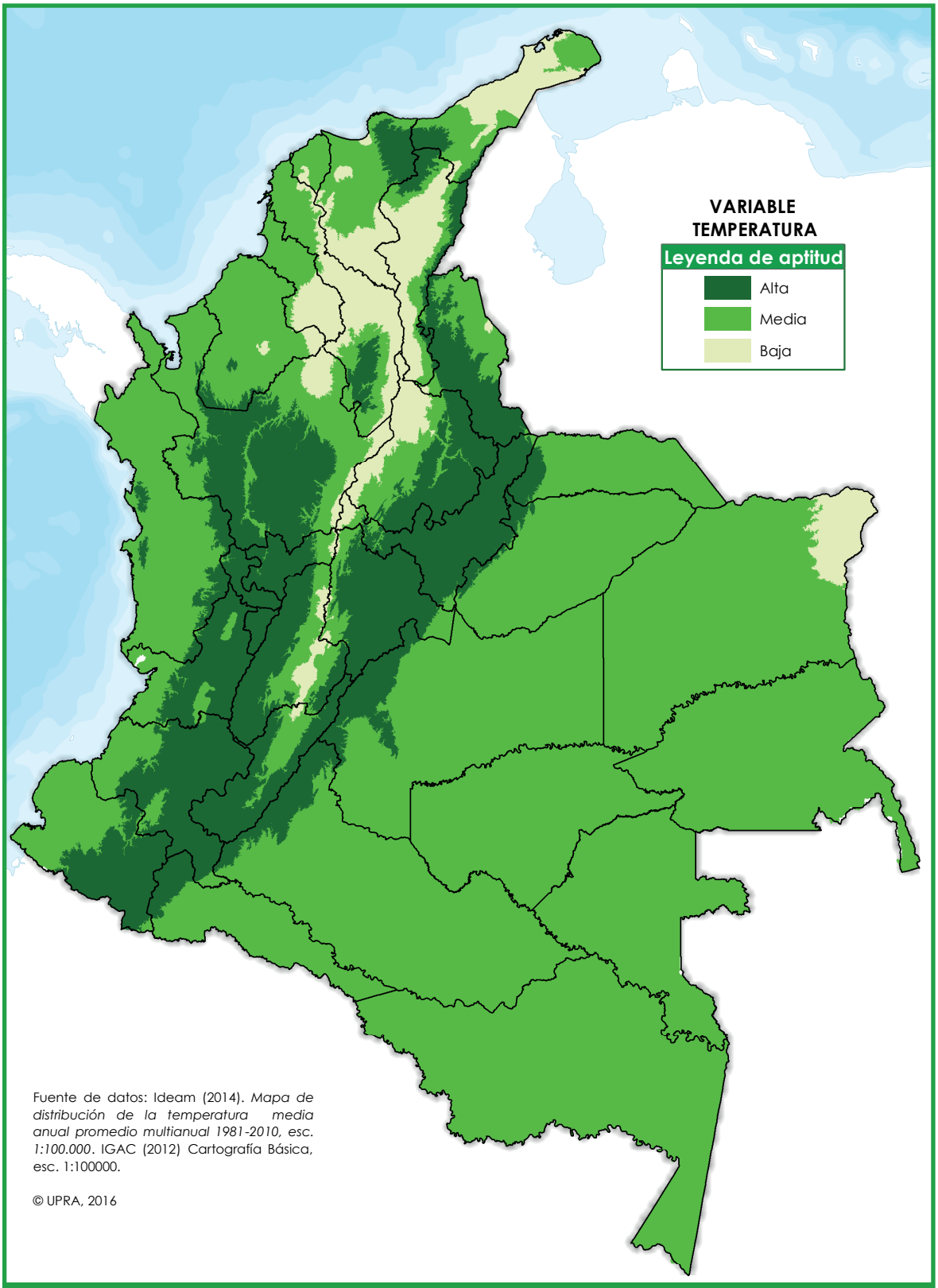
El ejercicio de rango de humedad relativa se realizó utilizando gradientes de información con rangos de 5 %, como se presenta en el mapa de humedad relativa suministrado por la entidad.

Unidad de análisis

Territorio nacional, dividido en sus diferentes zonas de aptitud, clasificadas así: aptitud alta (A1): riesgo fitosanitario alto para el cultivo con restricciones fuertes para el desarrollo de la enfermedad. Aptitud media (A2): riesgo fitosanitario medio para el cultivo con restricciones moderadas para la enfermedad, y aptitud baja (A3): riesgo fitosanitario alto para el cultivo dadas las condiciones ideales de clima y suelos para la enfermedad. La aptitud para el patógeno es inversa la aptitud para el cultivo, es decir, a mayor riesgo fitosanitario menor aptitud para el cultivo comercial de papaya.

Representación cartográfica de la variable

Subvariable temperatura asociado a la pudrición de la raíz



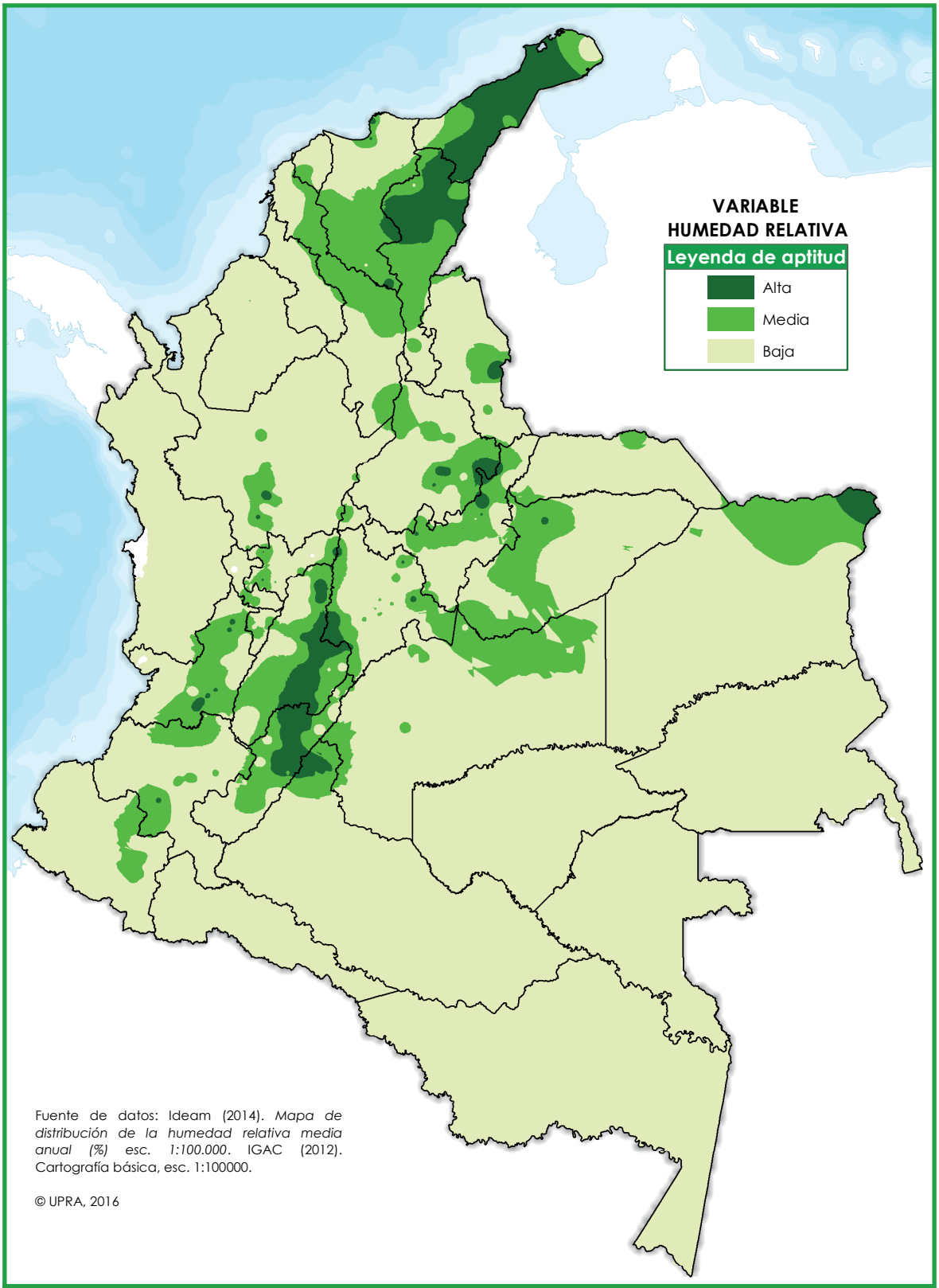
Fuente de datos: Ideam (2014). *Mapa de distribución de la temperatura media anual promedio multianual 1981-2010, esc. 1:100.000*. IGAC (2012) Cartografía Básica, esc. 1:100000.

© UPRA, 2016

CRITERIO RIESGO FITOSANITARIO

Para pudrición de raices (*Phytophthora palmivora*)

Subvariable humedad relativa asociada a la pudrición de la raíz

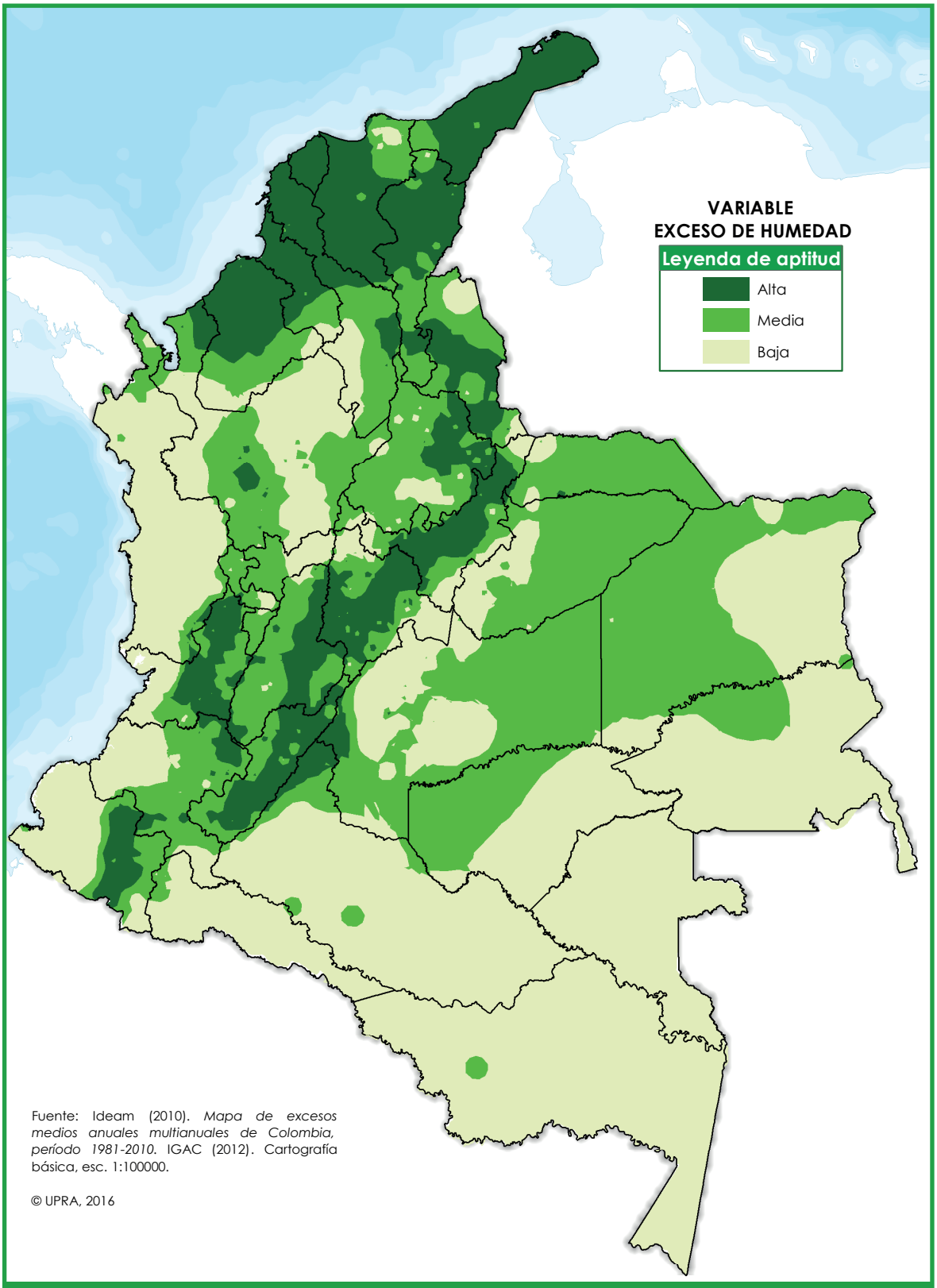


Fuente de datos: Ideam (2014). *Mapa de distribución de la humedad relativa media anual (%) esc. 1:100.000*. IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100000.

© UPRA, 2016

CRITERIO RIESGO FITOSANITARIO
Para pudrición de raíces (*Phytophthora palmivora*)

Subvariable exceso hídrico asociado a la pudrición de la raíz

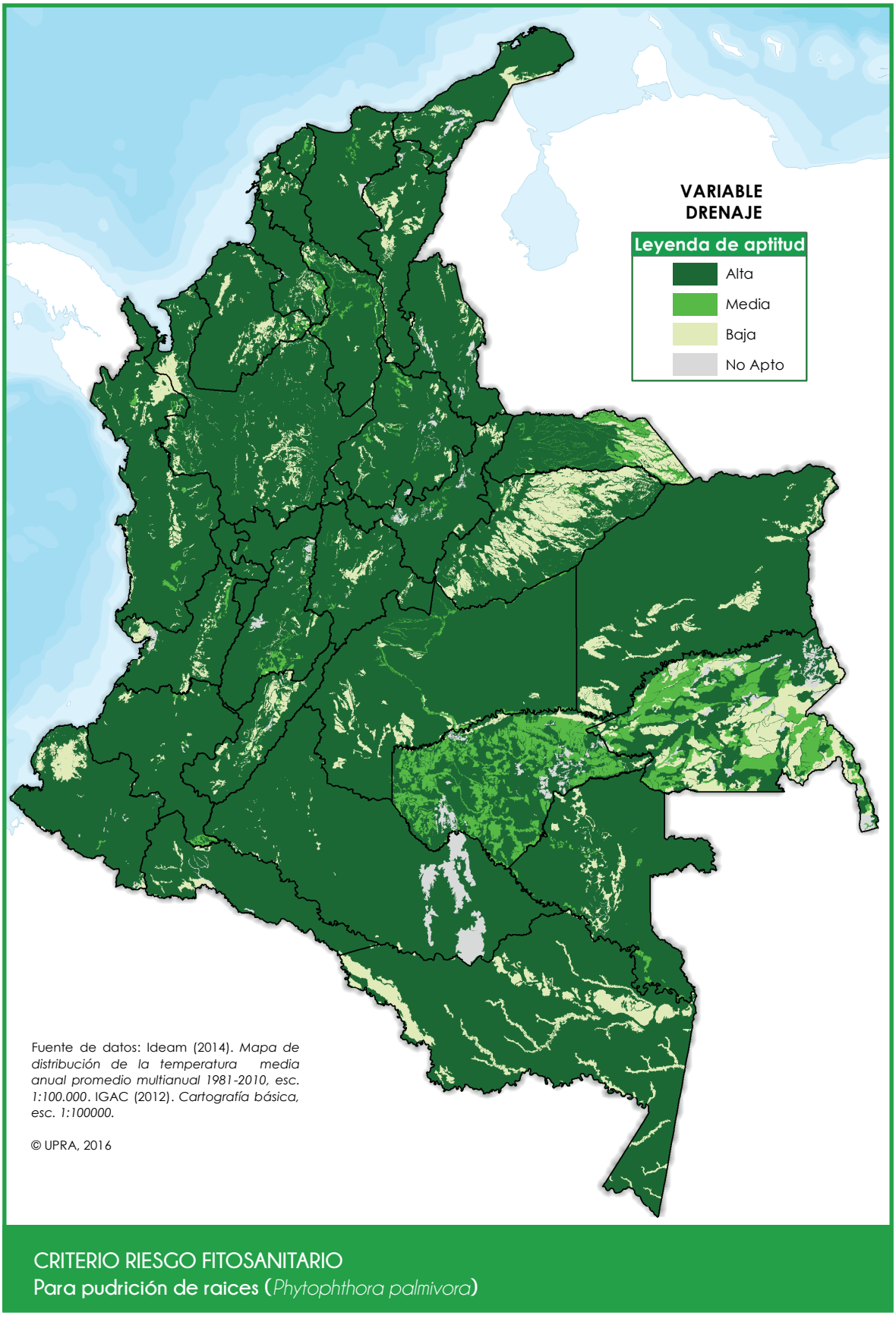


Fuente: Ideam (2010). *Mapa de excesos medios anuales multianuales de Colombia, período 1981-2010.* IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100000.

© UPRA, 2016

CRITERIO RIESGO FITOSANITARIO
Para pudrición de raices (*Phytophthora palmivora*)

Subvariable exceso hídrico asociado a la pudrición de la raíz



Fuente de datos: Ideam (2014). *Mapa de distribución de la temperatura media anual promedio multianual 1981-2010, esc. 1:100.000*. IGAC (2012). *Cartografía básica, esc. 1:100000.*

© UPRA, 2016

CRITERIO RIESGO FITOSANITARIO
Para pudrición de raices (*Phytophthora palmivora*)

Fuentes de información

Ideam. (2014). Mapa de isotermas de Colombia a escala 1:100:000. Bogotá: Ideam.

- _. (2010). Mapa de isolíneas de humedad. Bogotá: Ideam.
- _. (2015). Mapa de isoyetas de Colombia a escala 1:100:000. Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). Mapa de isotermas de Colombia a escala 1:100:000.
- _. (2015). Mapa de isoyetas de Colombia a escala 1:100:000.
- _. (2010). Mapa de drenaje natural de Colombia, escala 1:100.000.
- _. (2010). Mapa de clasificación de Drenaje Natural de Colombia a escala 1:100:000. Bogotá, Colombia. 2010.
- _. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000.

1.6.3 Variable complejo Virus PRSV-*M. persicae* asociado a temperatura, precipitación y humedad relativa

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung	
Componente: físico. Subcomponente: fitosanitario		
Criterio asociado: riesgo fitosanitario		
Variable: Complejo Virus PRSV-*M. persicae* asociado a temperatura, precipitación y humedad relativa	**Unidad de medida:** °C, mm/año y porcentaje (%)	
Tipo de criterio asociado	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

Definición

Relación existente entre las condiciones climáticas con la incidencia del áfido, vector del PRSV.

Importancia de la variable para el cultivo

Los limitantes sanitarios del cultivo de papaya particularmente las enfermedades presentan amplia relación con las condiciones climáticas; en el caso del complejo virus PRSV – Myzus persicae, el vector se ve favorecido por temperatura, precipitación y baja humedad relativa.

El vector se ve favorecido por mayor temperatura y humedad relativa,

con bajo nivel de precipitación, donde su rango óptimo de desarrollo está entre 20 y 24 ªC, humedad relativa mayor de 80 % y menos de 1500 mm de precipitación anual, donde es posible observar los mayores niveles de diseminación del PRSV en cultivos comerciales de papaya.

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

Los valores establecidos para la zonificación del cultivo de papaya, correspondieron a tres series o rangos que se relacionan completamente con el riesgo fitosanitario potencial para el complejo virus-vector, así:

No hay rangos de exclusión (N1) para la variable dado que es posible hacer manejo del complejo fitosanitario. A continuación, se presentan los rangos establecidos para cada condición climática:

Subvariable	Unidad de medida	A1	A2	A3
Temperatura media anual	ºC	<20	>24	20–24

Para condiciones de bajo riesgo (A1) se establecieron niveles de temperatura inferior de 20 oC; para determinación de riesgo medio (A2) de aparición y desarrollo del complejo, temperaturas mayores de 24 oC, donde hay desarrollo del complejo, a una tasa que permite implementar medidas de mitigación y control del vector. Como zonas de riesgo alto (A3) para el cultivo comercial de papaya, se determinaron zonas con condición de temperatura entre 20 y 24 oC, donde las tasas de infección y desarrollo del complejo se encuentran en su máxima expresión, gracias a las condiciones ideales de dispersión del insecto vector.

Variable	Unidad	A1	A2	A3
Precipitación	mm/año	>2000	1500–2000	<1500

Para condiciones de bajo riesgo o aptitud alta (A1) para el cultivo comercial de papaya, se establecieron niveles de precipitación superiores de 2000 mm/año; para determinación de riesgo medio (A2) de aparición y desarrollo del complejo, lluvias entre 1500 y 2000 mm/año, donde hay desarrollo del complejo, a una tasa que permite implementar medidas de mitigación y control. Como zonas de riesgo fitosanitario alto (A3) para el cultivo comercial de papaya, se determinaron zonas con condición de precipitación pluvial menor de 1500 mm/año, donde las tasas de infección y desarrollo del complejo se encuentran en su máxima expresión, gracias a las condiciones ideales de dispersión del insecto vector.

Subvariable	Unidad de medida	A1	A2	A3
Humedad relativa	Porcentaje (%)	<75	75–80	>80

Para condiciones de bajo riesgo o alta aptitud (A1) para el cultivo comercial de papaya, se establecieron humedades por debajo de 75 %, dado que el vector no genera mayor riesgo al cultivo; para determinación de riesgo medio (A2) de aparición y desarrollo del complejo, se determinaron humedades entre el 75 y 80 %, condiciones que permiten un desarrollo del vector a una tasa que permite implementar medidas de mitigación y control. Como zonas de riesgo fitosanitario alto (A3) se determinaron zonas con condición de humedades relativas superiores de 80 %, donde las tasas de infección, desarrollo y reproducción de M. persicae se elevan considerablemente y hacen muy costoso y difícil su control.

Limitantes de la evaluación de la variable

Disponer de una base de datos actualizada de la información térmica y pluviométrica de todo el territorio nacional generada por la red de estaciones meteorológicas, ya que la que se tiene solo esta hasta 2010. En consecuencia, el análisis espacial a nivel de temperatura y lluvias, no refleja la condición actual del país.

Bajo número de estaciones meteorológicas que complementen la información, debido a que la humedad relativa está influenciada por condiciones de fuentes hídricas y pendientes, entre otros factores, lo que genera microclimas que generan incrementos o disminuciones en los valores de humedad relativa reportadas en zonas con mayor extensión; estas zonas se denominan microclimas y deben ser objeto de análisis en una zonificación mas detallada para el establecimiento del cultivo de papaya.

Metodología de procesamiento de la información

Serie histórica de la información,

La información utilizada de base para las unidades térmicas se tomó del mapa de temperaturas anuales elaborado por el Ideam, a escala 1:100.000, el cual se basa en una serie histórica de 1971 al 2010.

Se utilizó la información correspondiente al mapa de humedad relativa promedio multianual generado por Ideam año 2010.

Tratamiento de la información.

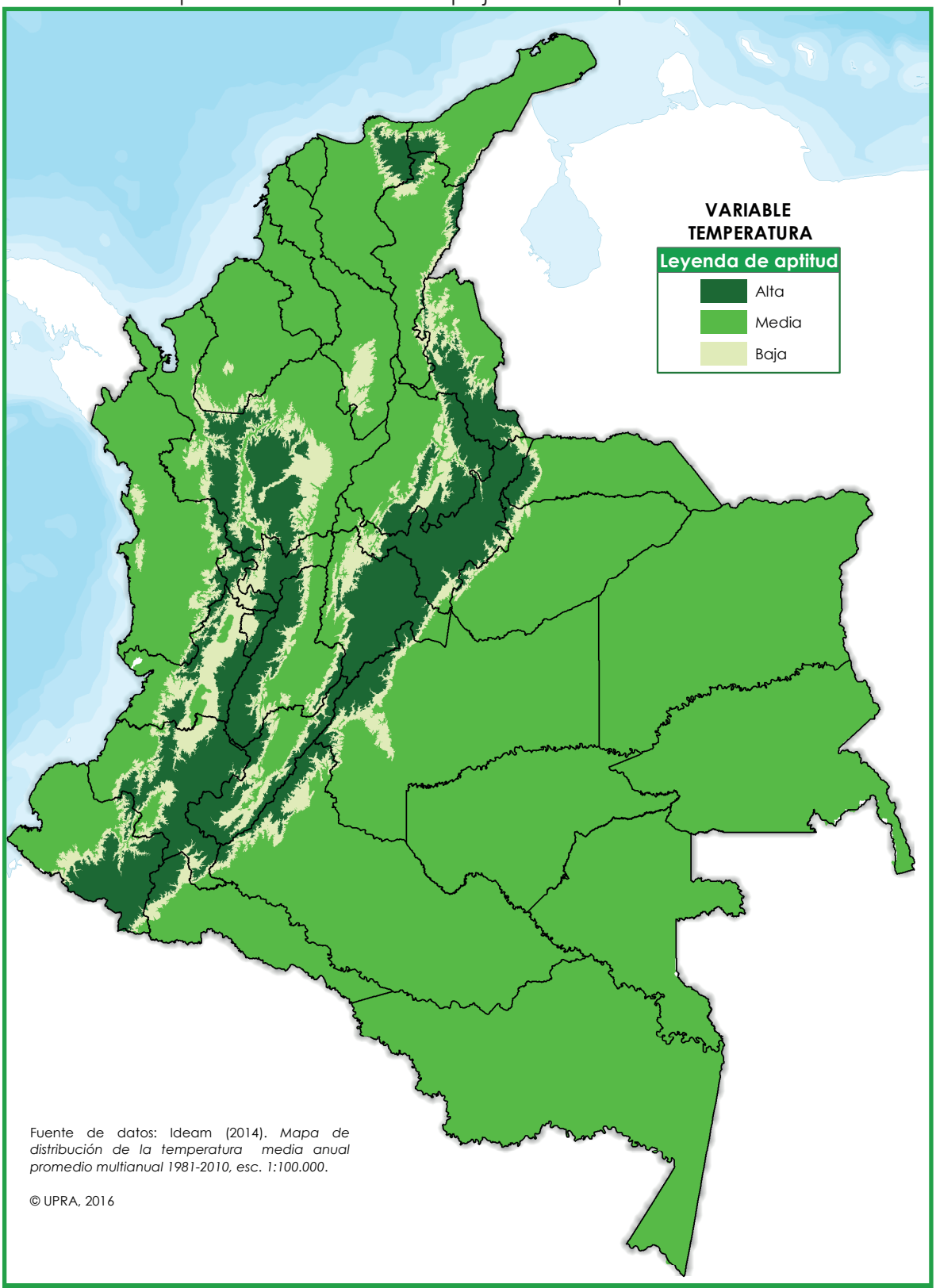
Para la humedad relativa el ejercicio se realizo utilizando gradientes de información con rangos de 5 %, como se presenta en el mapa suministrado por la entidad; el establecimiento de los rangos para determinación del nivel de riesgo se hizo en función de este rango y partió del concepto y experticia del profesional fitosanitario soportado en los reportes bibliográficos y reportes técnicos.

Unidad de análisis

Territorio nacional, dividido en sus diferentes zonas de aptitud, clasificadas así: aptitud alta (A1): riesgo fitosanitario bajo para el cultivo con condiciones climáticas ideales para el desarrollo del complejo virus - vector. Aptitud media (A2): riesgo fitosanitario medio para el cultivo, con restricciones moderadas de clima para el complejo - insecto, y aptitud baja (A3): riesgo fitosanitario alto para el cultivo dadas las condiciones ideales de clima para el desarrollo del complejo fitosanitario. El riesgo fitosanitario es inverso a la aptitud del cultivo, es decir, a mayor riesgo fitosanitario menor aptitud para el cultivo de papaya.

Representación cartográfica de la variable

Subvariable temperatura asociada al complejo PRSV- M. persicae

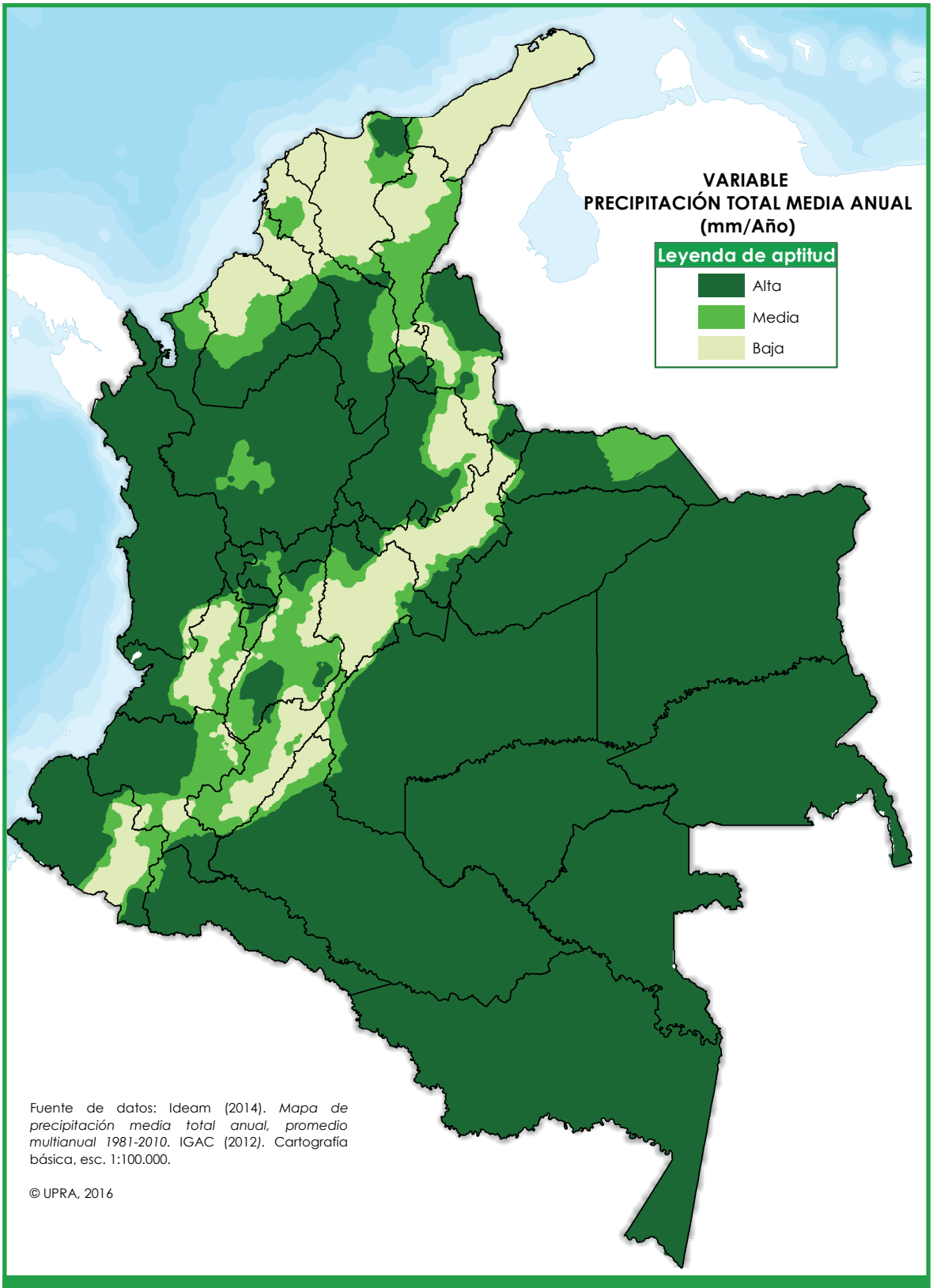


Fuente de datos: Ideam (2014). *Mapa de distribución de la temperatura media anual promedio multianual 1981-2010, esc. 1:100.000.*

© UPRA, 2016

CRITERIO RIESGO FITOSANITARIO
para complejo Virus PRSV-M. (*Myzus persicae*)

Subvariable precipitación asociada al complejo PRSV- M. persicae

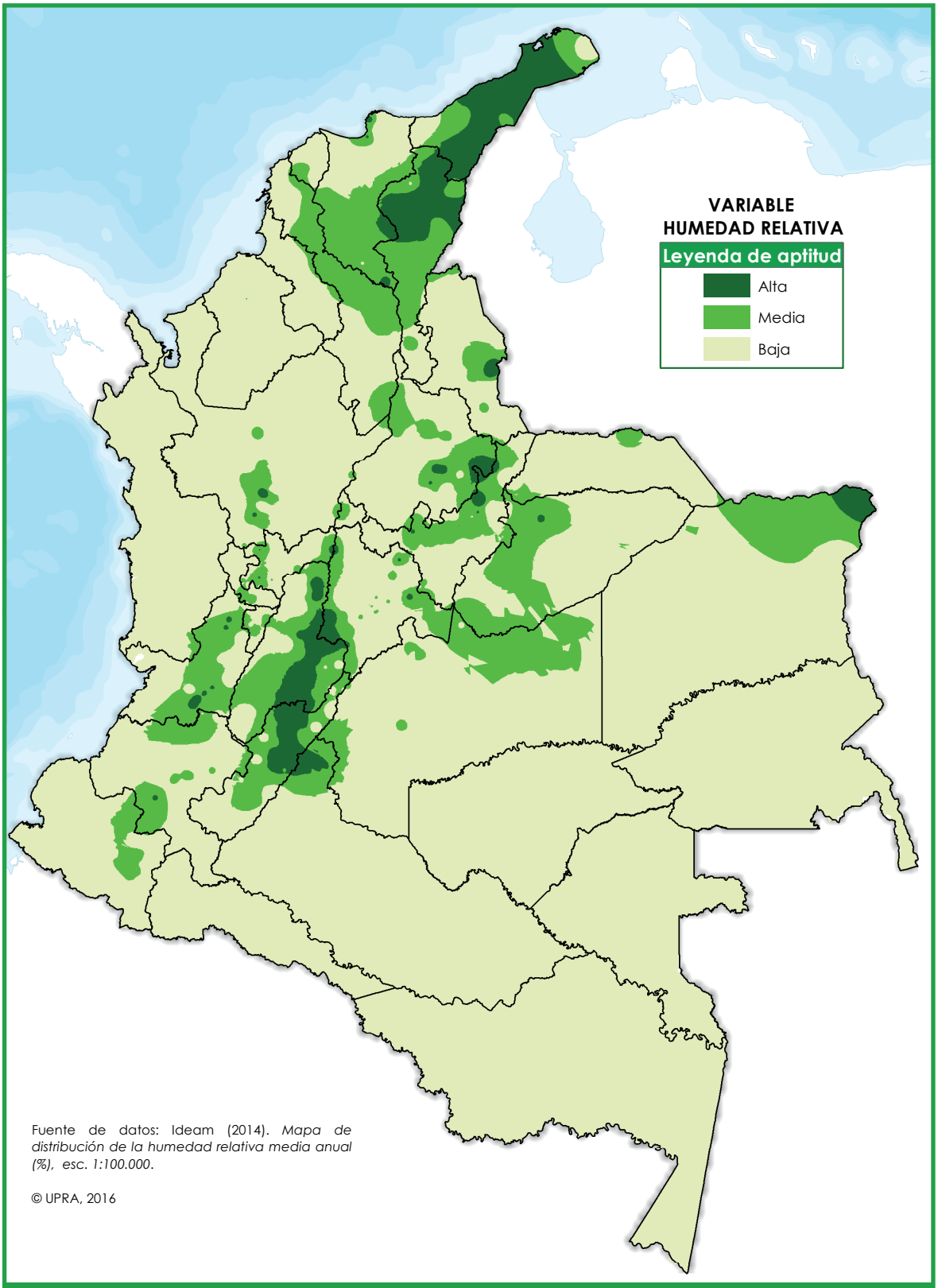


Fuente de datos: Ideam (2014). *Mapa de precipitación media total anual, promedio multianual 1981-2010.* IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000.

© UPRA, 2016

CRITERIO RIESGO FITOSANITARIO
para complejo Virus PRSV-M. (*Myzus persicae*)

Subvariable humedad relativa asociada al complejo PRSV- M. persicae



Fuente de datos: Ideam (2014). *Mapa de distribución de la humedad relativa media anual (%), esc. 1:100.000.*

© UPRA, 2016

CRITERIO RIESGO FITOSANITARIO
para complejo Virus PRSV-M. (*Myzus persicae*)

Fuentes de información

Ideam. (2010). Mapa de humedad relativa promedio mensual serie multianual.

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

1.7 Criterio toxicidad por sales, sodio y aluminio

Ficha metodológica de criterio		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung	
Componente: físico. Subcomponente: edáfico		
Criterio: toxicidad por sales, sodio y aluminio		
Tipo de criterio	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Variables asociadas al criterio		
Salinidad o sodicidad, expresadas como conductividad eléctrica (dS/m) y PSI. • Saturación de aluminio, expresado en porcentaje (%).		

Definición

Cuando los elementos que son necesarios para el desarrollo de la mayoría de las plantas se encuentran en concentraciones mayores de las requeridas, pueden llegar a ser tóxicos como es el caso de los micronutrientes (Fe, Mn, Cl, Zn y Ni), las sales (cloruros, sulfatos, bicarbonatos, carbonatos, nitratos), la saturación de 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 para el cultivo

El Na además de ser un elemento perjudicial para la estructura del suelo, debido al efecto dispersante, genera disminución del crecimiento de las raíces y necrosis en las hojas.

El aluminio (Al^{+3}) es uno de los elementos que se encuentra en mayor concentración en el suelo especialmente en suelos ácidos. En plantas susceptibles, se reduce el crecimiento de las raíces y tallos; las hojas pueden tomar un color púrpura (similar a la deficiencia de fósforo, ya que afecta el metabolismo del fosfato), inhibe la división celular, causa deficiencias de P por su fijación e impide la absorción de Ca, Mg y K.

Las sales aumentan el pH y afectan la absorción de K^{+}, NO^{3}, 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

Para el cultivo comercial de papaya se definieron rangos de exclusión (N1): suelos con salinidad mayor a 8 dS/m, y con saturación de sodio superior de 15 % (PSI).

Limitantes para la evaluación del criterio

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

En cuanto a los contenidos de sales y sodio, la base geopedológica presenta una limitación: en muchos casos se refiere a la presencia o no presencia, sin indicar rangos como los propuestos. En la concentración de aluminio, si existe una correlación con los rangos propuestos y las calificaciones cualitativas.

Metodología de procesamiento de la información

Las clases de aptitud de cada una de las variables involucradas en el criterio se extractaron de la capa de geopedología unificada del territorio colombiano (IGAC, 2013), dando la calificación que se consideró en cada una de las variables:

Saturación de aluminio (%)	Aptitud
≤30	A1
>30-≤60	A2
>60	A3

Salinidad (CE dS/m)	Aptitud
≤2	A1
>2-≤4	A2
>4-≤8	A3
>8	N1

Saturación de sodio (PSI)	Aptitud
≤10	A1
>10-≤15	A2
>15	N1

Los rangos de aptitud de cada una de las variables, están dados de acuerdo con diferentes consultas con gremios, productores y reportes técnicos.

Rangos para la asignación de valores de aptitud

El argumento para discriminar los diferentes niveles de aptitud, fue la limitación que cada una de las variables representa en el desarrollo ideal del cultivo, ya que reduce las posibilidades de un adecuado desarrollo de las plantas y, por tanto, afecta la producción y la calidad de la fruta.

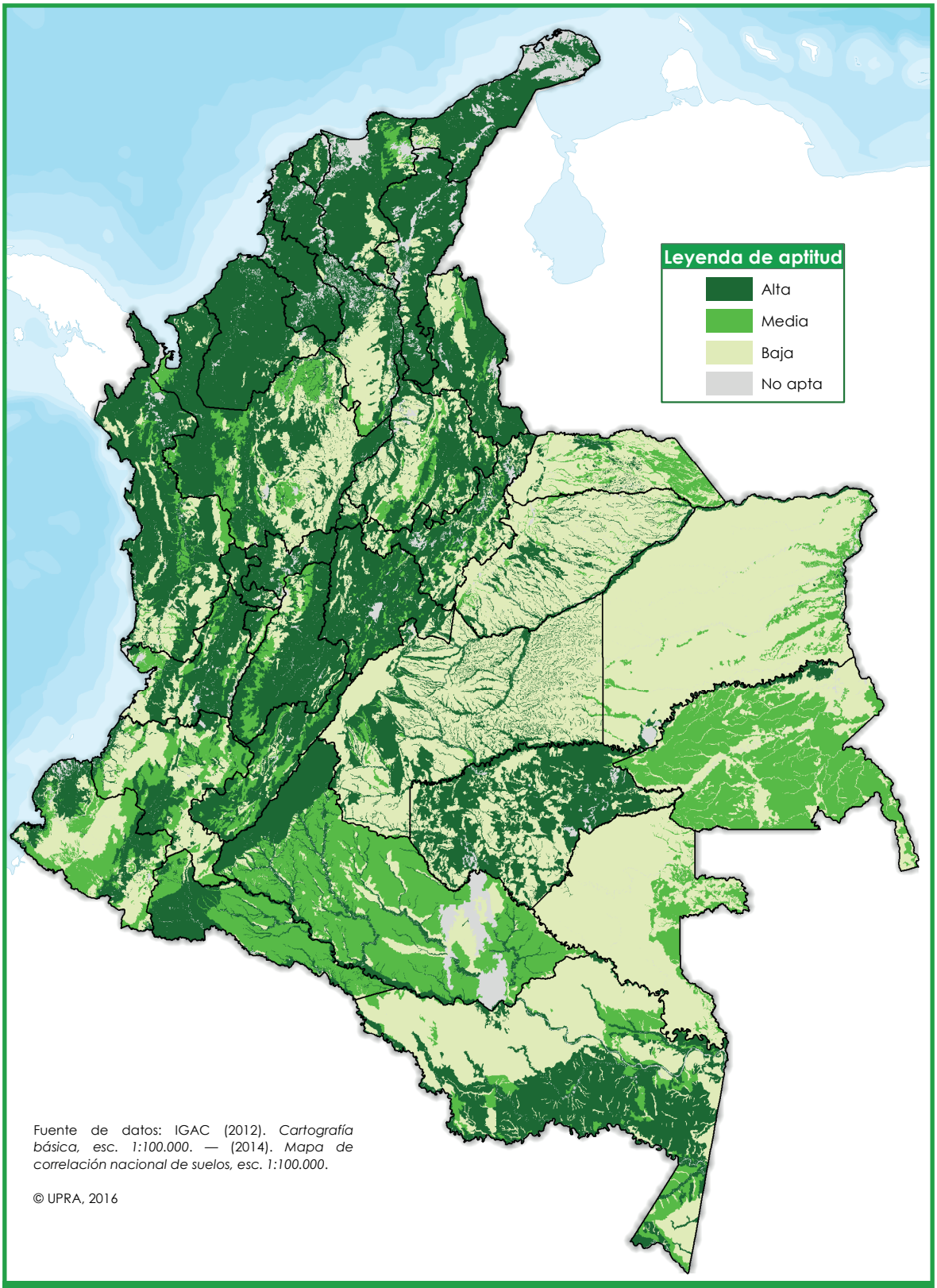
Árbol de decisión para el criterio

Saturación de aluminio (%)	Salinidad (Conductividad eléctrica) (dS/m)	Saturación de sodio (PSI)	Aptitud
≤30	≤2	≤10	A1
		>10-≤15	A1
		>15	N1
	>2-≤4	≤10	A1
		>10-≤15	A2
		>15	N1
	>4-≤8	≤10	A3
		>10-≤15	A3
		>15	N1
	>8	cualquiera	N1
>30-≤60	≤2	≤10	A2
		>10-≤15	A2
		>15	N1
	>2-≤4	≤10	A2
		>10-≤15	A2
		>15	N1
	>4-≤8	≤10	A3
		>10-≤15	A3
		>15	N1
	>8	Cualquiera	N1
>60	≤2	≤10	A3
		>10-≤15	A3
		>15	N1
	>2-≤4	≤10	A3
		>10-≤15	A3
		>15	N1
	>4-≤8	≤10	A3
		>10-≤15	A3
		>15	N1
	>8	cualquiera	N1

Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos

Representación cartográfica del criterio



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

© UPRA, 2016

CRITERIO TOXICIDAD POR SALES, SODIO Y ALUMINIO

Fuentes de información

- Fassbender, H. y Bornemisza, E. (1987). Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. Segunda ed. San José de Costa Rica: IICA, 420 pp.
- IGAC. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá, 119 pp.
- -. (2012). 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.

1.7.1 Variable salinidad o sodicidad

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung	
Componente: físico. Subcomponente: edáfico		
Criterio asociado: toxicidad por sales, sodio y aluminio		
Variable: salinidad o sodicidad	**Unidad de medida:** conductividad eléctrica (dS/m) y PSI (%)	
Tipo de criterio asociado	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

Definición

Se define como el alto contenido de sales solubles o de sodio intercambiable en el suelo. El contenido de sales se determina normalmente en términos de la conductividad eléctrica, pero puede expresarse con cantidad, como porcentaje de sales en el suelo, como también cantidad de aniones en la fracción de cambio. El Na se determina como el porcentaje de sodio intercambiable (PSI).

La salinidad y la sodicidad pueden presentarse en forma natural o adquirida. En forma natural, se asocia con el fenómeno climático de aridez y con los materiales de origen ricos en sales como sucede con algunas rocas sedimentarias. En forma adquirida, se relaciona con riegos prolongados con aguas de altos contenidos de sales, así como también con aguas de buena calidad, pero mal manejadas en climas con regímenes de humedad ústico.

En suelos salinos, el catión Na es el que predomina en la solución del suelo, mientras que los cationes Ca y Mg, 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

Altos contenidos de sales solubles o de Na intercambiable, elevan de forma considerable el pH del suelo, lo que a su vez afecta en forma significativa los rendimientos del cultivo. El principal efecto perjudicial de las sales es la alta presión osmótica que se desarrolla en la solución del suelo (IGAC, 1979).

Algunos sectores del país con aptitud para el cultivo de papaya, se localizan en regiones donde se requiere de riego complementario, requerimiento que hace que el suelo sea susceptible a la salinización. Los altos contenidos de sales o de Na tienen los siguientes efectos en el desarrollo de las plantas:

La salinidad influye en los valores del pH y, por tanto, afecta la disponibilidad de nutrientes.

Afecta el ritmo de absorción de K^{+}, nitrato (NO^{3}), fósforo (PO^{4}) y Ca^{++}

Afecta la translocación y el reciclado de iones en la planta.

Las raíces no se desarrollan adecuadamente: 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 con conductividad eléctrica mayor de 8 dS/m y saturación de Na mayor de 15 %, no son aptas (N1) para el cultivo de papaya, que es susceptible a daños provocados por estas condiciones desfavorables.

Limitantes de la evaluación de la variable

Deficiente información ya que los estudios generales de suelos a escala 1:100.000; solamente aparece presencia o no presencia de sales. Además, la presencia de sales no se presenta de manera uniforme ya que varía tanto de forma horizontal como vertical y también en el transcurso del año.

Estos suelos se reconocen por las afloraciones de costras blancas en los salinos y negras en los sódicos, debido a la dispersión de la materia orgánica, el tipo de vegetación y muchas veces la presencia de un horizonte B con estructura columnar en los suelos sódicos (IGAC, 1979).

Las anteriores 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, y sódicos o no sódicos se obtuvieron a partir de la base de geopedología unificada del territorio colombiano (IGAC, 2013).

La calificación se le dio al mayor componente taxonómico dentro de la unidad cartográfica de suelos. Las unidades cartográficas que no tenían información se infirieron, correlacionando otras variables, como clima y la nemotecnia que ofrecen los nombres taxonómicos. Los límites de variación, se construyeron a partir de la tabla de fertilidad del manual de códigos del IGAC.

Rangos para la asignación de valores de aptitud

De acuerdo con diferentes consultas con productores y reportes técnicos relacionados, se determinaron los siguientes rangos de aptitud:

Aptitud alta (A1), los suelos con conductividad eléctrica menores o iguales de 2 dS/m y contenido menor o igual de 10 % de Na intercambiable; con aptitud moderada (A2) se calificaron los suelos con rango entre 2 dS/m y 4 dS/m y saturación de Na entre 10 y 15 %, y con aptitud baja (A3), los suelos con contenidos entre 4 dS/m y 8 dS/m. Las zonas no aptas (N1) se restringen a los suelos salinos (mayor de 8 dS/m) y los suelos sódicos (> 15 PSI). Por su parte, tierras con aptitud alta (A1), aptitud moderada (A2) mayor de 10 y menor o igual de 15 % de sodio y no se consideran aptos (N1) los suelos sódicos, con contenidos mayores de 15 % de sodio.

Salinidad o sodicidad

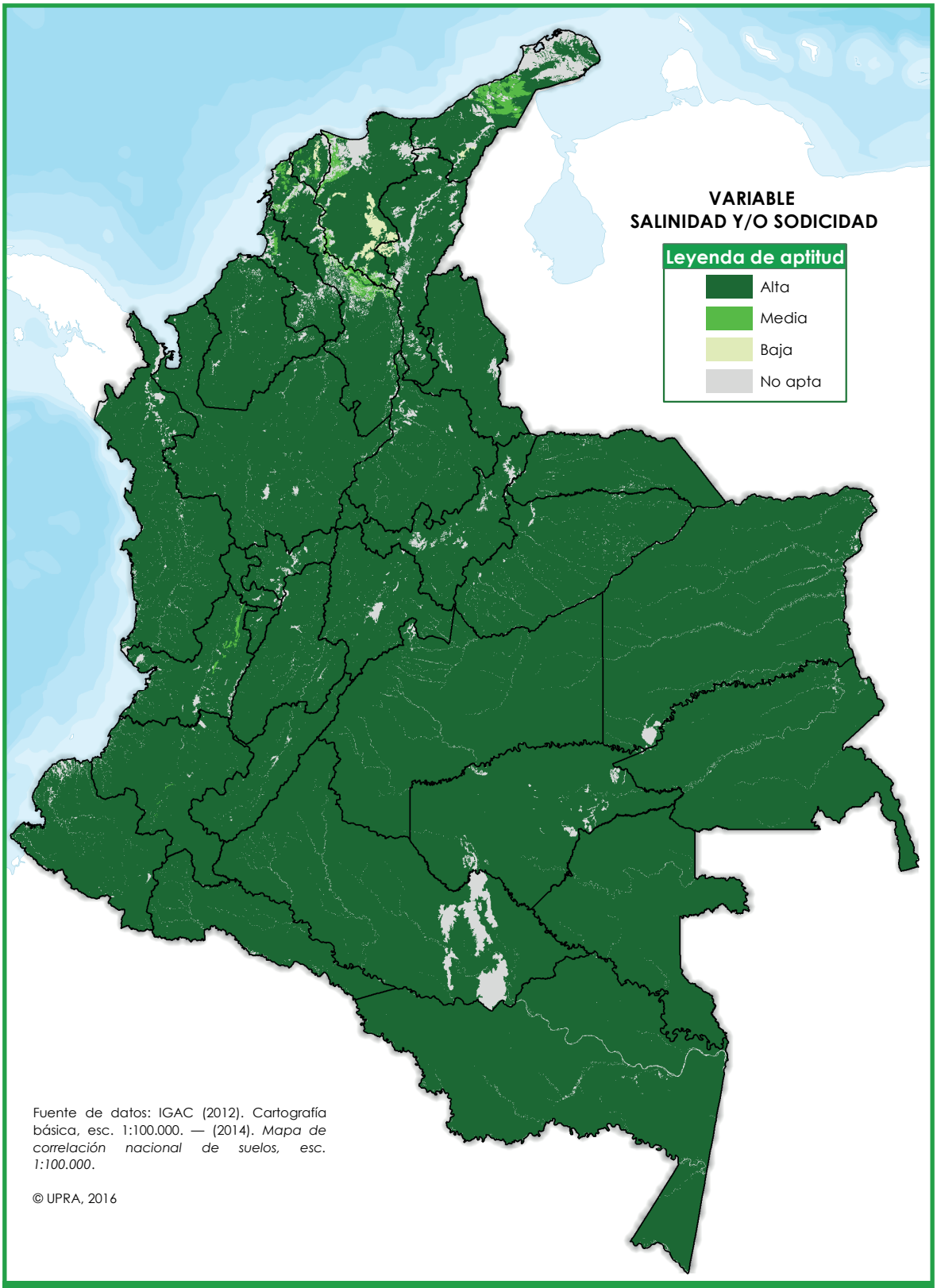
Salinidad (CE dS/m)	Aptitud
≤2	A1
>2-≤4	A2
>4-≤8	A3
>8	N1

Saturación de sodio (PSI)	Aptitud
≤10	A1
>10-≤15	A2
>15	N1

Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos

Representación cartográfica de la variable



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

© UPRA, 2016

CRITERIO TOXICIDAD POR SALES, SODIO Y ALUMINIO

Fuentes de información

- Fassbender, H. y Bornemisza, E. (1987). Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. Segunda ed. San José de Costa Rica: IICA, 420 pp.
- IGAC. (1979). Propiedades químicas de los suelos. Bogotá: IGAC, pp. 148 y 149.
- -. (2012). 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.
- -. (2014). Metodología para elaborar y actualizar áreas homogéneas de tierras con fines catastrales. Bogotá: IGAC.

1.7.2 Variable saturación de aluminio

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung	
Componente: físico. Subcomponente: edáfico		
Criterio asociado: toxicidad por sales, sodio y aluminio		
Variable: saturación de aluminio	**Unidad de medida:** Porcentaje (%)	
Tipo de criterio asociado	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

Definición

Proporción de Al^{+3} en el complejo de cambio y en la solución del suelo. Corresponde a la acidez intercambiable: se debe a los iones Al^{+3} y H^{+} intercambiables (desplazables) con una sal neutra (KCl). También incluye pequeñas cantidades de Fe, Mg y Zinc intercambiables (IGAC, 1979).

La saturación de aluminio del suelo hace referencia a la acidez debida al ion aluminio (Al^{+3}), que afecta el desarrollo de las plantas: inhibe la división celular, causa deficiencias de P e impide la absorción del Ca, Mg y K, y que es abundante en suelos ácidos (pH menor de 5,5).

Se ha establecido que cuando se encuentra menos de 1 ppm de Al^{+3} en la solución del suelo, la saturación es menor de 60 % y no hay efecto tóxico en las plantas de tolerancia moderada a Al y 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

El Al es el elemento 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, afectando la productividad del cultivo. Los excesos de Al en el suelo producen efecto antagónico con el resto de cationes, especialmente con P, Ca, Mg y K que no pueden ser absorbidos por las raíces por procesos como el de la inmovilización del P.

Para poder utilizar suelos con altos niveles de Al^{+3} intercambiable es necesario aplicar altas dosis de enmienda alcalina para elevar el pH a niveles no tóxicos, o utilizar variedades de plantas que sean tolerantes (Cortés y Malagón, 1984).

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

No existe valor de exclusión (N1) por esta variable, debido a que se puede mejorar su efecto mediante prácticas como el encalamiento. Todas las unidades cartográficas con más del 60 % de saturación de aluminio, se calificaron como marginalmente aptas (A3) para el cultivo comercial de papaya, debido a que los contenidos de Al en la solución del suelo, son muy altos, y resulta lenta y 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 diferente al componente calificado, los cuales pueden o no ser restrictivos para el cultivo.

Metodología de procesamiento de la información

La calificación se hace con los valores de aluminio (Al^{+3}), obtenidos de la información química de los perfiles contenidos en la base de geopedología unificada del territorio colombiano (IGAC, 2013).

Los rangos se obtienen de la tabla para el cálculo de la fertilidad en el manual de códigos del IGAC.

No obstante, la calificación para estos rangos mencionados, se le dio al mayor componente taxonómico dentro de la unidad cartográfica de suelos. Las unidades cartográficas que no tenían información se infirieron, correlacionando otras variables, como pH, clima y la nemotecnia que ofrecen los nombres taxonómicos.

Rangos para la asignación de valores de aptitud

Con base en diferentes consultas con productores y reportes técnicos, se determinaron como tierras con aptitud alta (A1), los suelos con saturación de aluminio menor o igual de 30 % de Al; aptitud moderada (A2) los suelos con valores entre 30 % y 60 % de saturación de Al y, con aptitud baja (A3), saturaciones de aluminio mayores de 60 % de Al, debido a que resulta muy costosa la adecuación mediante el encalamiento.

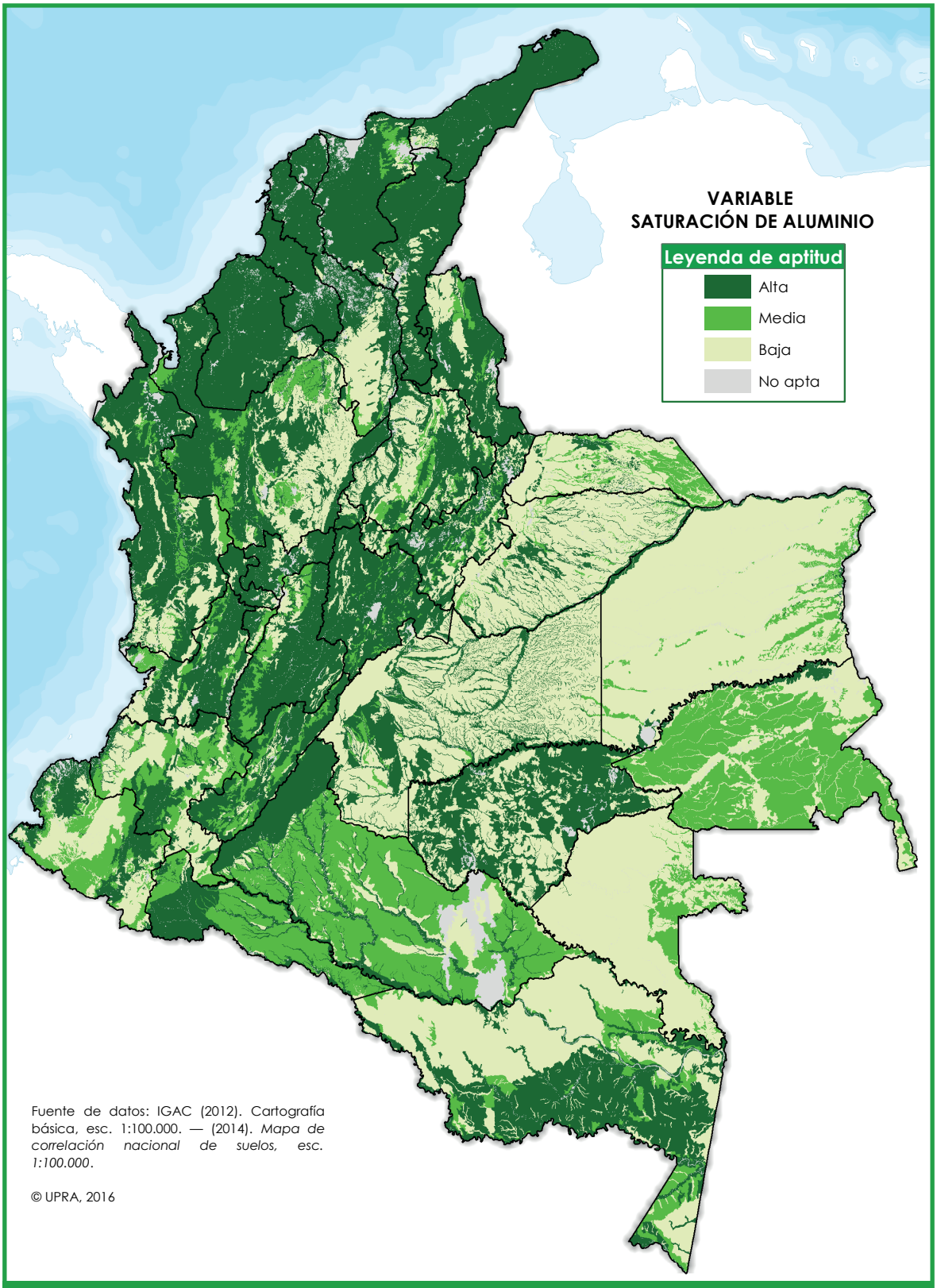
Rangos de aptitud

Saturación de aluminio (%)	Aptitud
≤30	A1
>30-≤60	A2
>60	A3

Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos.

Representación cartográfica de la variable



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

© UPRA, 2016

CRITERIO TOXICIDAD POR SALES, SODIO Y ALUMINIO

Fuentes de información

- Cortés, A. y Malagón, D. (1984). Los levantamientos agrológicos y sus aplicaciones múltiples. Bogotá: Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, 360 pp.
- IGAC. (1979). Propiedades químicas de los suelos. Bogotá: IGAC, pp. 148 y 149.
- -. (2012). 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.
- -. (2014). Metodología para elaborar y actualizar áreas homogéneas de tierras con fines catastrales. Bogotá: IGAC.

1.8 Criterio disponibilidad de nutrientes

Ficha metodológica de criterio		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung	
Componente: físico. Subcomponente: edáfico		
Criterio: disponibilidad de nutrientes		
Tipo de criterio	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Variables asociadas al criterio		
Acidez (pH), expresado como pH. Saturación de bases, expresado como porcentaje (%). Carbono orgánico, expresado como porcentaje (%). Capacidad de intercambio catiónico, expresado como cmol/kg de suelo.		

Definición

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

Contiene las variables que inciden en el aporte y almacenamiento de los nutrientes y está relacionada directamente con los contenidos en el suelo de los elementos necesarios para el desarrollo del cultivo.

Considera las relaciones químicas en el suelo de cara a las posibilidades de absorción de nutrientes necesarios para el crecimiento y desarrollo de las plantas cultivadas. Estas relaciones, según las características de las unidades de tierra a escala 1:100.000, podrían estar en función de la acidez o pH, la saturación de bases, el contenido de carbono orgánico y la CIC que se utiliza como un criterio para la capacidad de amortiguación para los fertilizantes (FAO, 1976).

Importancia del criterio para el cultivo

En la medida en que los suelos tengan mayores contenidos de nutrientes, es decir que la saturación de bases sea alta y esté acompañada de una alta CIC, 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 de los cultivos y la adecuada producción de los frutos.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado

En áreas donde el pH sea menor de 4,0 y mayores de 7,8, se consideran no aptas (N1) para el cultivo comercial de papaya, debido a que estos valores extremos presentan restricciones para la asimilación de la mayor parte de los nutrientes.

Limitantes para la evaluación del criterio

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

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

Metodología de procesamiento de la información

Las clases de aptitud de cada una de las variables involucradas en el criterio, se extractaron de la capa de geopedología unificada del territorio colombiano (IGAC, 2013), dando la calificación que se consideró en cada una de las variables:

Acidez (pH)	Aptitud
5,5-6,5	A1
5,0-5,4 y 6,6-7,3	A2
4,0-4,9 y 7,3-7,8	A3
<4,0 y >7,8	N1

Saturación de bases (%)	Aptitud
>35	A1
≥10-≤35	A2
<10	A3

Carbono orgánico (%)	Aptitud
>1,7-≤10; Andisoles ≥1,7-≤15	A1
≥0,50-≤1,70; >10; Andisoles >15	A2
<0,50; Histosoles	A3

CIC (cmol/kg de suelo)	Aptitud
>20	A1
≥10-≤20	A2
<10	A3

Los suelos Andisoles e Histosoles tienen calificación especial por sus altos contenidos de carbono orgánico.

Los rangos de aptitud de cada una de las variables están dados de acuerdo con diferentes consultas con gremios, productores y reportes técnicos relacionados.

Rangos para la asignación de valores de aptitud

Los diferentes niveles de aptitud se discriminaron mediante la construcción de una tabla de ponderación en la cual se da un valor de importancia a cada una de las variables que conforman el criterio. El porcentaje representa la importancia en el desarrollo ideal del cultivo (pH y CIC, 30 % cada una y carbono orgánico y saturación de bases 20 % cada una).

Árbol de decisión para el criterio

Acidez (pH)	CIC	Saturación de bases	carbono orgánico	Aptitud
5,5-6,5	>20	>35	>1,7-≤10	A1
			Andisoles >1,7-≤15	A1
			≥0,50-≤1,70	A1
			>10	A1
			Andisoles >15	A1
			<0,50	A1
			Histosoles	A1
		≥10-≤35	>1,7-≤10	A1
			Andisoles >1,7-≤15	A1
			≥ 0,50-≤1,70	A1
			>10	A1
			Andisoles >15	A1
			<0,50	A2
			Histosoles	A2
		<10	>1,7-≤10,	A1
			Andisoles >1,7 - ≤15	A1
			≥0,50-≤1,70	A2
			>10	A2
			Andisoles >15	A2
			<0,50	A2
			Histosoles	A2
	≥10-≤20	>35	>1,7-≤10	A1
			Andisoles >1,7-≤15	A1
			≥0,50-≤1,70	A1

Acidez (pH)	CIC	Saturación de bases	carbono orgánico	Aptitud
5,5-6,5	≥10-≤20	>35	>10	A2
			Andisoles >15	A1
			<0,50	A2
			Histosoles	A2
		≥10-≤35	>1,7-≤10	A2
			Andisoles >1,7-≤15	A2
			≥0,50-≤1,70	A2
			>10	A2
			Andisoles >15	A2
			<0,50	A2
			Histosoles	A2
		< 10	>1,7-≤10	A2
			Andisoles >1,7-≤15	A2
			≥0,50-≤1,70	A2
			>10	A2
			Andisoles >15	A2
			<0,50	A3
			Histosoles	A3
	< 10	> 35	>1,7-≤10	A2
			Andisoles >1,7-≤15	A2
			≥0,50-≤1,70	A2
			>10	A2
			Andisoles >15	A2
			<0,50	A2
			Histosoles	A3
		≥10-≤35	>1,7-≤10	A2
			Andisoles >1,7-≤15	A2
			≥0,50-≤1,70	A3
			>10	A3
			Andisoles >15	A3
			<0,50	A3
			Histosoles	A3
		< 10	>1,7-≤10	A3
			Andisoles >1,7-≤15	A2

Acidez (pH)	CIC	Saturación de bases	carbono orgánico	Aptitud
5,5-6,5	< 10	< 10	≥0,50-≤1,70	A3
			>10	A3
			Andisoles >15	A3
			<0,50	A3
			Histosoles	A3
5,0-5,4 y 6,6-7,3	>20	> 35	>1,7-≤10,	A1
			Andisoles >1,7-≤15	A1
			≥0,50-≤1,70	A2
			>10	A2
			Andisoles >15	A2
			<0,50	A2
			Histosoles	A2
		≥10-≤35	>1,7-≤10	A2
			Andisoles >1,7-≤15	A2
			≥0,50-≤1,70	A2
			>10	A2
			Andisoles >15	A2
			<0,50	A2
			Histosoles	A2
		<10	>1,7-≤10	A2
			Andisoles >1,7-≤15	A2
			≥0,50-≤1,70	A2
			>10	A2
			Andisoles >15	A2
			<0,50	A3
			Histosoles	A3
	≥10-≤20	>35	>1,7-≤10	A2
			Andisoles >1,7-≤15	A2
			≥0,50-≤1,70	A2
			>10	A2
			Andisoles >15	A2
			<0,50	A3
			Histosoles	A3

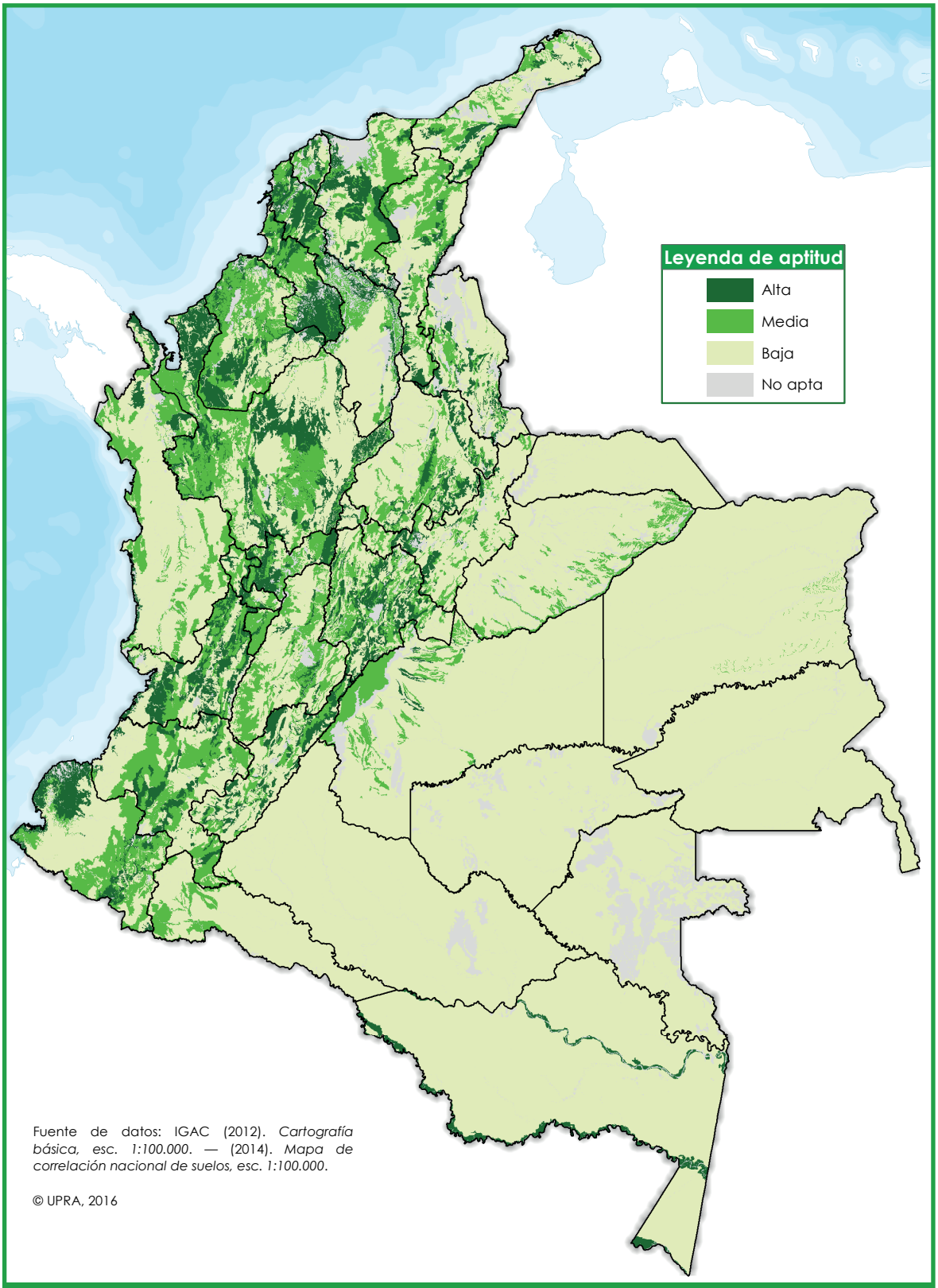
Acidez (pH)	CIC	Saturación de bases	carbono orgánico	Aptitud
5,0-5,4 y 6,6-7,3	≥10-≤20	≥10-≤35	>1,7-≤10	A2
			Andisoles >1,7-≤15	A2
			≥0,50-≤1,70	A3
			>10	A3
			Andisoles >15	A3
			<0,50	A3
			Histosoles	A3
		<10	>1,7-≤10	A3
			Andisoles >1,7-≤15	A3
			≥0,50-≤1,70	A3
			>10	A3
			Andisoles >15	A3
			<0,50	A3
			Histosoles	A3
	<10	>35	>1,7-≤10	A2
			Andisoles >1,7-≤15	A2
			≥0,50-≤1,70	A3
			>10	A3
			Andisoles >15	A3
			<0,50	A3
			Histosoles	A3
		≥10-≤35	>1,7-≤10	A3
			Andisoles >1,7-≤15	A3
			≥0,50-≤1,70	A3
			>10	A3
			Andisoles >15	A3
			<0,50	A3
			Histosoles	A3
		<10	>1,7-≤10	A3
			Andisoles >1,7-≤15	A3
			≥0,50-≤1,70	A3
			>10	A3
			Andisoles >15	A3
			<0,50	A3
			Histosoles	A3

Acidez (pH)	CIC	Saturación de bases	carbono orgánico	Aptitud
4,0-4,9 y 7,3-7,8	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	A3
<4,0 y >7,8	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	N1

Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos

Representación cartográfica del criterio



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

© UPRA, 2016

CRITERIO DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES

Fuentes de información

- IGAC. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá, 119 pp.
- -. (2012). 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.
- FAO. (1976). «*A Framework for Land Evaluation*». En: Soils Bulletin 32. Roma: FAO.
- USDA. (1961). Land-Capability Classification. Agriculture Handbook no. 210. EUA: Soil Conservation Service USDA.

1.8.1 Variable acidez (pH)

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung	
Componente: físico. Subcomponente: edáfico		
Criterio asociado: disponibilidad de nutrientes		
Variable: acidez (pH)	**Unidad de medida:** pH	
Tipo de criterio asociado	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

Definición

pH: Este término fue introducido por Sörensen en 1909 para expresar las actividades de los iones H+ (αH+) como una función logarítmica. El pH puede definirse como:

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

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 x 10-14

Tomando logaritmos:

log (H+) + log (OH-) = log (1 x 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-. 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 oC 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).

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

Rangos de pH

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

Importancia de la variable para el cultivo

El pH es una de las propiedades más importantes de los suelos: de él depende en gran parte la disponibilidad de nutrientes para las plantas porque determina su solubilidad y controla la clase y tipo de actividad microbiológica y, por lo tanto, la mineralización de la materia orgánica.

También tiene efecto directo sobre la concentración de iones y sustancias tóxicas, la CIC de suelos y raíces, enfermedades de las plantas y otras propiedades importantes (IGAC, 1979).

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

La disponibilidad de los nutrientes. Valores extremos de pH pueden provocar la precipitación de ciertos nutrientes permaneciendo en formas no disponibles para las plantas.

El proceso 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 de raíces o presentarse toxicidades debidas a la excesiva absorción de elementos fitotóxicos como Al.

La actividad microbiana, indispensable en la transformación de elementos que se presentan en formas no asimilables, hacia otras que sí lo son.

El pH es el factor principal que determina el suministro de nutrientes en el suelo. Debido a que las reservas de nutrientes son generalmente insuficientes para cubrir la demanda del cultivo, deben ser complementadas o corregidas con la aplicación de enmiendas que permitan asegurar que el cultivo disponga de los elementos necesarios para expresar los mayores rendimientos.

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

Los pH menores de 4,0 y mayores de 7,8 se consideran como suelos no aptos (N1) para el cultivo de papaya, debido a que estos valores extremos presentan restricciones para la asimilación de la mayor parte de los nutrientes por parte de las plantas de papaya.

Limitantes de la evaluación de la variable

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

Metodología de procesamiento de la información

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

Rangos para la asignación de valores de aptitud

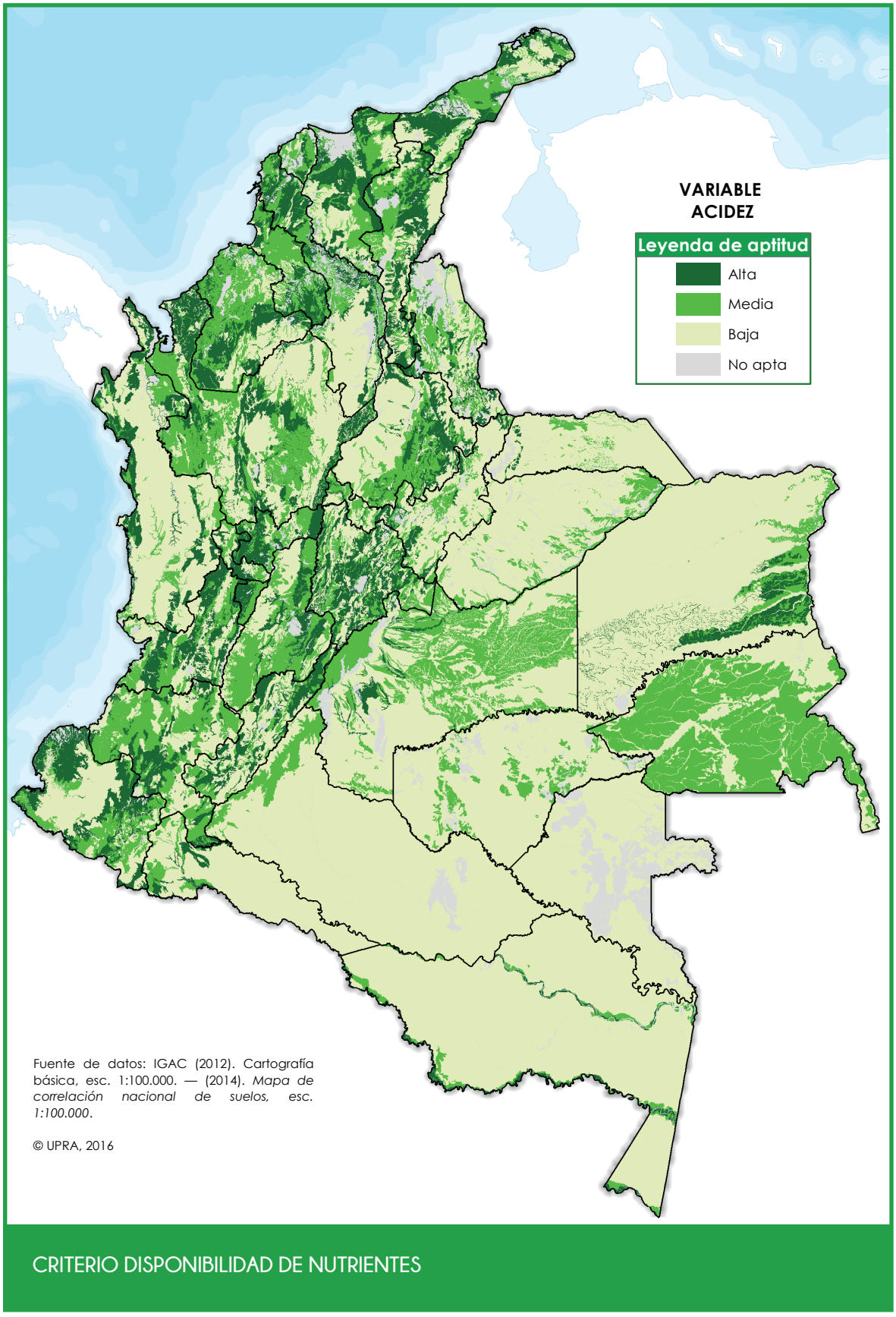
Los rangos de calificación de esta variable se realizaron a partir de los datos de laboratorio que aparecen en el perfil modal del mayor componente de la unidad cartográfica.

Acidez (pH)	Aptitud
5,5-6,5	A1
5,0-5,4 y 6,6-7,3	A2
4,0-4,9 y 7,3-7,8	A3
< 4,0 y > 7,8	N1

Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos)

Representación cartográfica de la variable



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

© UPRA, 2016

CRITERIO DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES

Fuentes de información

- Fassbender, H.; Bornemisza, E. (1987). Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. Segunda ed. San José de Costa Rica: IICA.
- IGAC. (1979). Propiedades químicas de los suelos. Segunda ed. Bogotá: IGAC, pp. 30 y 128.
- -. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá, 119 pp.
- -. (2012). 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.

1.8.2 Variable saturación de bases

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung	
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 (calcio, magnesio, potasio y sodio), expresada como porcentaje de la capacidad total de intercambio catiónico; el porcentaje de acidez intercambiable (aluminio e hidrógeno) corresponde al complemento del 100 %.

Importancia de la variable para el cultivo

El porcentaje de saturación de bases es un indicador de la fertilidad del suelo y tiene relación directa con el pH.

Se ha considerado la saturación de bases en la zonificación del cultivo de papaya, por la relación que hay con los valores del pH, cuando los suelos son similares; es decir, que los materiales parentales son muy parecidos (ejemplo en suelos derivados de arcillas caoliníticas: a menor pH, menor saturación de bases).

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 (N1) por esta variable, debido a que, en las unidades de tierras con baja saturación, se puede aplicar fertilizantes para regular el contenido de bases, como parte del manejo del cultivo.

Limitantes de la evaluación de la variable

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

Metodología de procesamiento de la información

La variable se construyó a partir de la información de los resultados de laboratorio de suelos que proporciona la base de datos del mapa integrado de geopedología a nivel nacional escala 1:100.000, suministrado por el IGAC.

Los valores de saturación de bases, se tomaron de los horizontes superficiales de cada uno de los perfiles modales.

Rangos para la asignación de valores de aptitud

Los rangos seleccionados de acuerdo con los límites de variación considerados en la tabla de clasificación de la fertilidad (IGAC, 2010) y los talleres con los gremios y productores, son los siguientes:

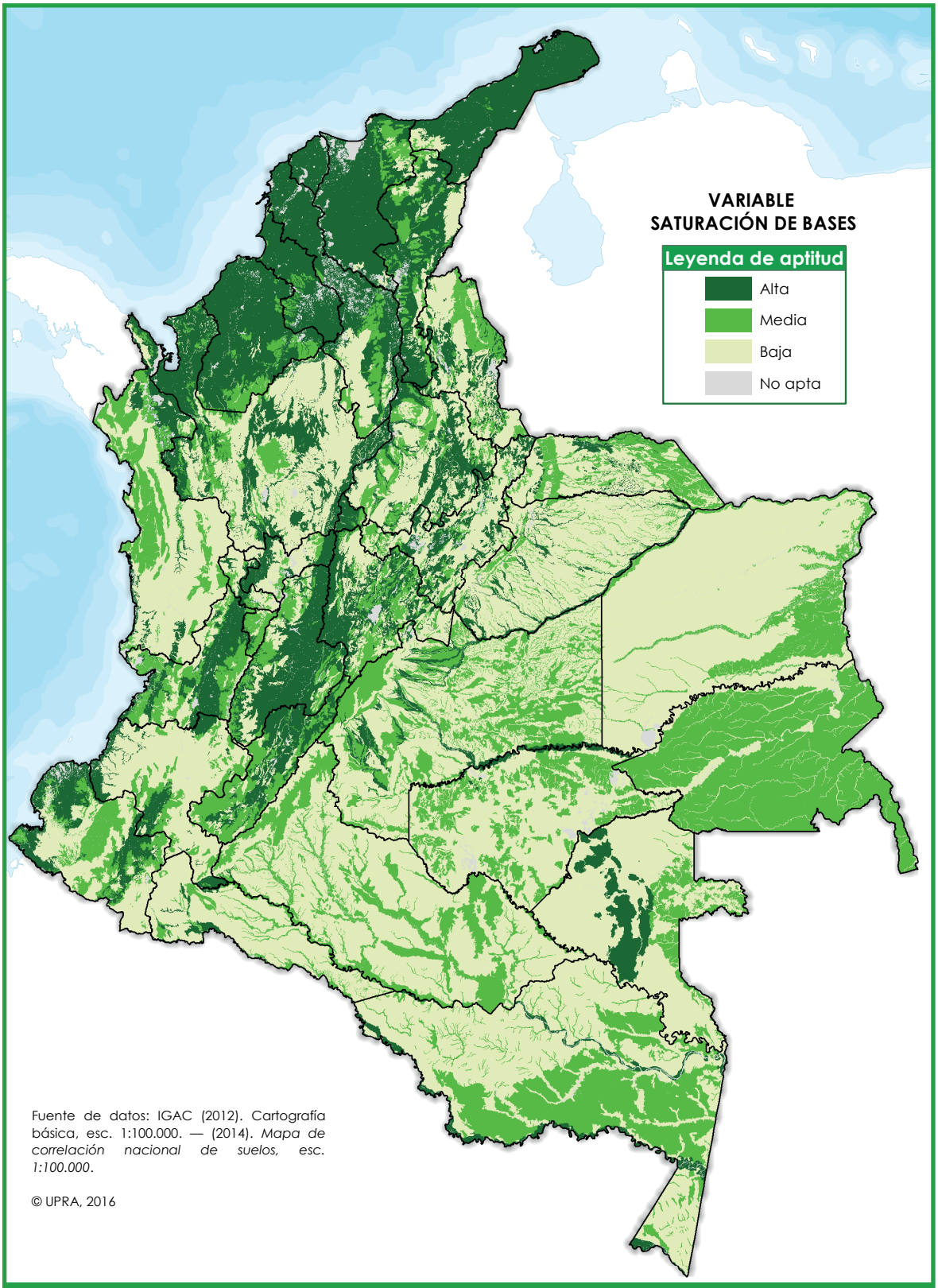
Rangos de aptitud

Saturación de bases (%)	Aptitud
>35	A1
≥10-≤35	A2
<10	A3

Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos

Representación cartográfica de la variable



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

© UPRA, 2016

CRITERIO DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES

Fuentes de información

- Fassbender, H.; Bornemisza, E. (1987). Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. Segunda ed. San José de Costa Rica: IICA.
- IGAC. (1995). Suelos de Colombia: origen, evolución, clasificación, distribución y uso. Bogotá: IGAC, pp. 423-427.
- -. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá, 119 pp.
- -. (2012). 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.

1.8.3 Variable carbono orgánico

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung	
Componente: físico. Subcomponente: edáfico		
Criterio asociado: disponibilidad de nutrientes		
Variable: carbono orgánico	**Unidad de medida:** Porcentaje (%)	
Tipo de criterio asociado	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

Definición

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

La MO del suelo es el conjunto de residuos orgánicos 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).

El contenido de MO en el suelo se mide por medio del porcentaje de CO. En términos generales, el contenido de MO es cerca del doble del CO.

Importancia de la variable para el cultivo

La MO del suelo, expresada como el contenido de CO del suelo, es importante en la zonificación del cultivo comercial de papaya por relacionarse con la cantidad y disponibilidad nutrientes al aportar N, cuyo aporte mineral es escaso. La MO modifica el grado de acidez hacia valores cercanos a neutros, aumenta la solubilidad de varios nutrientes, proporciona coloides de alta capacidad de intercambio catiónico; en las propiedades físicas, modifica la estructura y regula la distribución de los poros; en cuanto la parte biológica, el carbono es esencial, proporciona fuentes energéticas a los organismos del suelo, generalmente heterótrofos en forma de carbono lábil (hidratos de carbono o compuestos orgánicos de bajo peso molecular).

Por otro lado, los organismos del suelo descomponen los residuos orgánicos participando activamente en los ciclos de muchos elementos utilizados por las plantas. Además, los organismos del suelo participan en la formación y estabilización de la estructura y porosidad del suelo (Singer y Munns, 1996).

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

No se determinaron unidades de tierra no aptas (N1) por esta variable, debido a que, en los sectores o lugares con bajos contenidos de CO, se puede aplicar MO, compost o residuos de cosecha para mejorar el contenido.

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 en la unidad existen áreas de diferentes tamaños que tienen diferentes cantidades de CO, lo cual significa aptitud diferente al componente calificado.

Metodología de procesamiento de la información

La variable se construyó a partir del contenido de CO 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 que fue suministrado por el IGAC. Es importante aclarar que los valores de los contenidos de CO del suelo se tomaron de los horizontes superficiales del perfil modal.

Rangos para la asignación de valores de aptitud

Los rangos seleccionados de acuerdo con la tabla de calificación de fertilidad (IGAC, 2010) y los talleres con los gremios y productores son los siguientes:

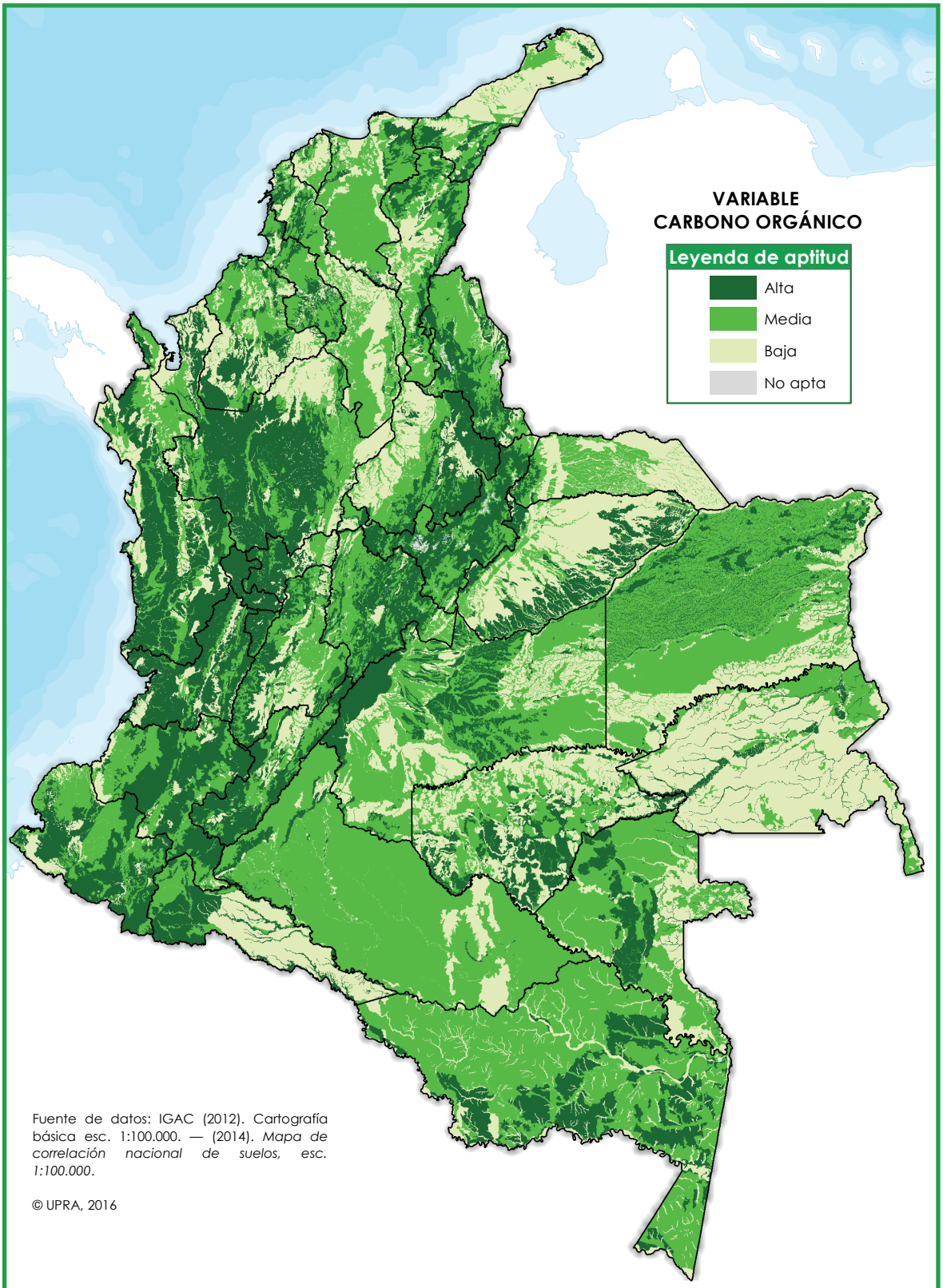
Carbono orgánico (%)	Aptitud
>1,7-≤10; Andisoles ≥1,7-≤15	A1
≥0,50-≤1,70; >10; Andisoles >15	A2
<0,50; Histosoles	A3

Los andisoles e histosoles tienen calificación diferente debido a que naturalmente tienen mayores contenidos de CO.

Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos.

Representación cartográfica de la variable



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

© UPRA, 2016

CRITERIO DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES

Fuentes de información

- Fassbender, H.; Bornemisza, E. (1987). Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. Segunda ed. San José de Costa Rica: IICA.
- IGAC. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos), Bogotá, 119 pp.
- -. (2012). 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.
- Martínez, E., Fuentes, J. y Acevedo, E. (2008). «Carbono orgánico y propiedades del suelo». En: Revista de la Ciencia del Suelo y Nutrición Vegetal, vol. 8, no. 1, pp. 68-96.
- Singer, M. y Munns, D. (1996). Soils. An introduction. Tercera ed. EUA: Prentice-Hall Inc., 480 pp.

1.8.4 Variable capacidad de intercambio catiónico

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung	
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

Mide la capacidad del suelo para retener 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 la regularización de la disponibilidad de nutrientes.

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

Importancia de la variable para el cultivo

La CIC se ha considerado en la zonificación para el cultivo de papaya por ser una de las variables de mayor relevancia en la nutrición vegetal. Tiene gran influencia en las propiedades químicas, físicas y biológicas de los suelos.

Es un indicador de la fertilidad de los suelos, dado que controla la disponibilidad de nutrientes para las plantas. Interviene en los procesos de floculación y dispersión de la arcilla y por consiguiente en la estructura y estabilidad de los agregados.

El suelo no solamente retiene N, P, K, Ca, S, Mg, sino otros elementos como los micronutrientes (Fe, B, Mn, Zn, Cl, Mo, Cu, Ni), necesarios para la nutrición de las plantas; la CIC 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).

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

No se determinó área no apta (N1) por esta variable, debido a que las unidades de tierras con baja CIC se pueden mejorar con la adición de materia orgánica, principalmente, la cual una vez humificada, incrementa su valor en los suelos.

La práctica más usada en suelos con baja capacidad de almacenamiento de nutrientes, consiste en la fertilización fraccionada, para evitar que estos se lixivien al no ser retenidos por el suelo.

Limitantes de la evaluación de la variable

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

Metodología de procesamiento de la información

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

Rangos para la asignación de valores de aptitud

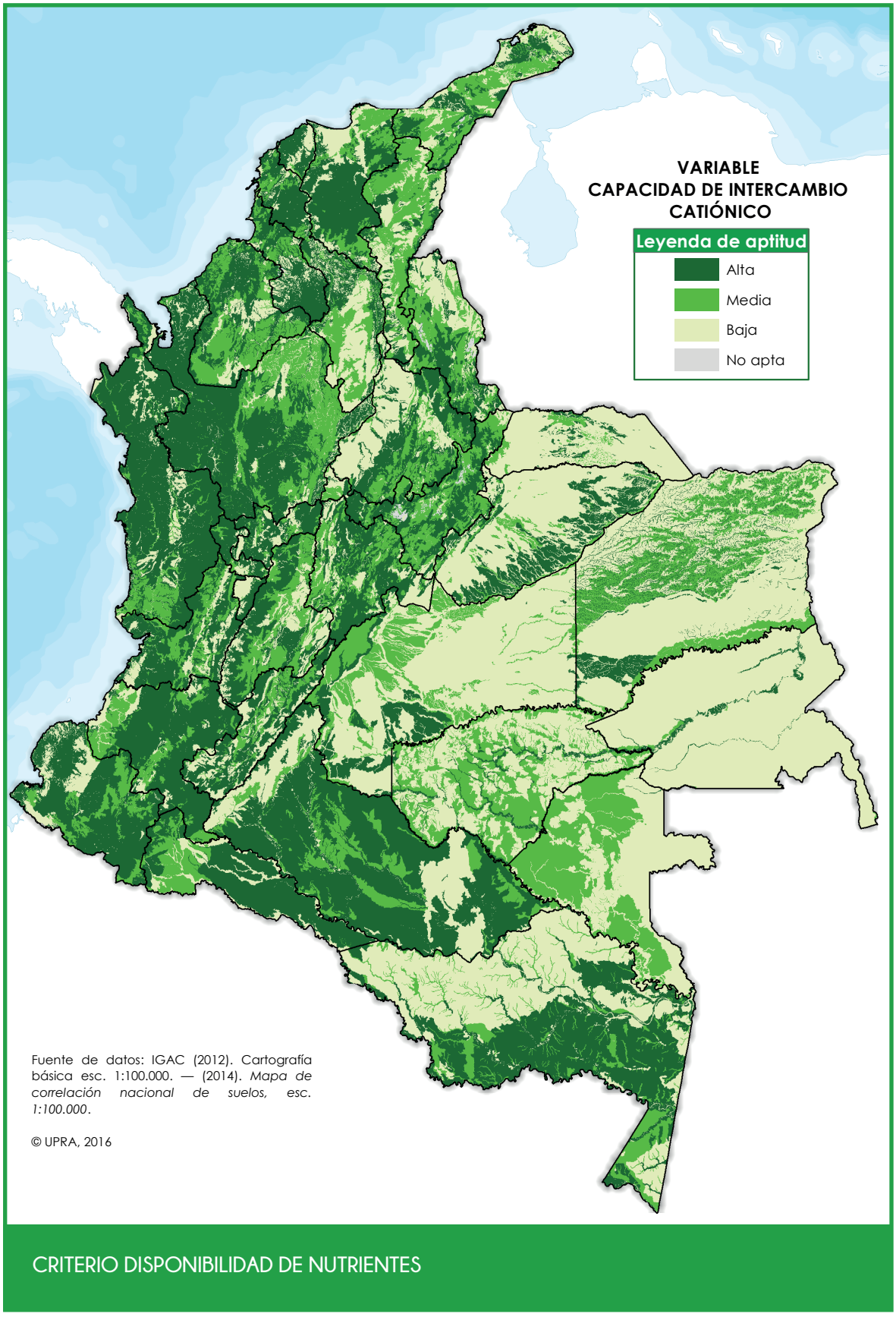
Los rangos seleccionados de acuerdo con la tabla de calificación de la fertilidad (IGAC, 2010) y los talleres con los gremios y productores son los siguientes.

CIC (cmol/kg de suelo)	Aptitud
> 20	A1
≥ 10 - ≤ 20	A2
< 10	A3

Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos.

Representación cartográfica de la variable



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

© UPRA, 2016

CRITERIO DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES

Fuentes de información

- Cortés, A. y Malagón, D. (1984). Los levantamientos agrológicos y sus aplicaciones múltiples. Bogotá: Fundación Universidad Jorge Tadeo Lozano, p. 270.
- Fassbender, H.; Bornemisza, E. (1987). Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. Segunda ed. San José de Costa Rica: IICA.
- IGAC. (1995). Suelos de Colombia: origen, evolución, clasificación, distribución y uso. Bogotá: IGAC, pp. 423-427.
- -. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- -. (2013). Mapa de geopedología de Colombia, escala 1:100.000.
- -. (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000.
- -. (2014). Metodología para elaborar y actualizar áreas homogéneas de tierras con fines catastrales. Bogotá: IGAC.

1.9 Criterio susceptibilidad a la pérdida de suelos

Ficha metodológica de criterio		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung	
Componente: físico. Subcomponente: edáfico		
Criterio: susceptibilidad a la pérdida de suelos		
Tipo de criterio	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Variables asociadas al criterio		
• Pendiente, expresada en porcentaje (%). • Erosión actual, expresada en grado de erosión. • Susceptibilidad a movimientos en masa, expresada en grado de susceptibilidad.		

Definición

Grado o nivel de vulnerabilidad de las tierras a ser afectadas por los agentes erosivos; por lo tanto, integra las variables que causan, o que originan dichas pérdidas.

El cultivo de papaya involucra uso intensivo del suelo; por lo tanto, tiene períodos, que dejan sin cobertura vegetal el suelo, que lo deja temporalmente expuesto a la erosión por escorrentía, principalmente.

Importancia del criterio para el cultivo

Para el establecimiento del cultivo de papaya lo ideal es que no haya erosión, o que el grado sea ligero o máximo moderado, porque el número de movimientos del suelo que implica el cultivo, lo expone a su pérdida por erosión, la cual se intensifica si la pendiente y la alta pluviosidad le favorece.

La pérdida de suelo implica disminución de la profundidad de enraizamiento y, por lo tanto, pérdida de la fertilidad que redunda en el crecimiento de los cultivos. Por otro lado, el desgaste de suelo significa generación de sedimento que influye en la calidad de las aguas, una vez son contaminadas por el proceso de escorrentía.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado

En el análisis de cada una de las variables que integran el criterio, se considera que la pendiente y la erosión actual presentan límites que califican áreas no aptas (N1). Los grados severo y muy severo de erosión, ya que prácticamente no existe capa productiva y las pendientes

superiores de 75 %, limitan el establecimiento del cultivo comercial de papaya.

Limitantes para la evaluación del criterio

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

Metodología de procesamiento de la información

La información para las tres variables que conforman este criterio se obtuvieron de los mapas de susceptibilidad a los movimientos en masa y de erosión, adelantados por el SGC y el Ideam; el mapa de pendientes se genera a partir del SRTM con resolución de 90 m, utilizando los límites de variación de las pendientes (IGAC, 2010). La calificación de este criterio se realiza por medio de un árbol de decisión:

Pendiente (%)	Aptitud
≤25	A1
>25-≤50	A2
>50-≤75	A3
>75	N1

Susceptibilidad a movimientos en masa	Aptitud
Muy baja y baja	A1
Media	A2
Alta y muy alta	A3

Erosión actual	Aptitud
No hay o es Ligera	A1
Moderada	A2
Severa y muy severa	N1

Los rangos de aptitud de cada una de las variables están dados de acuerdo con diferentes consultas con diferentes profesionales, productores y reportes técnicos.

Rangos para la asignación de valores de aptitud

La determinación de la clase de aptitud en el criterio, se realiza tomando las tres variables (pendiente, susceptibilidad a los movimientos en masa y erosión actual), comparando los rangos de aptitud entre sí.

El argumento para discriminar los diferentes niveles de aptitud, radica en el efecto que cada una de las variables hace al favorecimiento de la pérdida de suelo, ya que reduce las posibilidades de mantener un área productiva.

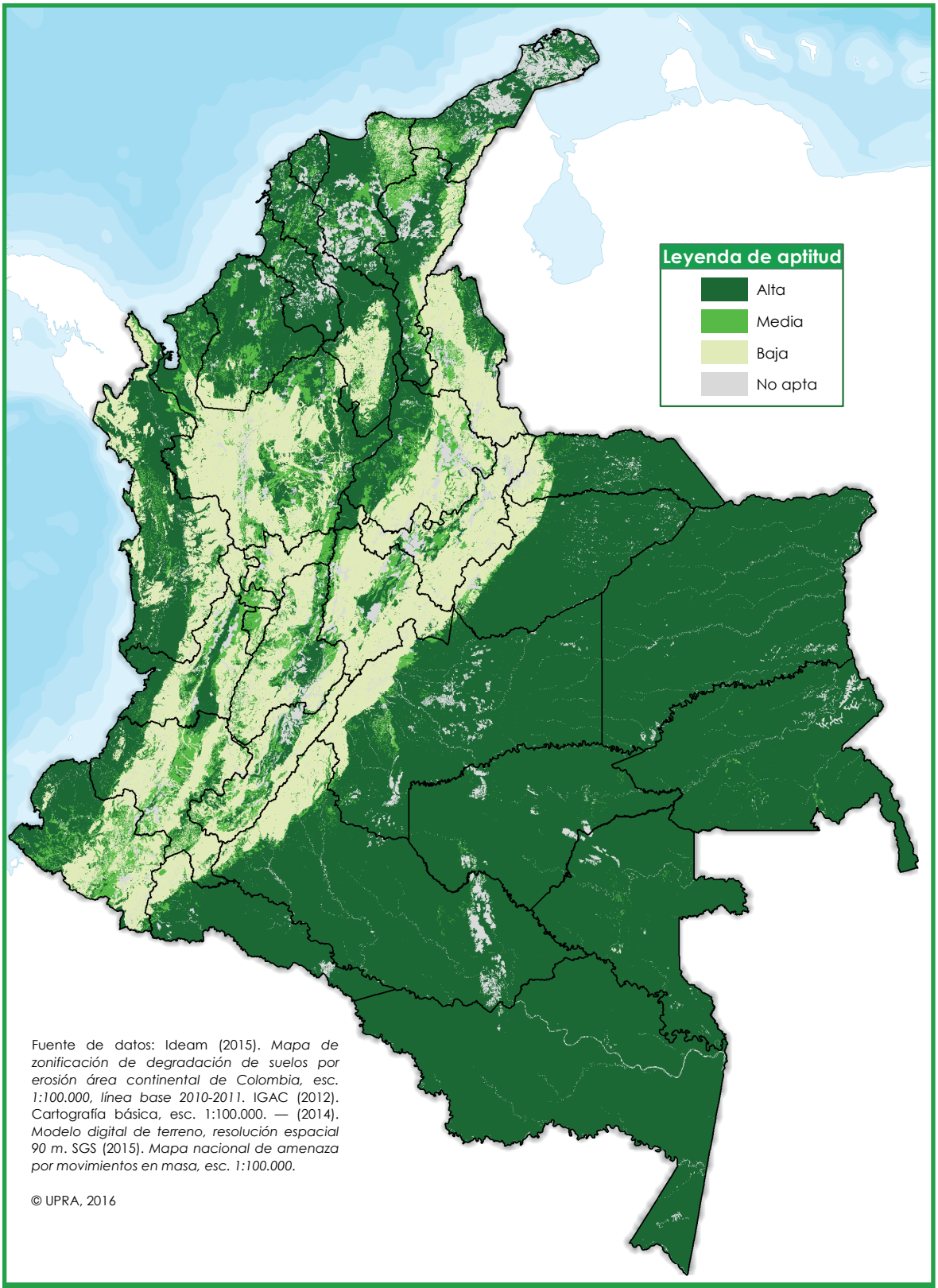
Árbol de decisión para el criterio

Pendiente	Susceptibilidad a movimientos en masa	Erosión actual	Aptitud
≤25	Muy baja y baja	No hay o es Ligera	A1
		Moderada	A1
		Severa y muy severa	N1
	Media	No hay o es Ligera	A1
		Moderada	A2
		Severa y muy severa	N1
	Alta, muy alta	No hay o es Ligera	A3
		Moderada	A3
		Severa y muy severa	N1
>25-≤50	Muy baja y baja	No hay o es Ligera	A2
		Moderada	A2
		Severa y muy severa	N1
	Media	No hay o es Ligera	A2
		Moderada	A2
		Severa y muy severa	N1
	Alta, muy alta	No hay o es Ligera	A3
		Moderada	A3
		Severa y muy severa	N1
>50-≤75	Muy baja y baja	No hay o es Ligera	A3
		Moderada	A3
		Severa y muy severa	N1
	Media	No hay o es Ligera	A3
		Moderada	A3
		Severa y muy severa	N1
	Alta, muy alta	No hay o es Ligera	A3
		Moderada	A3
		Severa y muy severa	N1
75	Cualquiera	Cualquiera	N1

Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos

Representación cartográfica del criterio



Fuente de datos: Ideam (2015). *Mapa de zonificación de degradación de suelos por erosión área continental de Colombia, esc. 1:100.000, línea base 2010-2011.* IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000. — (2014). *Modelo digital de terreno, resolución espacial 90 m.* SGS (2015). *Mapa nacional de amenaza por movimientos en masa, esc. 1:100.000.*

© UPRA, 2016

CRITERIO SUSCEPTIBILIDAD A LA PÉRDIDA DE SUELOS

Fuentes de información

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

1.9.1 Variable pendiente

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung	
Componente: físico. Subcomponente: edáfico		
Criterio asociado: susceptibilidad a la pérdida de suelos		
Variable: pendiente	**Unidad de medida:** : Porcentaje (%)	
Tipo de criterio asociado	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

Definición

La 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.

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), según la siguiente tabla:

Clase compuesta	Porcentaje (%)
Plana	0-3
Ligeramente ondulada	3-7
Moderadamente ondulada o ligeramente quebrada	7-12
Fuertemente ondulada o moderadamente quebrada	12-25
Ligeramente escarpada o fuertemente quebrada	25-50
Moderadamente escarpada o moderadamente empinada	50-75
Fuertemente escarpada o fuertemente empinada	>75

Importancia de la variable para el cultivo

La pendiente influye en la toma de decisiones para el establecimiento del cultivo comercial de papaya. De acuerdo con el desempeño de la maquinaria, se puede trabajar en pendientes sin mayores dificultades hasta del 25 %; de aquí en adelante, a medida que aumenta la inclinación del terreno, el uso intensivo de maquinaria propicia el movimiento de suelo a favor de la pendiente, generando pérdida de suelo, más aun, cuando no se realizan prácticas culturales de conservación de suelos, durante el ciclo vegetativo del cultivo.

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

Las pendientes mayores del 75 %, se consideran no aptas (N1) para el cultivo comercial de papaya, debido a que dificulta o limita el uso intensivo de maquinaria requerida para las labores de labranza, aumentado las probabilidades de erosión, especialmente hídrica por escorrentía, la cual se incrementa notablemente a mayor inclinación del terrero, que favorece la velocidad del movimiento de partículas de suelo a favor de la pendiente, además porque va en contra de la conservación de los suelos.

Limitantes de la evaluación de la variable

El proceso de generación del mapa de pendientes se basó en cálculos y análisis espaciales a partir del SRTM de 90 m y el modelo de elevación. El modelo no da 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 fue automatizado por medio del uso de funciones de SIG, a

partir de DEM SRTM de 90 m. Se usaron los rangos tradicionales utilizados por el IGAC para los estudios de suelos.

Rangos para la asignación de valores de aptitud

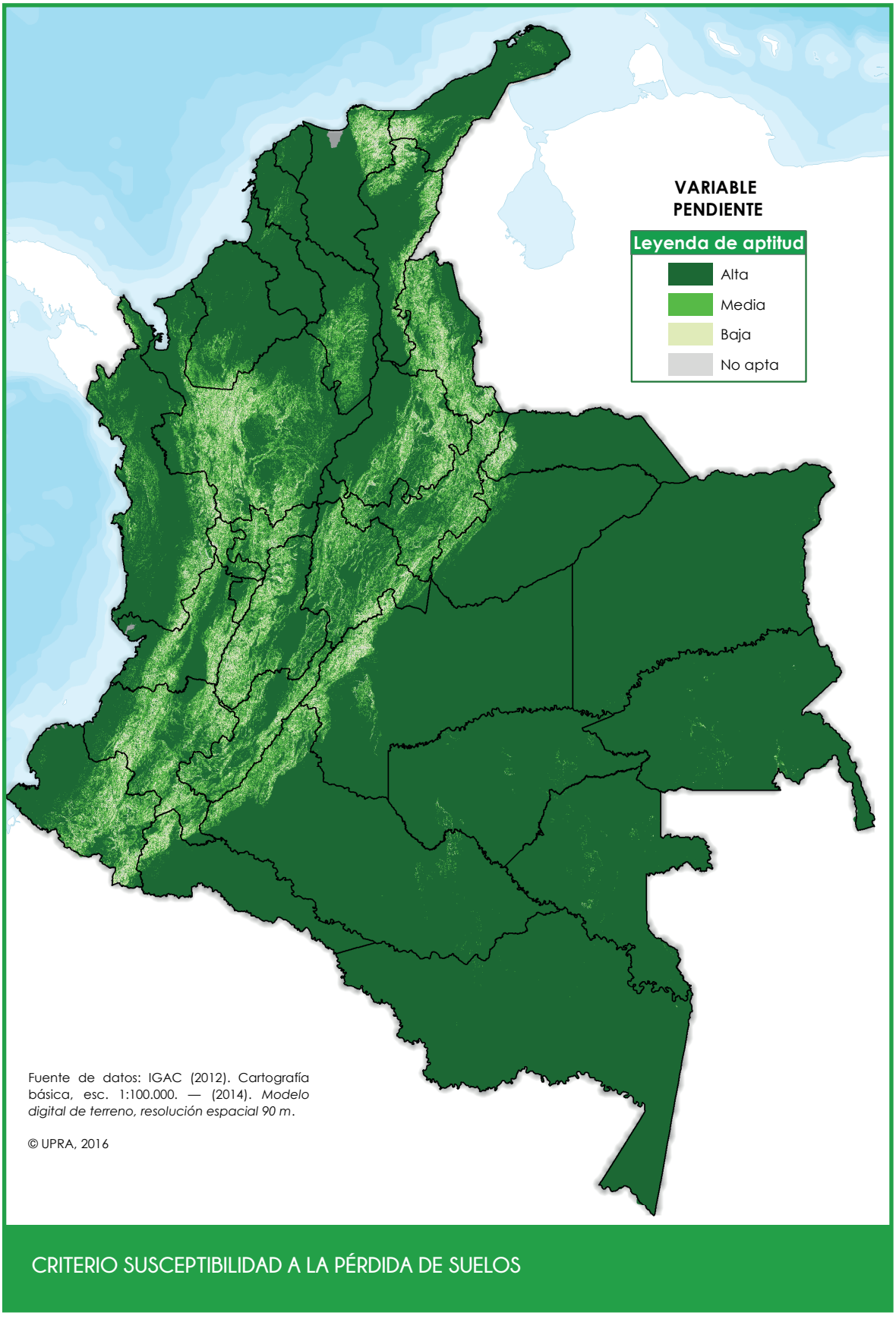
Esta variable presenta los siguientes rangos de aptitud, de acuerdo con el efecto en la conservación de los suelos:

Pendiente (%)	Aptitud
≤25	A1
>25-≤50	A2
>50-≤75	A3
>75	N1

Unidad de análisis

Rangos de pendientes

Representación cartográfica de la variable



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

© UPRA, 2016

CRITERIO SUSCEPTIBILIDAD A LA PÉRDIDA DE SUELOS

Fuentes de información

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

1.9.2 Variable erosión actual

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung	
Componente: físico. Subcomponente: edáfico		
Criterio asociado: susceptibilidad a la pérdida de suelos		
Variable: erosión actual	**Unidad de medida:** : grado de erosión	
Tipo de criterio asociado	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

Definición

Desgaste de la superficie de la tierra por el desprendimiento y transporte del suelo y de los materiales de roca a través de la acción del agua en movimiento u otros agentes geológicos (USDA, 1961).

Los grados de erosión reflejan la intensidad actual y la afectación en superficie por los procesos de erosión. En el siguiente cuadro se presentan las distintas clases y su definición según USDA (2010) y el Ideam (2010):

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 variable se traduce en pérdida de superficie productiva, disminución de la productividad del sitio y alteraciones en la calidad de las

aguas debido a los materiales arrastrados por la escorrentía y su posterior sedimentación.

Para el establecimiento del cultivo comercial de papaya, lo ideal es que no existe erosión o que sea en grado ligero, porque la pérdida del suelo afecta la profundidad efectiva y, por lo tanto, la formación de raíces; también influye en la disponibilidad de nutrientes, la cual puede llegar a afectar el desarrollo del cultivo y su productividad.

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 o la totalidad del B. Esto significa que estas áreas no tienen buenas condiciones químicas ni propiedades físicas para el normal desarrollo del cultivo.

Limitantes de la evaluación de la variable

Para realizar este mapa, se tuvo como base la línea base de zonificación de degradación de suelos por erosión escala 1:100.000, período 2010-2011 realizado por el Ideam.

Metodología de procesamiento de la información

El proceso metodológico para la evaluación de esta variable consistió en la revisión de los requerimientos del cultivo comercial de papaya, en cuanto a estado de los suelos por erosión, la susceptibilidad a la degradación y la conservación de los suelos. Se realizó una revisión de información sobre mapas de erosión del país y se contó con información reciente a escala 1:100.000 de toda la zona continental del país.

Rangos para la asignación de valores de aptitud

Debido a los efectos en el cultivo comercial de papaya, el grado de erosión severa a muy severa, se definió como no apta (N1), la erosión moderada como aptitud media (A2) y erosión ligera o sin erosión, como aptitud alta (A1).

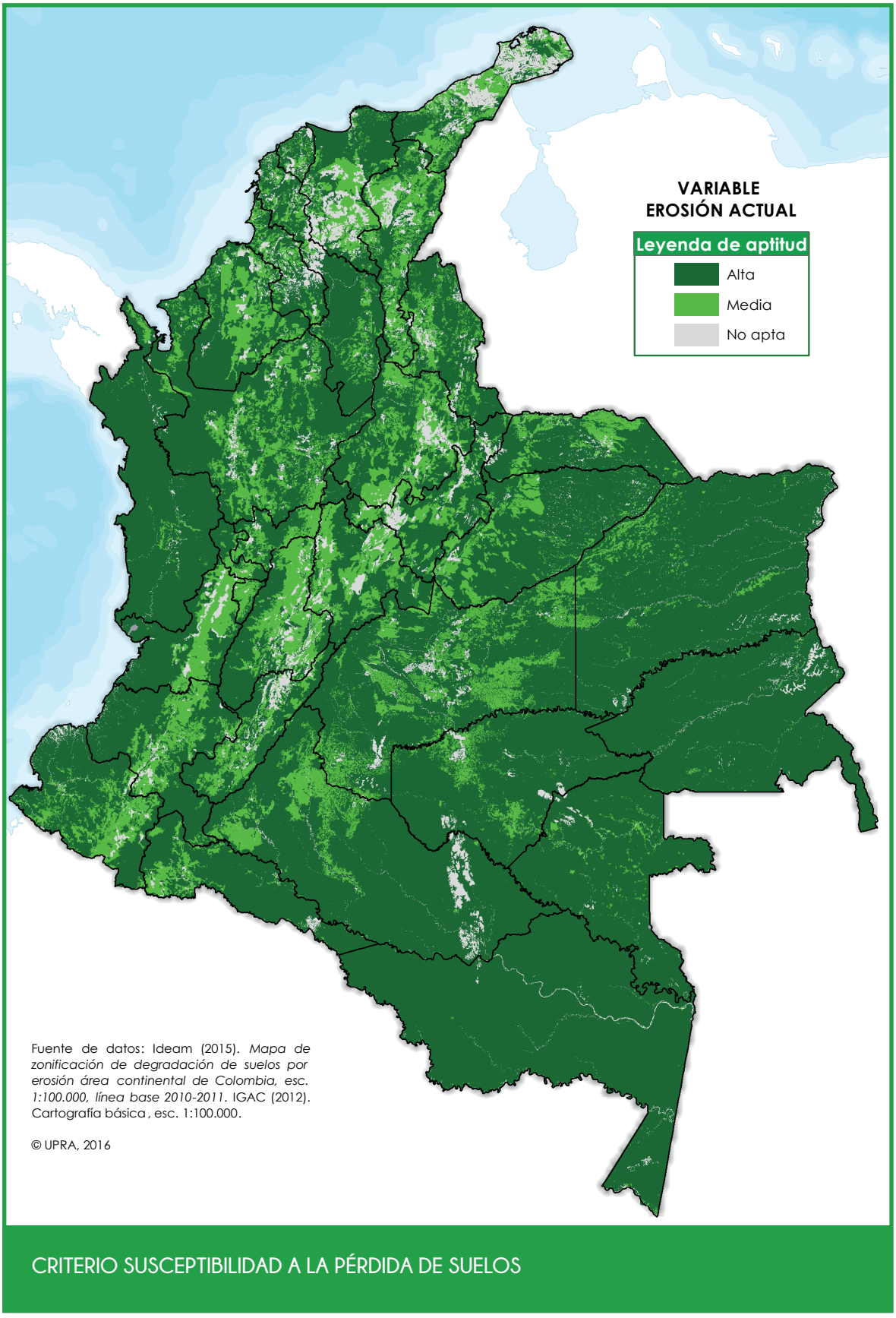
Rangos de aptitud por erosión

Erosión actual	Aptitud
No hay o es Ligera	A1
Moderada	A2
Severa y muy severa	N1

Unidad de análisis

Grados de erosión

Representación cartográfica de la variable



Fuente de datos: Ideam (2015). *Mapa de zonificación de degradación de suelos por erosión área continental de Colombia, esc. 1:100.000, línea base 2010-2011*. IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000.

© UPRA, 2016

CRITERIO SUSCEPTIBILIDAD A LA PÉRDIDA DE SUELOS

Fuentes de información

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

1.9.3 Variable susceptibilidad a movimientos en masa

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung	
Componente: físico. Subcomponente: edáfico		
Criterio asociado: susceptibilidad a la pérdida de suelos		
Variable: susceptibilidad a movimientos en masa	**Unidad de medida:** :grados de susceptibilidad	
Tipo de criterio asociado	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

Definición

Probabilidad de ocurrencia de procesos de desplazamiento de materiales a lo largo de una superficie.

Bajo el término de movimientos en masa, se cobijan algunas de las formas más violentas y dramáticas de remoción en masa, en las que grandes volúmenes de material meteorizado o bloques y masas de roca fresca se desprenden de su lecho y se desplazan cuesta abajo, como una sola unidad, sobre un plano inclinado o sobre una superficie cóncava. Las zonas de ruptura suelen coincidir con superficies naturales preexistentes o pueden generarse durante el movimiento (Villota, 2005).

Los movimientos de ladera o deslizamientos constituyen un riesgo geológico de origen natural o inducido, que debe considerar a la hora de tomar decisiones para el establecimiento del cultivo comercial de papaya.

Importancia de la variable para el cultivo

La variable debe ser considerada dentro de la zonificación del cultivo de papaya, por ser un riesgo presente en un área determinada, que puede o no ocurrir durante el desarrollo del cultivo.

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). Los movimientos en masa pueden suceder no solamente por la dinámica actual de la corteza terrestre, sino que pueden ocurrir por efecto de sismos y terremotos, asociados a la tectónica de placas.

Otros factores que podrían incidir en los movimientos en masa, indirectamente están considerados en las variables pendiente y erosión actual.

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 los deslizamientos fue generado por el Servicio Geológico Colombiano (SGC), a partir de un modelo que involucra variables de pendiente, material geológico, tectónica, suelos y cobertura vegetal. El modelo utiliza, en general, información a escala 1:500.000; para efectos del proyecto, la información se usó conforme su origen, es decir, sin modificación.

Rangos para la asignación de valores de aptitud

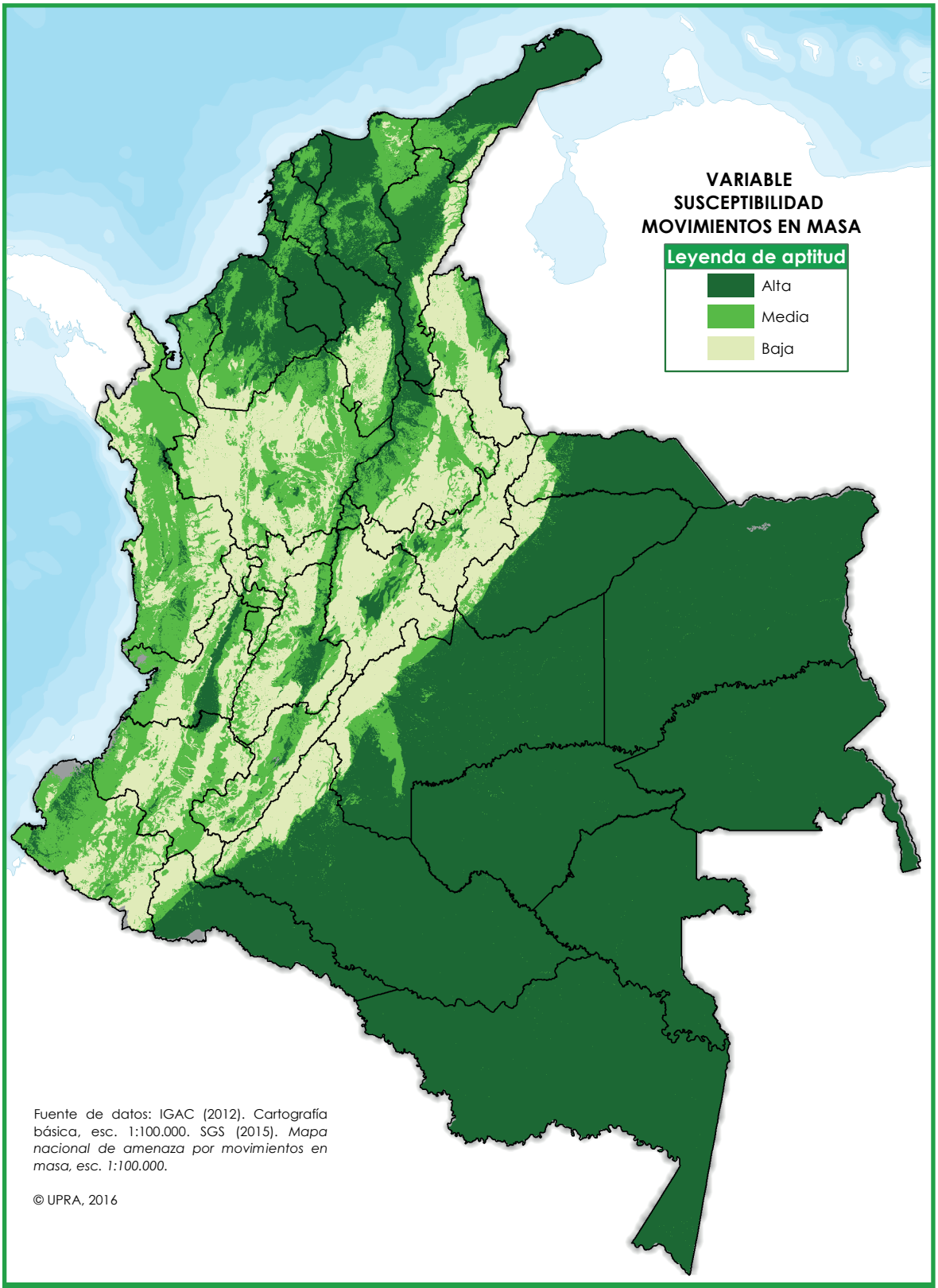
Los siguientes son los rangos de aptitud para la variable:

Susceptibilidad a movimientos en masa	Aptitud
Muy baja y baja	A1
Media	A2
Alta y muy alta	A3

Unidad de análisis

Áreas susceptibles a movimientos en masa

Representación cartográfica de la variable



Fuente de datos: IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000. SGS (2015). *Mapa nacional de amenaza por movimientos en masa, esc. 1:100.000.*

© UPRA, 2016

CRITERIO SUSCEPTIBILIDAD A LA PÉRDIDA DE SUELOS

Fuentes de información

- Ideam y SGC (2010). Mapa de susceptibilidad a deslizamientos, escala 1:500.000.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Villota, H. (2005). Geomorfología aplicada a los levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras. (segunda ed.). Bogotá: IGAC.

2. Fichas metodológicas del componente socioecosistémico

2.1 Criterio apropiación de agua

Ficha metodológica de criterio		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung	
Componente: socioecosistémico		
Criterio: apropiación de agua		
Tipo de criterio	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Variables asociadas al criterio		
Uso consultivo e índice de uso del cultivo.		

Definición

Representa la cantidad de agua que es retenida del flujo de la cuenca para satisfacer la demanda de la especie, tanto para su crecimiento como materia prima para el sustento del cultivo y en la producción de papaya. De esta agua captada por el cultivo, una parte queda contenida en la biomasa de la especie, otra parte retorna a la cuenca (excesos o menores rendimientos de aprovechamiento del riego) y otra parte se pierde en el balance hídrico de la cuenca, bien porque queda contenida en el producto que se exporta de la misma para su aprovechamiento o por vía evapotranspiración desde el cultivo.

Este requerimiento de agua es suplido en la unidad geográfica de análisis[1], dependiendo de su oferta hídrica, en primer lugar, a partir del agua contenida naturalmente en el suelo y los aportes de la lluvia; luego, desde el agua de drenaje superficial, incluso desde el aporte desde fuentes subterráneas, y en casos excepcionales, a partir de transvases desde cuencas circundantes. Así, a mayor demanda de la especie, mayor cantidad de elementos involucrados para el suministro y mayor competencia frente a las demás coberturas y los usos establecidos en la unidad de análisis.

1 Para este caso se emplea como unidad de análisis el polígono resultante del cruce entre las zonas de evapotranspiración real (ETR) y las subzonas hidrográficas del Estudio Nacional del Agua (Ideam, 2010).

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 comercial de papaya por desarrollar) y la situación de un consumo real en cada subzona hidrográfica, dada por las coberturas y usos establecidos, se planteó 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 papaya es muy alta en comparación con la de otros cultivos de importancia en el país, tal como se muestra a continuación, en la que se destaca el alto consumo del agua contenida en el suelo y la lluvia (huella hídrica verde) y de agua para riego (huella hídrica azul).

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

Código FAO	Cultivo	Huella hídrica verde(Mm^3/año)	Huella hídrica azul Mm^3/año)	Total (Mm^3/año)
572	Aguacate	148,28	6,02	154,3
574	Piña	85,21	0,00	85,21
600	Papaya	51,40	1,05	52,45
401	Ají	25,28	5,96	31,24

Fuente: WWF (2012).

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

Importancia del criterio

Permite estimar la sostenibilidad hídrica de la unidad geográfica de análisis (polígonos de ETR x SZH) en el escenario de establecimiento del cultivo de papaya. De esta forma, es posible identificar si, dada la capacidad hídrica de la SZH, se configura un riesgo para el abastecimiento para el cultivo, o si el cultivo por establecer entra en competencia con los ecosistemas, agrosistemas y demás usos existentes en su interior.

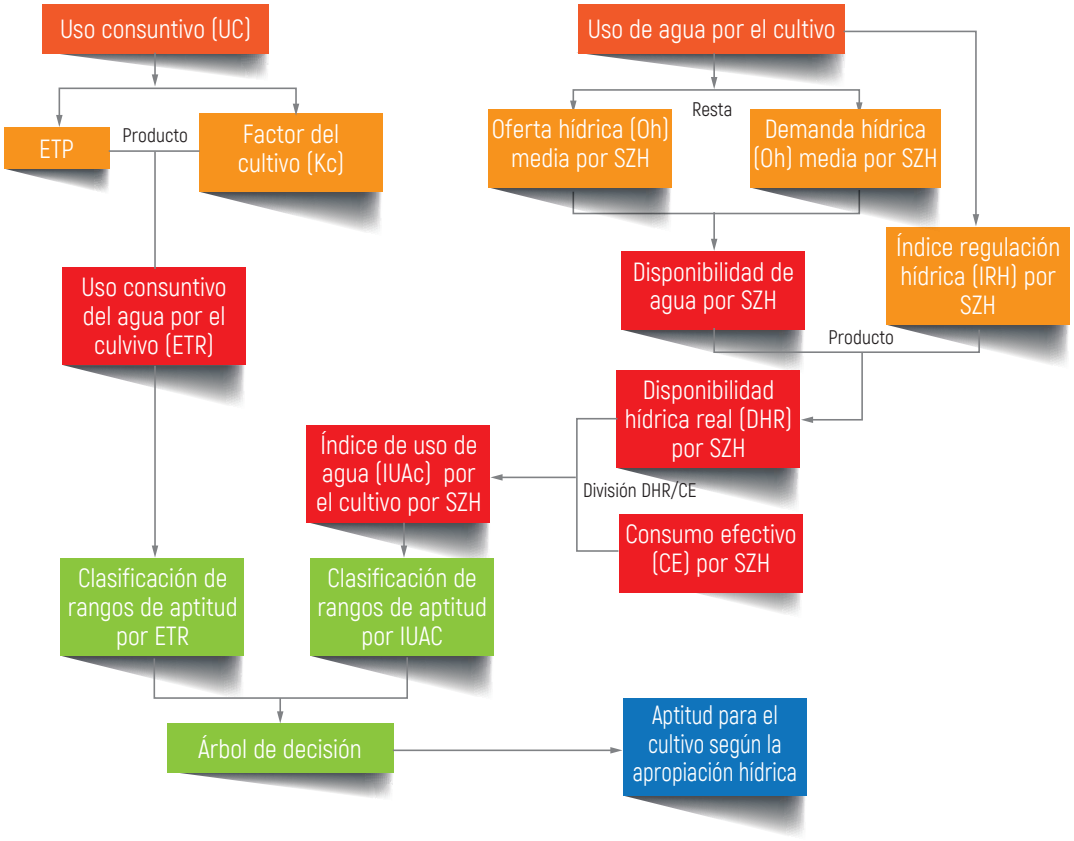
Limitantes de la evaluación del criterio

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

Metodología de evaluación

Para el procesamiento de la variable de apropiación de agua para el cultivo se siguió la metodología que se presenta en la siguiente figura:

Metodología para el cálculo de la apropiación de agua para el cultivo de papaya



Uso consultivo.

Para el cálculo del uso consultivo, se partió de la información de evapotranspiración potencial (ETP) generada a partir de datos climáticos como la temperatura y el índice calórico (I), de acuerdo con el método de Thornthwaite, adoptado por el grupo físico del proyecto de zonificación.

De acuerdo con esto:

$$ETP = \frac{0.53(10T)^{\propto}}{I}$$

Donde:

ETP = evapotranspiración potencial media diaria sin ajustar, medida en mm;

T = temperatura media (°C)

I = índice calórico anual.

$$I = \frac{12\frac{(T_{anual})}{5} \times 1.514}{I}$$

$$\propto = (675 \times 10^{-9})\, I^3 - (771 \times 10^{-7})\, I^2 + (179 \times 10^{-4}) I + 0.492$$

Posteriormente, se calculó la evapotranspiración real del cultivo (ETR), que representa el uso de agua para los procesos fisiológicos del cultivo en condiciones de secano, esto es, a partir del agua contenida en el suelo y que está disponible para la vegetación, o sea que no alimenta los acuíferos superficiales o subterráneos. Para esto, el valor obtenido de ETP se corrigió por el factor de consumo de agua del cultivo (Kc) de la siguiente forma:

$$ETR = K_c \times ETP$$

Para este cálculo, se emplearon los factores de consumo de agua (K_c) del cultivo reportados en diferentes fuentes.

Factor de consumo de agua del cultivo (K_c)

Cultivo	K_c	Fuente
Aguacate	0,75	Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., Smith, M. (2006). Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. FAO.
Piña	0,25	
Pimentón	0,8	
Papaya	1	Proyecto regional de fortalecimiento de la vigilancia fitosanitaria en cultivos de exportación no tradicional – VIFINEX, 2002. Manual técnico de buenas prácticas agrícolas en papaya. Salvador.
Ají tabasco	0,85	Boletín Técnico N°1 Necesidades de agua de los cultivos (2012). Departamento de Recursos Hídricos de la Facultad de Ingeniería Agrícola, Universidad de Concepción.

El dato generado requirió una conversión por un factor multiplicador de 10, que representa el cambio de unidades de mm de precipitación (de la información climática) a m^3 de agua/ha (para hacerlo compatible con la información de oferta de las subzonas hidrográficas). Así, para el cultivo de papaya se tuvo que:

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

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

Aptitud por uso consultivo para el cultivo de papaya

Rango ETR (Mm^3/ha/año)	Descripción	Aptitud
<10.000	Uso consultivo menor	A1
≥10.000-≤14.000	Uso consultivo moderado	A2
>14.000	Uso consultivo alto	A3

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

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

El procesamiento partió de identificar la disponibilidad hídrica (DH) actual de cada subzona hidrográfica, calculada como el valor de la diferencia entre la oferta hídrica media anual y la demanda hídrica media anual. Este valor representa la disponibilidad neta de agua, que se analizó a la luz de la capacidad de retención de agua en cada unidad geográfica de análisis y su distribución a lo largo del tiempo. Para esto, se hizo uso del índice de retención y regulación hídrica (IRH)[2] del «Estudio nacional del agua», con el cual se determinó la disponibilidad hídrica real (DHR) actual de la SZH.

$$DHR = DH \times IRH$$

Para calcular el consumo efectivo del cultivo de papaya, este se calculó a partir de la información sobre requerimiento hídrico para cada cultivo. Este está referido a un requerimiento teórico basado en el «*Estudio nacional del agua*» (Ideam, 2015) y, se obtiene a partir del Kc obtenido de la FAO, la información climática del Ideam y el factor

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

Ks que son las condiciones de humedad del suelo. Esta información de requerimiento hídrico fue facilitada por subzona hidrográfica y por mes para algunos cultivos.

De esta forma, se estableció una relación entre el requerimiento hídrico del cultivo comercial de papaya y la disponibilidad real de agua en cada subzona hidrográfica, lo que determinó un índice de uso de agua por el cultivo comercial de papaya (IUA), el cual muestra la presión que ejerce el cultivo por desarrollar sobre el agua disponible, cuyo rango de variación permite establecer los diferentes niveles de variación de aptitud por oferta hídrica.

$$IUA_{Papaya} = \frac{DHR_{SZH}}{CE_{Papaya}}$$

La siguiente tabla muestra la aptitud por el índice de la subzona hidrográfica:

Aptitud por índice de uso de agua del cultivo de papaya (IUA)

IUA	Descripción	Aptitud
>2209,06	La subzona hidrográfica se encuentra en superávit hídrico mayor. La disponibilidad hídrica real (DHR) es muy superior en comparación con el consumo efectivo del cultivo comercial de papaya.	A1
≤2209,06-≥328,47	La subzona hidrográfica se encuentra en superávit hídrico moderado. La disponibilidad hídrica real (DHR) es moderadamente superior en comparación con el consumo efectivo del cultivo comercial de papaya.	A2
<328,47	La subzona hidrográfica se encuentra en déficit hídrico o la disponibilidad hídrica real (DHR) es menor o ligeramente superior en comparación con el consumo efectivo del cultivo comercial de papaya.	A3

Aptitud por apropiación de agua para el cultivo

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

Aptitud por uso consultivo para el cultivo comercial de papaya

Uso consultivo	IUA_{Papaya}	Promedio	Aptitud
A1 (5)	A1 (5)	5	A1
	A2 (3)	4	A1
	A3 (1)	3	A2
A2 (3)	A1 (5)	4	A1
	A2 (3)	3	A2
	A3 (1)	2	A3
A3 (1)	A1 (5)	3	A2
	A2 (3)	2	A2
	A3 (1)	1	A3

Rangos para la asignación de valores de aptitud

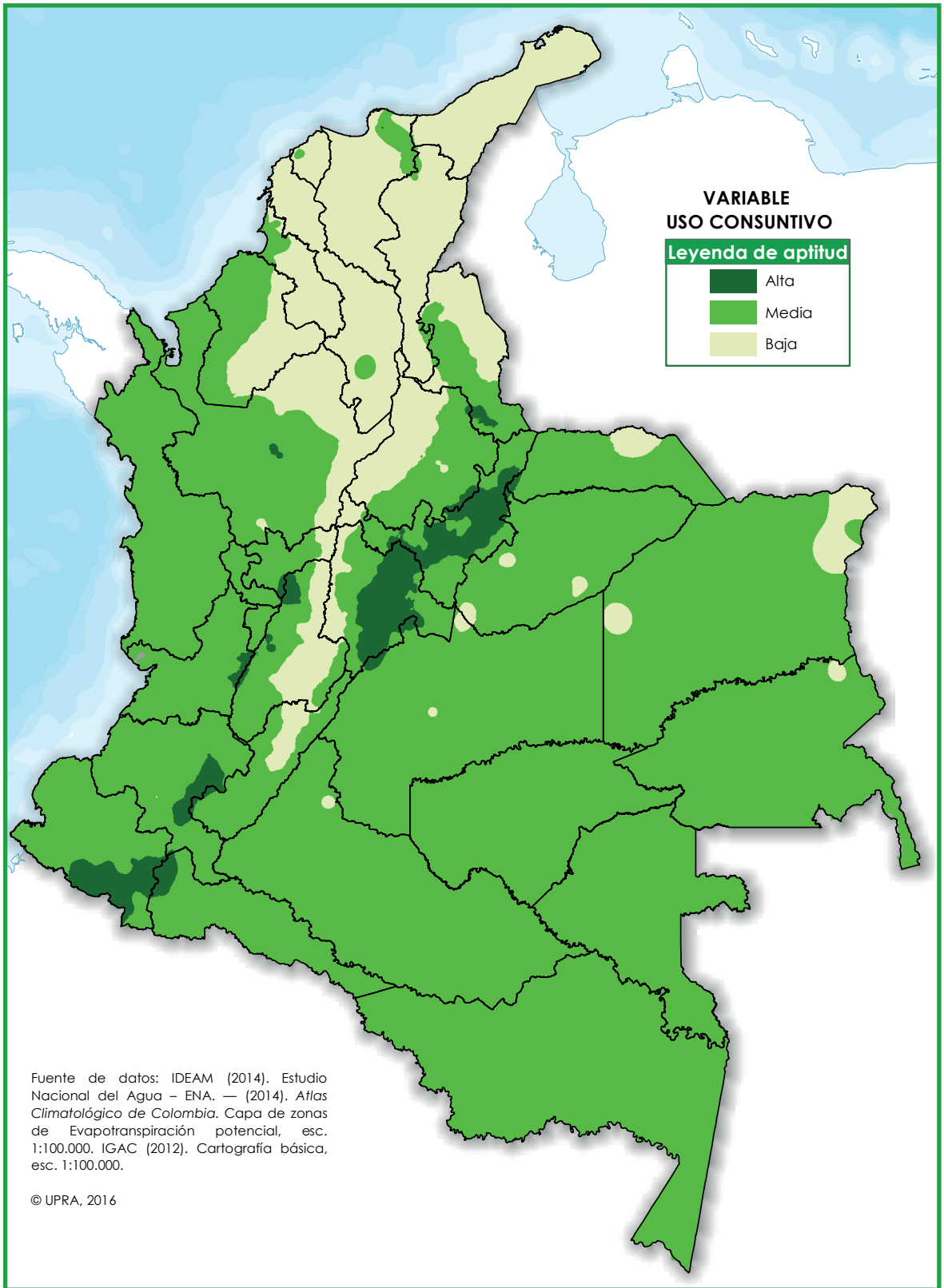
Se estableció un valor correspondiente a la relación entre la capacidad hídrica de la subzona hidrográfica y el requerimiento del cultivo. De tal manera, la aptitud varía entre un máximo (Aptitud alta) en aquellos lugares de ETR x SZH en donde exista agua disponible como para satisfacer la nueva demanda impuesta por el cultivo sin poner en riesgo los usos preexistentes o al mismo cultivo. El valor mínimo (aptitud baja) se establece en aquellos lugares en situación de mayor déficit hídrico en las cuales el establecimiento del cultivo, puede generar un riesgo por desabastecimiento tanto para el cultivo, como para los demás usos establecidos en la subzona hidrográfica.

La obtención de los rangos de variación procede del procesamiento entre los rangos de sus mapas constitutivos: uso consultivo (ETR) e índice de uso de agua por el cultivo (IUA).

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

Descripción	Rango de variación	Aptitud
Lugares con sostenibilidad hídrica alta para el abastecimiento de la demanda del cultivo y los usos preexistentes. Puede implicar niveles bajos de riesgo hídrico para el cultivo, o presión baja por competencia con las coberturas naturales o los usos establecidos en la unidad de análisis.	A1A1 A1A2 A2A1	A1
Lugares con sostenibilidad hídrica moderada para el abastecimiento de la demanda del cultivo y los usos preexistentes. Puede implicar niveles moderados de riesgo hídrico para el cultivo, o presión moderada por competencia con las coberturas naturales o los usos establecidos en la unidad de análisis.	A1A3 A2A2 A3A1	A2
Lugares con sostenibilidad hídrica baja o nula para el abastecimiento de la demanda del cultivo y los usos preexistentes. Puede implicar niveles altos de riesgo hídrico para el cultivo o presión alta por competencia con las coberturas naturales o los usos establecidos en la unidad de análisis.	A2A3 A3A2 A3A3	A3

Representación cartográfica del criterio

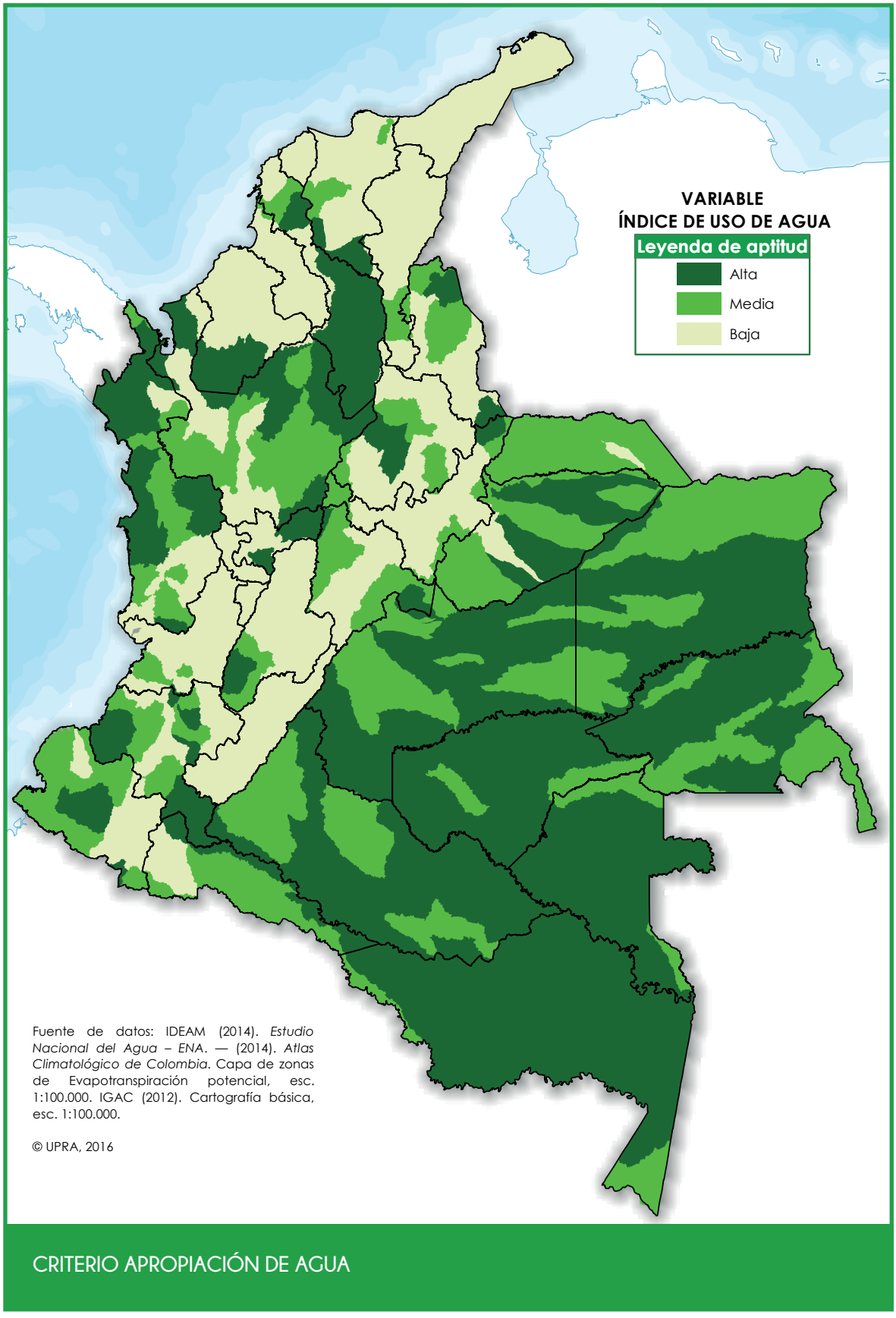


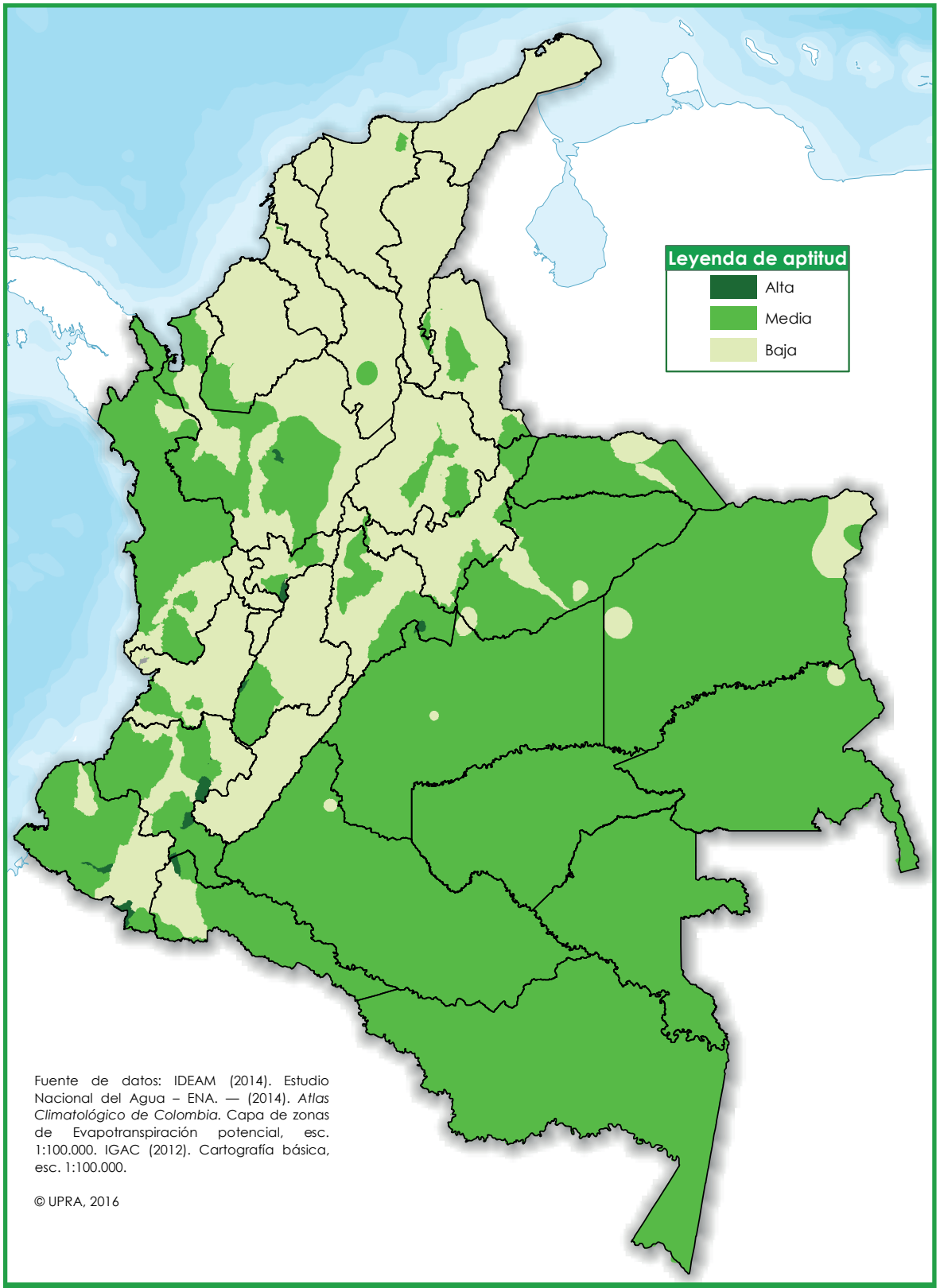
Fuente de datos: IDEAM (2014). Estudio Nacional del Agua – ENA. — (2014). *Atlas Climatológico de Colombia*. Capa de zonas de Evapotranspiración potencial, esc. 1:100.000. IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000.

© UPRA, 2016

CRITERIO APROPIACIÓN DE AGUA

Para obtener el mapa resultante de aptitud por apropiación de agua para el cultivo.





Fuente de datos: IDEAM (2014). Estudio Nacional del Agua – ENA. — (2014). *Atlas Climatológico de Colombia.* Capa de zonas de Evapotranspiración potencial, esc. 1:100.000. IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000.

© UPRA, 2016

CRITERIO APROPIACIÓN DE AGUA

Fuentes de información

- González, M.; Saldarriaga, G. y Jaramillo, Ó. (2010). Estudio Nacional del Agua 2010. Cap. 5. Estimación de la demanda de agua: conceptualización y dimensionamiento de la demanda hídrica sectorial. Bogotá: IDEAM.
- Ideam. (2015). Estudio Nacional del Agua 2015. Bogotá: Ideam.
- _. (2015). Estudio Nacional del Agua: capa de subzonas hidrográficas, escala 1:100.000.
- _. (2012). Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2005-2009, escala 1:100.000.
- _. (2014). Atlas climatológico de Colombia: capa de zonas de evapotranspiración potencial, escala 1:100.000.
- _. (2015). Evaluación multisectorial de la huella hídrica en Colombia: resultados por subzonas hidrográficas en el marco del Estudio Nacional del Agua 2014. Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000.
- WWF. (2012). Una mirada a la agricultura de Colombia desde su huella hídrica. Reporte Colombia 2012. URL: <http://awsassets.panda.org/downloads/anexo_1_v2.pdf>.

2.2 Criterio integridad ecológica

Ficha metodológica de criterio		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung**	
Componente: socioecosistémico		
Criterio: integridad ecológica		
Tipo de criterio	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Variables asociadas al criterio		
• Conectividad estructural de las coberturas naturales (CECN). • Índice de naturalidad (Inat). • Áreas de concentración de especies sensibles (ACES).		

Definición

La integridad ecológica (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 de la provisión continuada de recursos naturales y servicios ecosistémicos (autogenerados y auto sostenibles), por lo que vincula el bienestar humano actual y futuro con el cuidado y protección de la Tierra y sus ecosistemas como hábitat de las especies (Corcoran, 2005; Ciontescu, 2012).

La IE incorpora dinámicas tendientes a:

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

Para efectos de la zonificación, un territorio con integridad ecológica es capaz de sobreponerse y superar perturbaciones naturales y los dis-

turbios inducidos por el hombre. Así, en la escala del presente trabajo, la IE 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 la prestación de los servicios ecosistémicos (que son la base natural 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 rural –territorios agrícolas, según la metodología de Corine Land Cover (CLC)– 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 dentro 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, donde la conectividad de las coberturas naturales es menor en el interior de la matriz transformada (por ejemplo, pastizales limpios), la aptitud para el 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 propiciar la continuidad de los procesos naturales.

Índice de naturalidad (Inat): la prestación de servicios ecosistémicos y la sostenibilidad ambiental en un territorio[3] están determinadas por el área de las coberturas naturales en las cuales se desarrollan los procesos ecológicos esenciales, los cuales son 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, cuanta 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. En las áreas con menor naturalidad será mayor la aptitud para el establecimiento del cultivo, ya que no alteran los procesos naturales, e incluso potenciarían la prestación de algún servicio ecosistémico.

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

Áreas de concentración de especies sensibles (ACES): Colombia es reconocida mundialmente entre los países con más altos niveles de diversidad biológica ubicada 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 críticas (AC) para especies migratorias en agroecosistemas (SELVA, 2012).
- Áreas de importancia para la conservación de aves (AICA) (IAVH, 2015).

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

Importancia del criterio

La IE aproxima al estado de conservación de un área determinada, lo que permite establecer el grado de salud de los ecosistemas o paisajes y; por lo tanto, su vocación como área para el desarrollo de cultivos de Papayapapaya, su orientación hacia la restauración o su vocación hacia la conservación.

El modelo parte de la premisa de que la aptitud para el establecimiento de cultivos de papaya 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. Sin embargo, esta es la última información oficial generada y disponible.

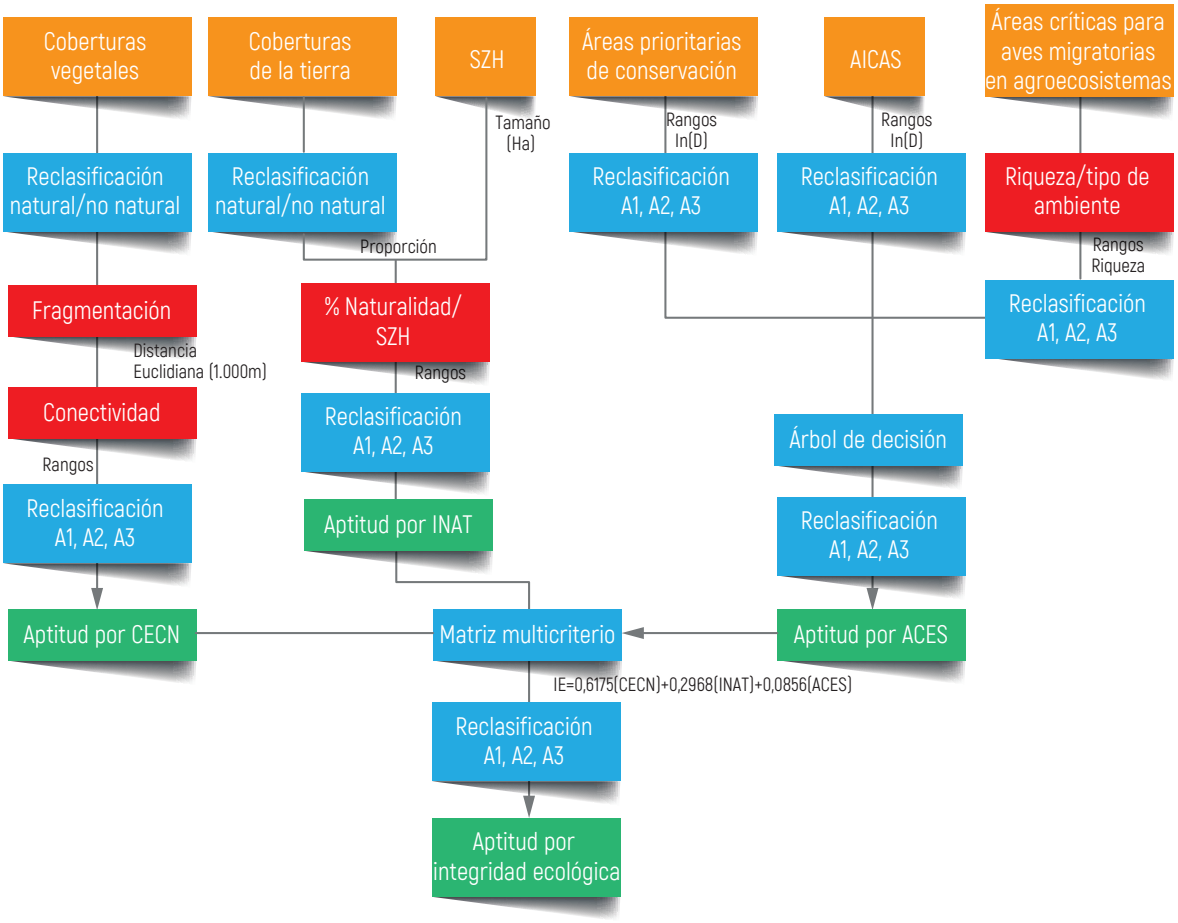
La información sobre biodiversidad siempre cuenta con limitaciones relacionadas con el esfuerzo de muestreo, por lo cual es difícil presentar la información de forma homogénea para todo el país.

Valor de ponderación del criterio: 7,5 %

Metodología de evaluación

Para la evaluación del criterio, se realizó el procesamiento de cada una de sus tres variables como se describe a continuación:

Procedimiento para determinar la aptitud por integridad ecológica



CECN = Conectividad estructural de las coberturas vegetales;

Inat = Índice de naturalidad;

ACES = Áreas de concentración de especies sensibles

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

La CECN permite dar una aproximación rápida a escala de paisaje sobre la continuidad de los hábitats, requerida para el mantenimiento de la biodiversidad natural y las funciones ecosistémicas. Para realizar dicho análisis, se partió del mapa de coberturas de la tierra, adaptada para Colombia (Ideam, 2012). A partir de este, se realizó un análisis de fragmentación mediante la extensión Fragmentation del software SAGA GIS 2.1.2., tomando como unidades de análisis todas las coberturas vegetales naturales y seminaturales, con el fin de establecer las áreas mejor consolidadas como áreas núcleo de los fragmentos (menor fragmentación). Mediante un análisis posterior de distancia euclidiana realizada en ArcGIS, se 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 normalizaron mediante la técnica de lógica difusa, empleando la herramienta Fuzzy del software ArcGIS versión 10.3. La conectividad estructural así obtenida se distribuyó en un rango entre 0 y 1, en donde 0 representa la menor conectividad y 1, la mayor conectividad, la cual posteriormente se reclasificó en términos de la aptitud para establecimiento del cultivo comercial de papaya. Los valores obtenidos se distribuyeron en tres rangos mediante el método de clasificación Natural Breaks y se obtuvo la siguiente calificación:

Calificación de la variable conectividad estructural de las coberturas naturales

Rango	Descripción	Aptitud
0,13-0,49	Conectividad menor	A1
0,49-0,82	Conectividad media	A2
0,82-1	Conectividad mayor	A3

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

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

Esta variable se construyó a partir de las coberturas naturales, según la clasificación de Corine Land Cover (bosques y áreas seminaturales, áreas húmedas y superficies de agua, Ideam, 2010). Se realizó una in-

tersección entre la capa de coberturas de la tierra con la de subzonas hidrográficas del «Estudio Nacional del Agua» (Ideam, 2010).

De esta forma,

$$INAT = \frac{\text{superficie de coberturas naturales}}{\text{tamaño de subzona hidrográfica}}$$

A partir de este cálculo, se establecieron los siguientes rangos, de acuerdo con los parámetros adaptados a partir de Márquez (2003), y se reclasificaron en términos de su aporte a la aptitud para el establecimiento del cultivo de papaya:

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

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

Adaptado a partir de Márquez (2003).

c. Áreas de Concentración de Especies Sensibles (ACES):

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

* Áreas prioritarias de conservación (APC):

A partir del portafolio de áreas prioritarias de conservación (APC), a escala 1:100.000 (IAVH-ANH, 2013), se tomó la información de especies sensibles en las APC, las cuales se relacionaron con el tamaño de cada polígono para obtener la densidad de especies/km2. Para incorporar esta información, se tomaron los objetos de conservación (OdC) de filtro fino y de filtro grueso del estudio, los cuales representan unidades de análisis para la conservación de elementos de la biodiversidad a nivel de especies o ecosistemas, respectivamente.

Cuanto 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 asumió el mínimo número de especies registrado, bajo la premisa de que existe por lo menos una especie sensible o endémica. Finalmente, los valores obtenidos de densidad de especies se normalizaron empleando la función logaritmo natural, para obtener una mejor distribución de los datos. Los

valores obtenidos se distribuyeron en tres rangos mediante el método de clasificación Natural Breaks del software ArcGIS 10.3 y se obtuvo la siguiente calificación:

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

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

* Áreas de importanciaImportancia para la conservaciónConservación de avesAves (AICA)

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

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

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

Con la información disponible, se establecieron dos zonas en el país: la primera corresponde al área donde no hay AICA (categoría de aptitud A1), y la segunda agrupa aquellas áreas donde hay AICA establecidas (categoría de aptitud A2 y A3).

Las áreas donde hay AICA establecidas se clasificaron 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 asignó la siguiente calificación:

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

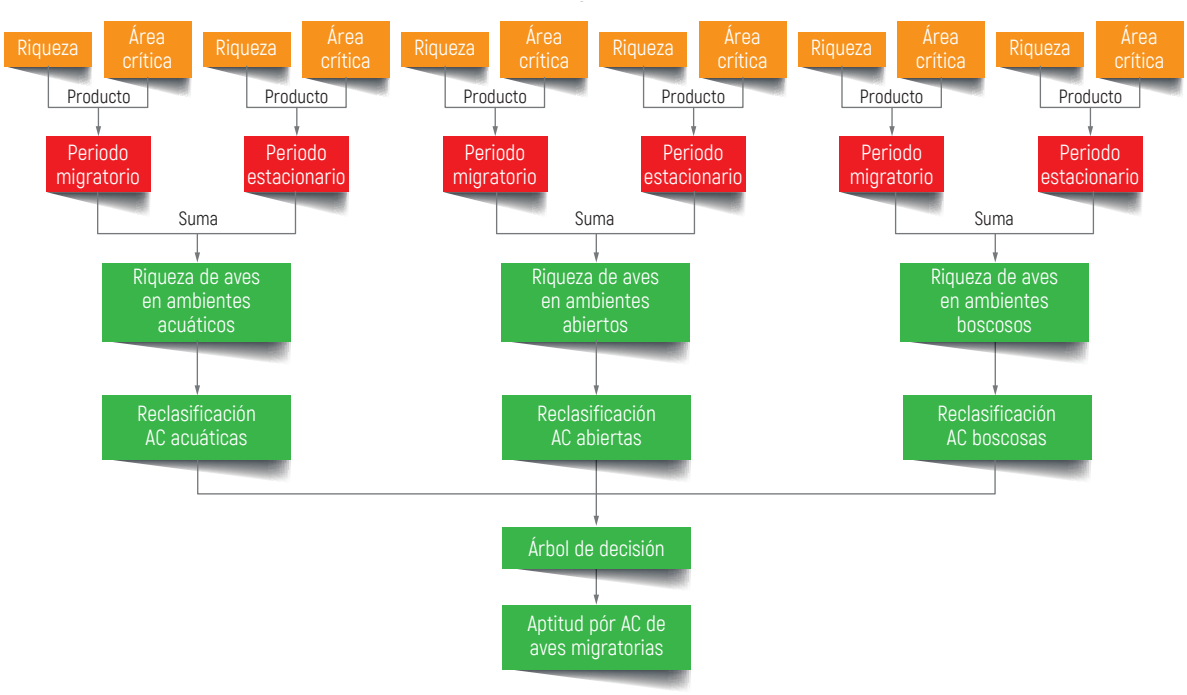
Rango ln (D)	Descripción	Aptitud
<-8,085	Áreas sin AICA	A1
-8,085 a -4,189	AICA con densidad muy baja o baja de especies sensibles	A2
-4,189 a 1,67	Densidad moderada, alta o muy alta de especies sensibles en las AICA	A3

* Áreas críticas para especies migratorias en paisajes agropecuarios:

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

Procedimiento para determinar la aptitud por áreas críticas para especies migratorias



Fuente: SELVA (2012).

Se realizó el producto entre las capas de las áreas críticas y riqueza potencial, tanto en periodoperíodo migratorio como estacionario, para cada grupo de aves asociadas a los ambientes acuáticos, abiertos y de bosque, respectivamente. De esta forma se obtuvo 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 periodoperíodo estacionario y migratorio, se obtuvo la importancia total para cada uno de los ambientes (bosque, abierto, acuático). A partir de esto se obtuvo una visión completa a lo largo de todo el proceso migratorio respecto a la importancia de los diferentes hábitats críticos.

Los valores de importancia total resultante se dividieron en dos categorías, mediante la utilización del método de clasificación Natural Breaks del software ArcGIS 10.3. Posteriormente, se asignó el mayor valor de importancia a las áreas con alta riqueza, e importancia moderada a aquellas con menor valor de riqueza potencial.

Para los lugares en los que no existen áreas críticas se asignó la categoría de «no aplica».

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

Reclasificación de aptitud para el cultivo comercial de papaya, de acuerdo con la importancia y preferencia del hábitat de las aves migratorias

Para integrar los insumos de la variable áreas de concentración de especies sensibles (AP, AICA, AC), se realizó una reclasificación de acuerdo con el siguiente árbol de decisión, cuya calificación está dada por el nivel de mayor restricción.

Árbol de decisión para integración de los insumos de la variable áreas de concentración de especies sensibles (ACES)

Áreas prioritarias de conservación	Áreas de importancia para la conservación de aves	Áreas críticas para especies migratorias en paisajes agropecuarios	Aptitud
A1	A1	A1	A1
A1	A1	A2	A2
A1	A1	A3	A3
A1	A2	A1	A2
A1	A2	A2	A2
A1	A2	A3	A3

Áreas prioritarias de conservación	Áreas de importancia para la conservación de aves	Áreas críticas para especies migratorias en paisajes agropecuarios	Aptitud
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 realizó una suma ponderada mediante la siguiente fórmula:

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

En la que a, b y c representan los factores de ponderación de las tres variables, los cuales se determinaron mediante el establecimiento de la matriz multivariable que fue evaluada siguiendo la metodología de la matriz multicriterio.

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

$$A = 0{,}6175;\ b = 0{,}2968 \text{ y } c = 0{,}0856$$

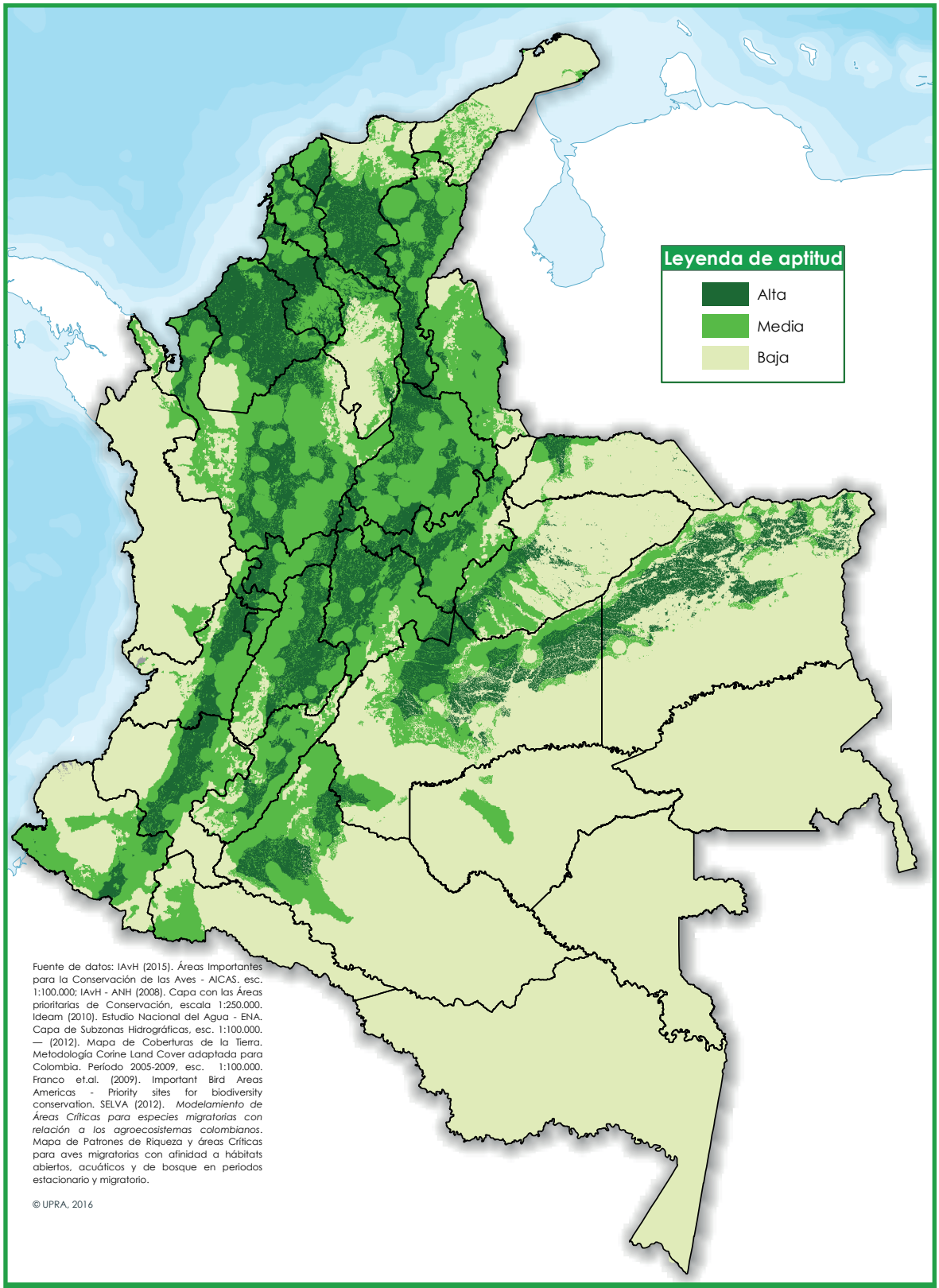
Rangos para la asignación de valores de aptitud

Para el establecimiento de los rangos de clase de aptitud, el valor final de la ponderación (que varía entre 1 y 3) se dividió empleando los cortes naturales como método de agrupamiento del software ArcGIS:

Aptitud para el establecimiento de cultivo comercial de papaya por el criterio integridad ecológica

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

Representación cartográfica del criterio



Fuente de datos: IAvH (2015). Áreas Importantes para la Conservación de las Aves - AICAS. esc. 1:100.000; IAvH - ANH (2008). Capa con las Áreas prioritarias de Conservación, escala 1:250.000. Ideam (2010). Estudio Nacional del Agua - ENA. Capa de Subzonas Hidrográficas, esc. 1:100.000. — (2012). Mapa de Coberturas de la Tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia. Período 2005-2009, esc. 1:100.000. Franco et.al. (2009). Important Bird Areas Americas - Priority sites for biodiversity conservation. SELVA (2012). *Modelamiento de Áreas Críticas para especies migratorias con relación a los agroecosistemas colombianos*. Mapa de Patrones de Riqueza y áreas Críticas para aves migratorias con afinidad a hábitats abiertos, acuáticos y de bosque en periodos estacionario y migratorio.

© UPRA, 2016

CRITERIO INTEGRIDAD ECOLÓGICA

Fuentes de información

- IAVH y ANH. (2010). Áreas prioritarias para la conservación, escala 1:250.000. Bogotá: IAvH y ANH.
- IAVH. (2015). Áreas importantes para la conservación de las aves, escala 1:100.000. Bogotá: IAvH.
- 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.
- Corcoran, P. (2005). «La integridad ecológica: un compromiso hacia la vida en la Tierra». En: B. Mackey. La carta de la Tierra en acción: hacia un mundo sostenible (pp. 68-71). Ámsterdam: KIT Publishers BV.
- Franco, A. M., Devenish, C., Barrero, M. C. y Romero, M. H. (2009). «Colombia». En: C. Devenish, D. F.; Díaz Fernández, R. P.; Clay, I. Davidson e I. Yépez Zabala (Eds.). Important Bird Areas Americas - Priority sites for biodiversity conservation. Quito: BirdLife International (BirdLife Conservation Series num. 16), pp. 135-148.
- Ideam. (2010). Leyenda nacional de coberturas de la tierra: metodología Corine Land Cover, adaptada para Colombia, escala 1:100.000. Bogotá: IDEAM, 72 pp.
- _. (2010). Estudio Nacional del Agua: capa de subzonas hidrográficas, escala 1:100.000.
- _. (2012). Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2005-2009, escala 1:100.000.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000.
- SELVA. (2012). «Modelamiento de áreas críticas para especies migratorias con relación a los agroecosistemas de Colombia». Mapa de patrones de riqueza y áreas críticas para aves migratorias con afinidad a hábitats abiertos, acuáticos y de bosque en periodosperíodos estacionario y migratorio. Informe final del Convenio 044 de 2012 entre SELVA y UPRA. 165 pp. Bogotá, Colombia.

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 papaya híbrido Tainung**	
Componente: socioecosistémico		
Criterio asociado: integridad ecológica		
Variable: conectividad estructural de las coberturas naturales (CECN)	**Unidad de medida:** :Distancia euclidiana (1000 m)	
Tipo de criterio asociado	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 (que son la base ambiental que sustenta los procesos productivos). La variable mide la distancia entre los parches de todos los tipos de coberturas naturales que se encuentran en la matriz cultural y determina áreas con diferente nivel de conectividad estructural.

De esta forma, en términos de la aplicación, en el presente estudio, en aquellas áreas con mayor conectividad estructural de las coberturas naturales dentro 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 de 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 (N1). 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 basarse en la capa base oficial de «Coberturas de la tierra 2012», y su leyenda adaptada para Colombia (Ideam, 2012), su información presenta cierto grado de desactualización.

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, adaptado para Colombia (Ideam, 2010). Se tomaron todos los tipos de coberturas vegetales naturales como objeto del foco de conectividad y se realizó el análisis a través de las métricas de paisaje como la fragmentación o la distancia euclidiana de núcleos (empleando una distancia de 1000 m entre núcleos).

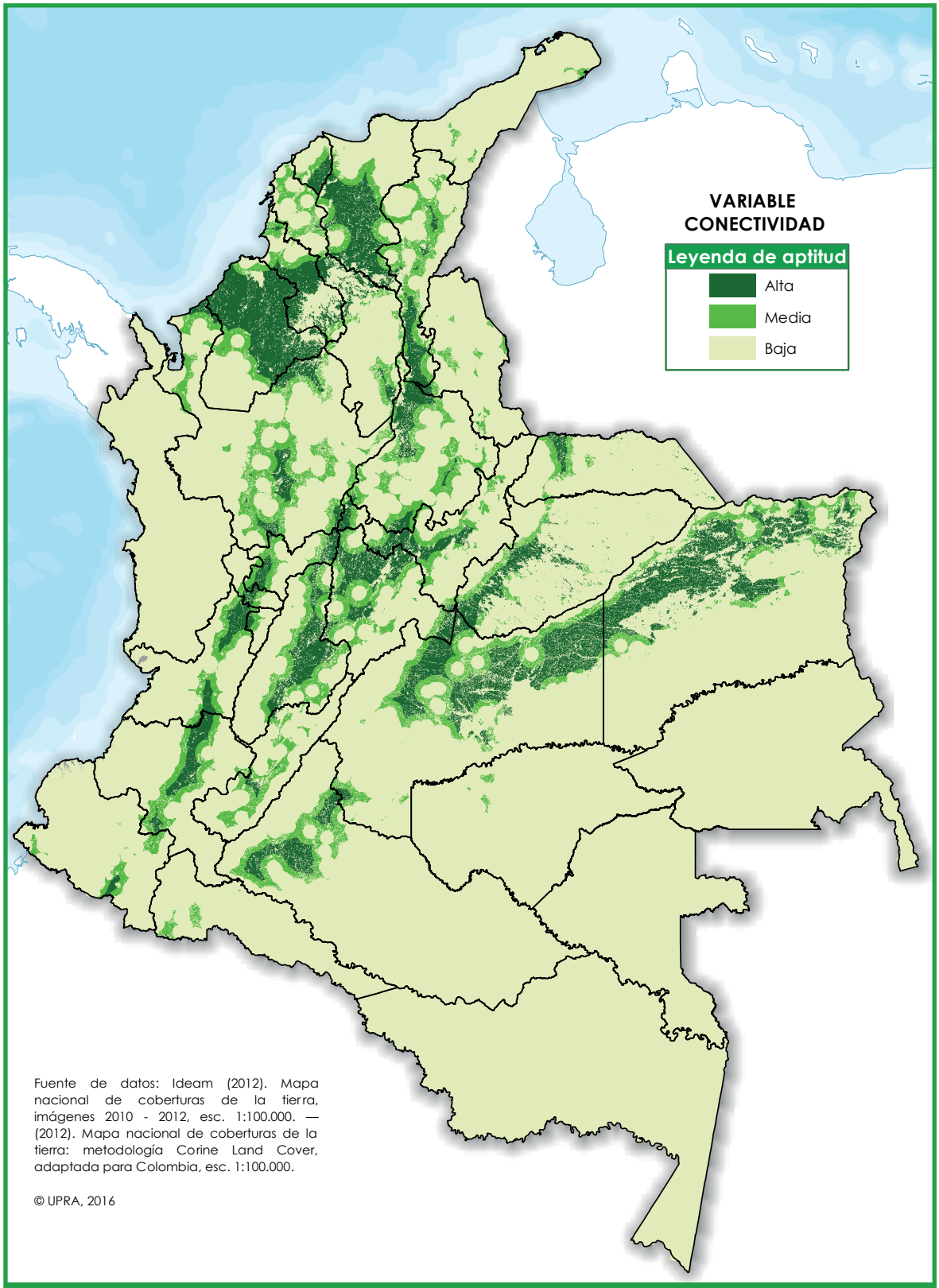
La CECN es una medida a escala del paisaje, que en la matriz transformada permite dar una aproximación rápida sobre la continuidad de los hábitats como elemento necesario para el desplazamiento de la biodiversidad natural y el desarrollo de las funciones ecosistémicas.

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

Calificación de la variable CECN

Rango	Descripción	Aptitud
0,13-0,49	Conectividad menor	A1
0,49-0,82	Conectividad media	A2
0,82-1	Conectividad mayor	A3

Representación cartográfica de la variable



Fuente de datos: Ideam (2012). Mapa nacional de coberturas de la tierra, imágenes 2010 - 2012, esc. 1:100.000. — (2012). Mapa nacional de coberturas de la tierra: metodología Corine Land Cover, adaptada para Colombia, esc. 1:100.000.

© UPRA, 2016

CRITERIO INTEGRIDAD ECOLÓGICA

Fuentes de información

- Ideam. (2012). Leyenda nacional de coberturas de la tierra: metodología Corine Land Cover, adaptada para Colombia, escala 1:100.000. Bogotá: Ideam. 72 pp.
- _. (2012). Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2005-2009, escala 1:100.000.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000.

2.2.1.1 Variable índice de naturalidad (Inat)

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung**	
Componente: socioecosistémico		
Criterio asociado: integridad ecológica		
Variable: índice de naturalidad (Inat)	**Unidad de medida:** :Proporción de área de la subzona hidrográfica (%)	
Tipo de criterio asociado	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

Definición

La prestación de servicios ecosistémicos y la sostenibilidad ambiental en un área geográfica de análisis[4] , 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 y superficies de recarga hídrica, entre otras), en proporción al tamaño de la SZH.

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

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

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

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 (N1). 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.

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

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

Adaptado a partir de Márquez (2003).

Limitantes de la evaluación de la variable

Los limitantes identificados están relacionados con la información básica a través de la cual se construyó esta variable. En primer lugar, debe hacerse referencia a la «Leyenda nacional de coberturas de la tierra, metodología Corine Land Cover, adaptada para Colombia», que, aunque permite determinar la ocupación del suelo con información clave para el análisis espacial y territorial, CLC engloba las coberturas de forma muy general, con la consiguiente pérdida de información que ello supone para la gestión del territorio a escala regional (Aguilera et al., 2009).

Metodología de procesamiento de la información

Para este estudio se relacionó 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, 2012). Para esto, se realizó el cruce cartográfico de la capa de cobertura de la tierra con el de subzonas hidrográficas del estudio nacional del agua (ENA; Ideam, 2014), en relación con la unidad geográfica de análisis.

$$\text{Inat} = \frac{\text{Superficie de coberturas naturales}}{\text{Tamaño de subzona hidrográfica}}$$

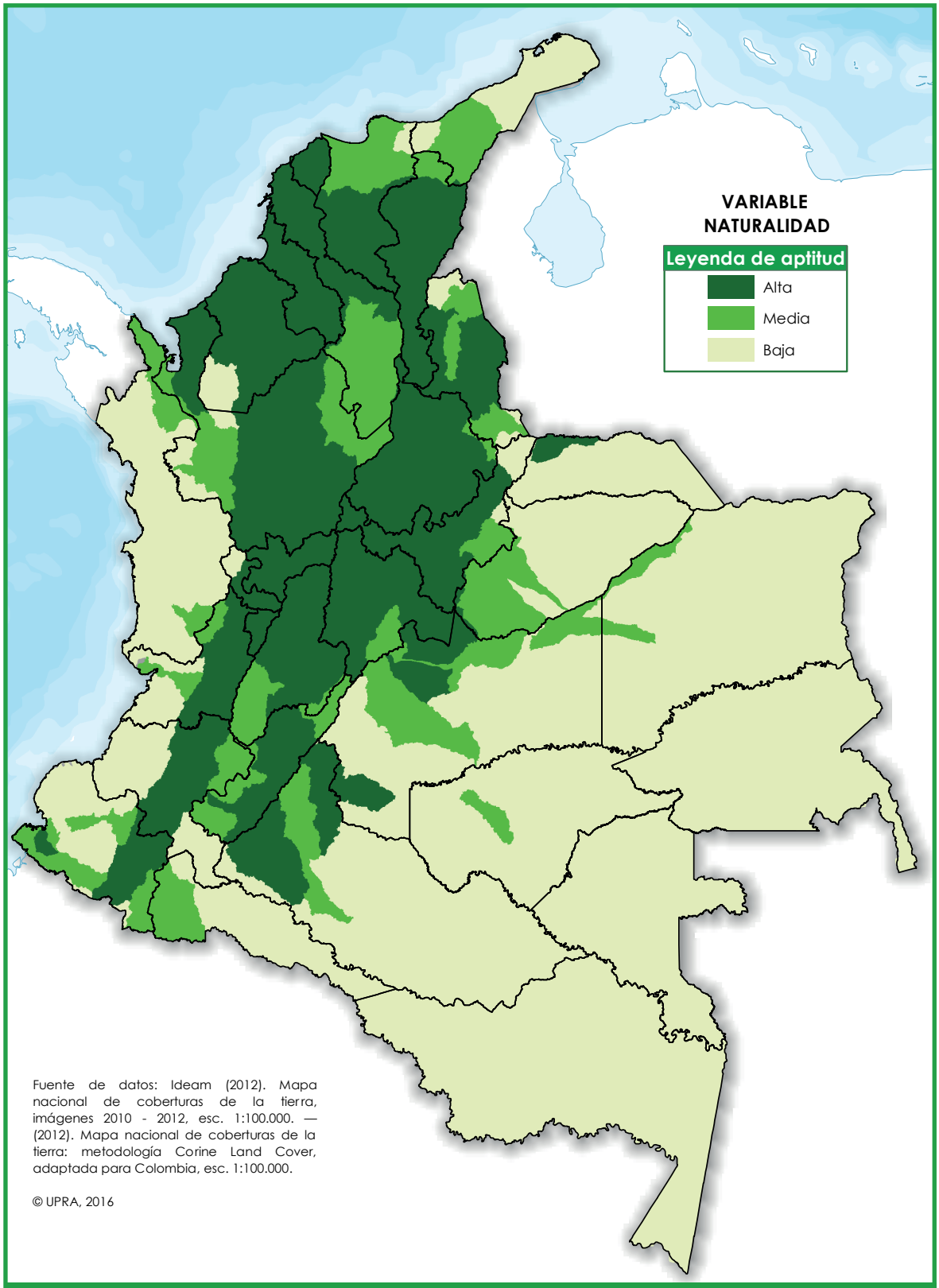
Se establecieron los siguientes rangos, de acuerdo con los parámetros establecidos por Márquez (2003), y se reclasificaron en términos de su aporte a la aptitud para el establecimiento del cultivo comercial de papaya:

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

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

Adaptado a partir de Márquez (2003).

Representación cartográfica de la variable



Fuente de datos: Ideam (2012). Mapa nacional de coberturas de la tierra, imágenes 2010 - 2012, esc. 1:100.000. — (2012). Mapa nacional de coberturas de la tierra: metodología Corine Land Cover, adaptada para Colombia, esc. 1:100.000.

© UPRA, 2016

CRITERIO INTEGRIDAD ECOLÓGICA

Fuentes de información

- Ideam. (2010). Leyenda nacional de coberturas de la tierra: metodología Corine Land Cover, adaptada para Colombia, escala 1:100.000. Bogotá: IDEAM, 72 pp.
- _. (2014). Estudio nacional del agua: capa de subzonas hidrográficas, escala 1:100.000.
- _. (2012). Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2005-2009, escala 1:100.000.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000.
- Márquez, G. (2003). Ecosistemas estratégicos de Colombia. Sociedad Geográfica de Colombia. Recuperado de: <http://www.sogeocol.edu.co/documentos/07ecos.pdf>.

2.2.2 Variable áreas de concentración de especies sensibles (ACES)

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung**	
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. 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 estableció lugares donde tiene lugar la concentración de especies sensibles, a través de indicadores como la densidad en polígonos, y los definió como áreas prioritarias para la conservación (APC) o la riqueza de especies migratorias en áreas críticas sobre agroecosistemas (ACMig). También se integraron las áreas de importancia para la conservación de aves silvestres (AICA).

De esta forma, cuanta mayor sea la concentración de estas especies, dada su sensibilidad, es menor la aptitud para el establecimiento del cultivo comercial de papaya, 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 del cultivo comercial de papaya es mayor.

Importancia de la variable para el cultivo

Permite identificar áreas en donde, el establecimiento del cultivo comercial de papaya, 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 variable no genera exclusiones (N1); 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 cuanta 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 integraron estudios de biodiversidad de naturaleza diferente, la aptitud conjugada entre las diferentes fuentes se desarrolló, a manera de árbol de decisión, de la siguiente manera:

Áreas prioritarias para la conservación	Áreas de importancia para la conservación de aves	Áreas críticas para especies migratorias en paisajes agropecuarios	Aptitud
A1	A1	A1	A1
A1	A1	A2	A2
A1	A1	A3	A3
A1	A2	A1	A2
A1	A2	A2	A2
A1	A2	A3	A3
A1	A3	A1	A3
A1	A3	A2	A3
A1	A3	A3	A3
A2	A1	A1	A2
A2	A1	A2	A2

Áreas prioritarias para la conservación	Áreas de importancia para la conservación de aves	Áreas críticas para especies migratorias en paisajes agropecuarios	Aptitud
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 fue homogéneo. Esto supuso integrar varios estudios realizados con metodologías y finalidades para complementar el panorama nacional.

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

Metodología de procesamiento de la información

* Áreas prioritarias de conservación (APC):

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

Para incorporar esta información, se tomaron los objetos de conservación (OdC) de filtro fino y de filtro grueso de los estudios anteriormente mencionados, los cuales representaron unidades de análisis para la conservación de elementos de la biodiversidad a nivel de especies o ecosistemas, respectivamente. Cuanto mayor fuera el número N (riqueza) de especies sensibles o endémicas en relación al tamaño del área que las contiene (sitios de mayor concentración o densidad de especies), menor sería la compatibilidad del territorio con la actividad de reforestación comercial.

Para este análisis se asignó a cada polígono de APC (tamaño medido en km2) el valor identificado en el estudio del número de especies sensibles objeto de protección para obtener un valor de densidad o concentración de especies. Para aquellos polígonos sin información, se asumió el mínimo valor registrado bajo la premisa de que existe por lo menos una especie sensible o endémica. Los rangos de aptitud para APC fueron:

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

Áreas de importancialmportancia para la conservaciónConservación de avesAves (AICA).

El desarrollo y análisis de las AICA se requirió inicialmente la solicitud de la información oficial al IAVH, el cual facilitó la última capa temática y una base de datos con información de especies de cada una de las AICA.

Posteriormente se realizó una depuración de la información:

Se eliminaron de la base de datos de especies las AICA que no tuvieran polígono en el *shape* entregado.

Se organizó la información por AICA y se eliminaron duplicados de la información en cuanto a especies.

Se obtuvo por cada AICA el número de especies por cada categoría de amenaza a nivel nacional, al igual que endemismos, distribución restringida y congregación de aves.

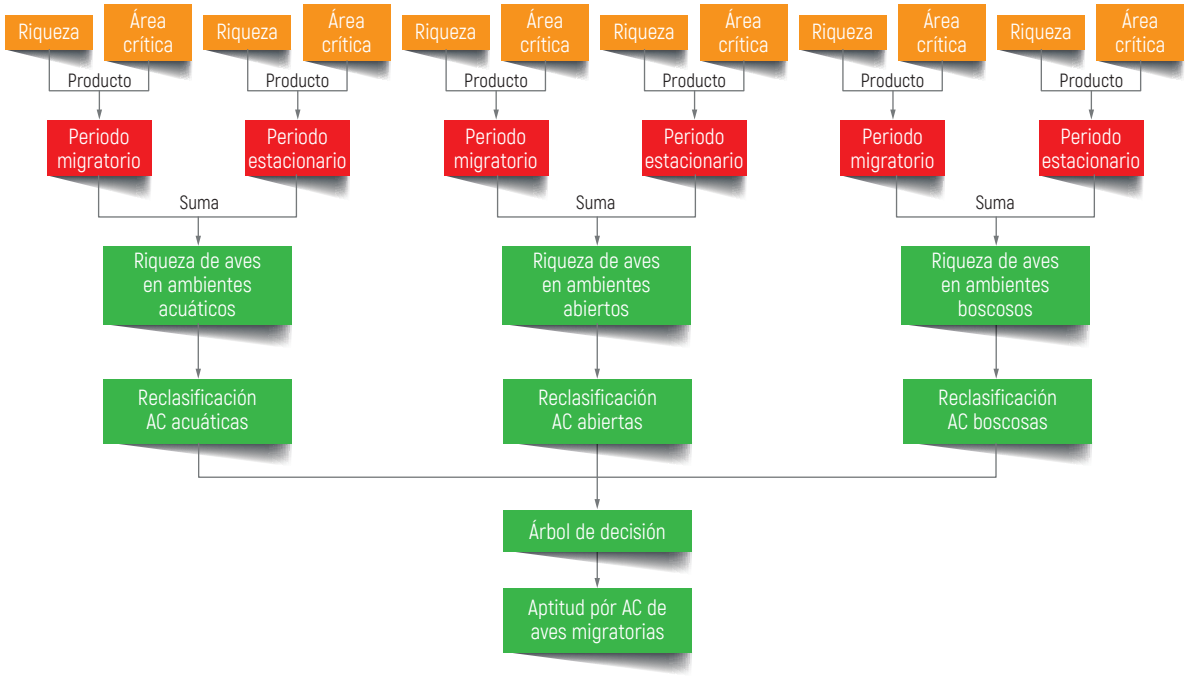
Para cada AICA se calculó la densidad mediante el número de especies amenazadas (en peligro crítico, en peligro y vulnerables) que se reporta en cada una, de acuerdo con la base de datos facilitada y, se dividió por el área del AICA en km2. Finalmente, se calculó el logaritmo natural de la densidad obtenida y de allí se determinaron los rangos para su reclasificación:

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

* Áreas críticasCríticas (AC) para especies migratorias en paisajes agropecuarios

A partir de la información producida por SELVA (2012) para especies migratorias en paisajes agropecuarios, se emplearon las capas relacionadas con áreas críticas para el grupo taxonómico de aves, por cuanto contienen un número considerable de registros biológicos que soportan el estudio (N = 143), así como mayor confiabilidad en el proceso de depuración de las bases de datos. La siguiente figura ilustra el procedimiento para encontrar la aptitud, de acuerdo con la riqueza de especies migratorias asociadas a ambientes acuáticos, abiertos y de bosque.

Procedimiento para determinar la aptitud por áreas críticas para especies migratorias



Fuente: SELVA (2012).

De esta forma, la primera acción correspondió a la combinación de las capas de las áreas críticas y riqueza potencial de aves en hábitats acuáticos, abiertos y de bosque en periodoperíodo migratorio.

Se combinaron las capas de las áreas críticas y riqueza potencial de aves en hábitats acuáticos, abiertos y de bosque en periodoperíodo estacionario.

Posteriormente, para el grupo de aves de cada tipo de ambiente, se sumaron las capas correspondientes a ambos periodosperíodos (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 (periodosperíodos migratorio y estacional), se realizó una suma para identificar aquellas áreas que representan ambientes críticos a lo largo de todo el ciclo migratorio.

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

Reclasificación de aptitud para el cultivo comercial de papaya de acuerdo con la importancia del hábitat para aves asociadas a diferentes tipos de ambientes

Importancia de las áreas críticas			Aptitud
Bosque	Abiertos	Acuáticos	
Alta	Alta	Alta	A2
Alta	Alta	Moderada	A2
Alta	Alta	No aplica	A2
Alta	Moderada	Alta	A2
Alta	Moderada	Moderada	A2
Alta	Moderada	No aplica	A2
Alta	No aplica	Alta	A1
Alta	No aplica	Moderada	A1
Alta	No aplica	No aplica	A1
Moderada	Alta	Alta	A2
Moderada	Alta	Moderada	A2
Moderada	Alta	No aplica	A2
Moderada	Moderada	Alta	A2
Moderada	Moderada	Moderada	A2
Moderada	Moderada	No aplica	A2
Moderada	No aplica	Alta	A1

Importancia de las áreas críticas			Aptitud
Bosque	Abiertos	Acuáticos	
Moderada	No aplica	Moderada	A1
Moderada	No aplica	No aplica	A1
No aplica	Alta	Alta	A2
No aplica	Alta	Moderada	A2
No aplica	Alta	No aplica	A2
No aplica	Moderada	Alta	A2
No aplica	Moderada	Moderada	A2
No aplica	Moderada	No aplica	A2
No aplica	No aplica	Alta	A1
No aplica	No aplica	Moderada	A1
No aplica	No aplica	No aplica	A1

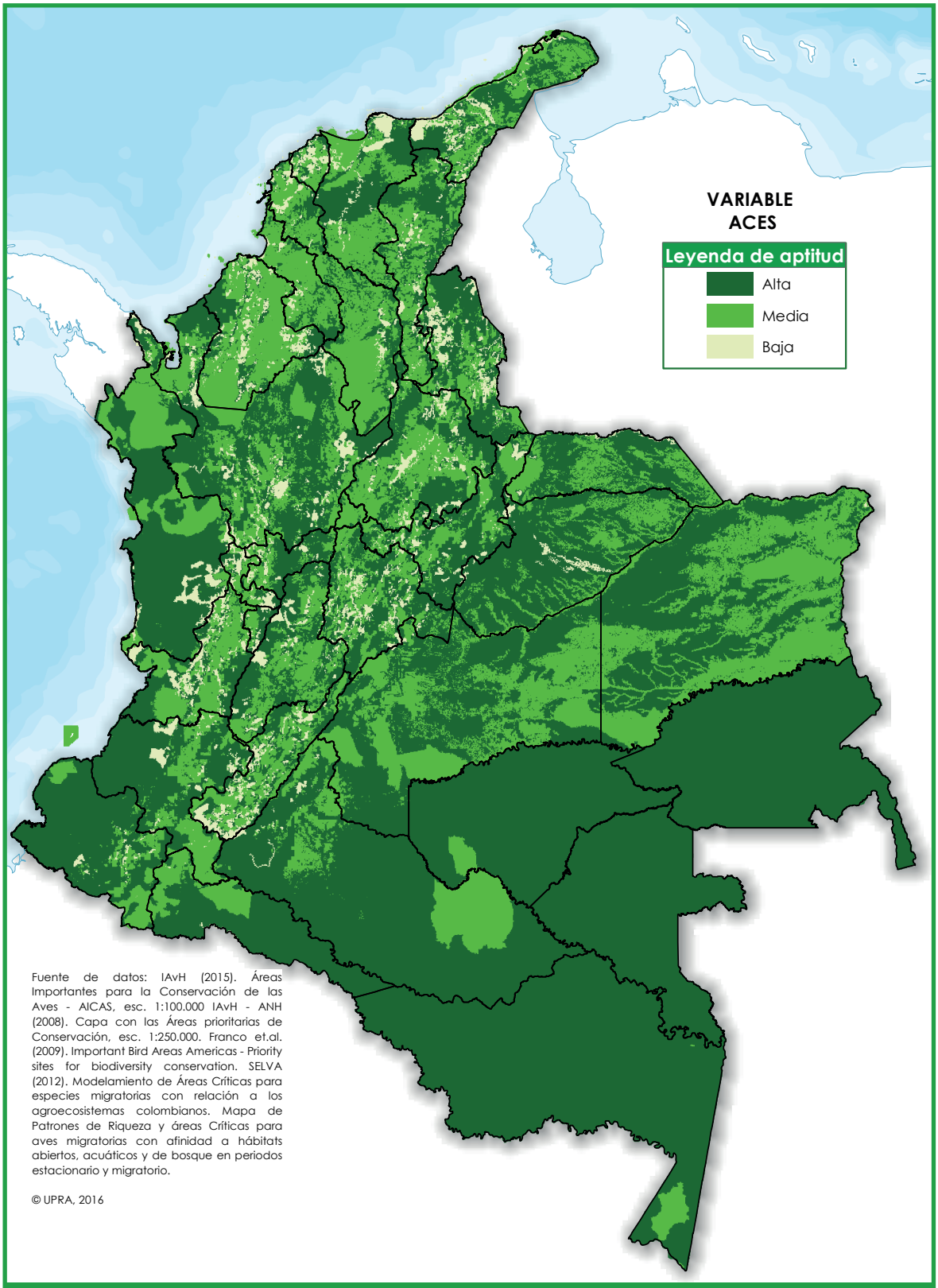
Para integrar toda la información de concentración de especies sensibles relacionada con biodiversidad y evitar redundancias, se combinaron las capas resultantes; se realizó una reclasificación de acuerdo con el siguiente árbol de decisión, en el cual se adoptó el nivel de mayor restricción para ser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

Árbol de decisión para integración de la información de Áreas de Concentración de Especies Sensibles (ACES)

Áreas prioritarias para la conservación	Áreas de importancia para la conservación de aves	Áreas críticas para especies migratorias en paisajes agropecuarios	Aptitud
A1	A1	A1	A1
A1	A1	A2	A2
A1	A1	A3	A3
A1	A2	A1	A2
A1	A2	A2	A2
A1	A2	A3	A3
A1	A3	A1	A3
A1	A3	A2	A3
A1	A3	A3	A3
A2	A1	A1	A2
A2	A1	A2	A2
A2	A1	A3	A3
A2	A2	A1	A2
A2	A2	A2	A2
A2	A2	A3	A3

Áreas prioritarias para la conservación	Áreas de importancia para la conservación de aves	Áreas críticas para especies migratorias en paisajes agropecuarios	Aptitud
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

Representación cartográfica de la variable



Fuente de datos: IAvH (2015). Áreas Importantes para la Conservación de las Aves - AICAS, esc. 1:100.000 IAvH - ANH (2008). Capa con las Áreas prioritarias de Conservación, esc. 1:250.000. Franco et.al. (2009). Important Bird Areas Americas - Priority sites for biodiversity conservation. SELVA (2012). Modelamiento de Áreas Críticas para especies migratorias con relación a los agroecosistemas colombianos. Mapa de Patrones de Riqueza y áreas Críticas para aves migratorias con afinidad a hábitats abiertos, acuáticos y de bosque en periodos estacionario y migratorio.

© UPRA, 2016

Fuentes de información

- Franco, A., Devenish, C., Barrero, M. y Romero, M. (2009). «Colombia». En: C. Devenish, D. F.; Díaz Fernández, R. P.; Clay, I. Davidson e I. Yépez Zabala (Eds.). Important Bird Areas Americas - Priority sites for biodiversity conservation. Quito: BirdLife International (BirdLife Conservation Series num. 16), pp. 135-148.
- IAvH y ANH. (2010). Áreas prioritarias para la conservación, escala 1:250.000. Bogotá: IAvH y ANH.
- IAvH. (2015). Áreas importantes para la conservación de las aves, escala 1:100.000. Bogotá: IAvH.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000.
- SELVA. (2012). «Modelamiento de áreas críticas para especies migratorias con relación a los agroecosistemas de Colombia». Mapa de patrones de riqueza y áreas críticas para aves migratorias con afinidad a hábitats abiertos, acuáticos y de bosque en periodosperíodos estacionario y migratorio. Informe final del Convenio 044 de 2012 entre SELVA y UPRA. 165 pp. Bogotá, Colombia.

2.3 Criterio variación del contenido estimado de carbono

Ficha metodológica de criterio		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung**	
Componente: socioecosistémico		
Criterio: variación del contenido estimado de carbono		
Tipo de criterio	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Variables asociadas al criterio		
• Variación del contenido estimado de carbono.		

Definición

Balance entre el contenido de carbono estimado en la biomasa (aérea y subterránea) de la cobertura vegetal actual y en el suelo, frente a un potencial cambio de cobertura para el establecimiento de cultivos comerciales de papaya.

Una de las funciones de los ecosistemas es la regulación del clima del planeta mediante el almacenamiento de carbono y la eliminación de los gases de efecto invernadero (GEI) como el CO2 de la atmósfera, entre otros. Los ecosistemas contribuyen a la regulación de CO2 de la atmósfera a través del almacenamiento del carbono en la biomasa y el suelo, siendo quizás el más reconocido de todos los servicios de los ecosistemas (Stern, 2007; IPCC, 2006; 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.

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 ar-

ticular 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 a la requerida.

Valor de ponderación del criterio: 4,9 % metodología de evaluación

El modelo utilizado de estimación del contenido de carbono se fundamenta en el cálculo de carbono contenido en: la biomasa vegetal aérea y subterránea y el suelo, de acuerdo con la siguiente metodología.

Contenido de carbono en la biomasa vegetal aérea.

La estimación de la biomasa vegetal aérea (BA) se 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).

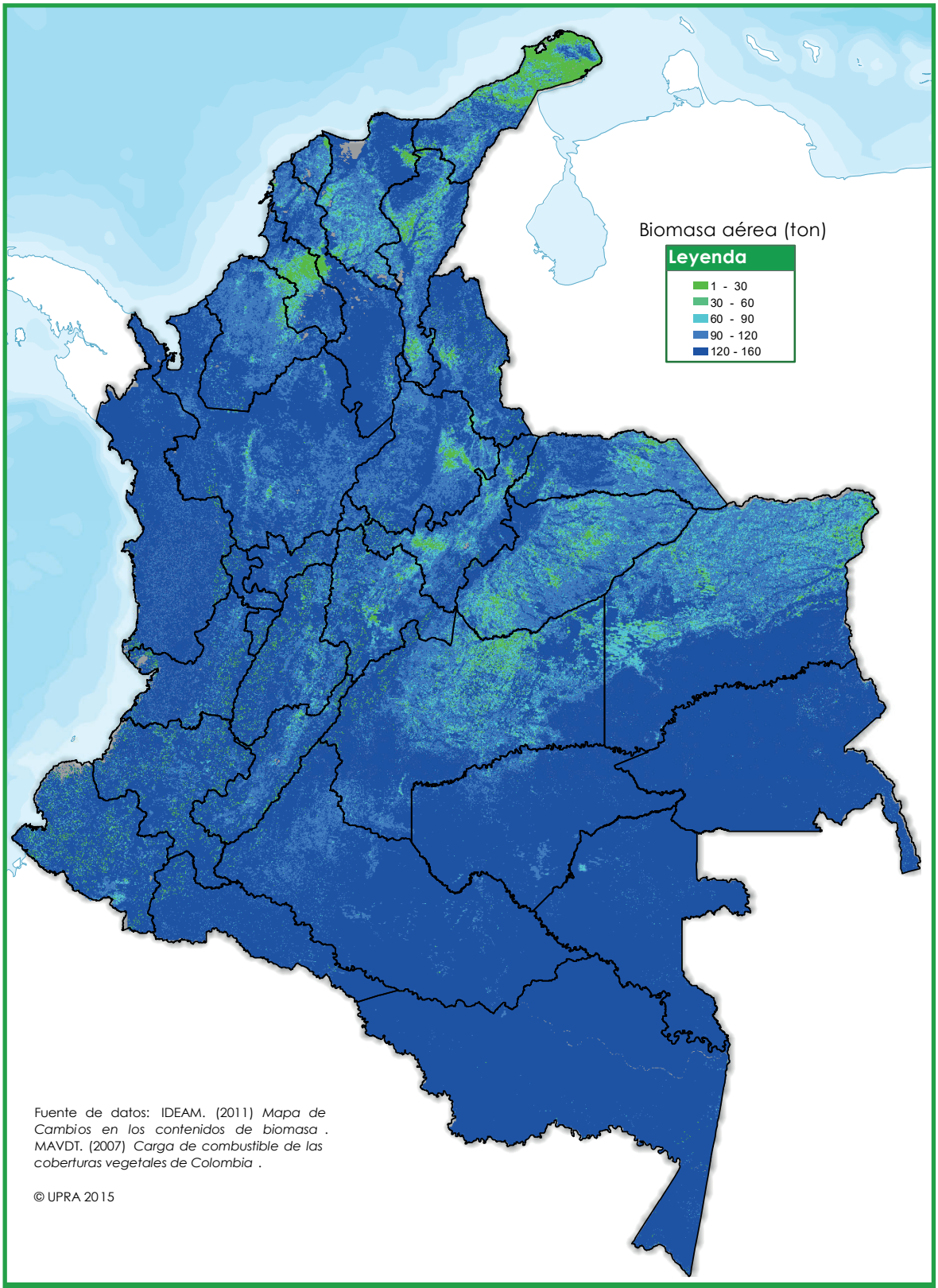
A partir de esta información cartográfica, se realiza la diferencia simétrica entre los dos mapas, con el propósito de complementar la información faltante de biomasa en el mapa del Ideam en lo referente a coberturas no boscosas.

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):

$$C_{BA} = BA/2$$

Biomasa aérea



Fuente de datos: IDEAM. (2011) *Mapa de Cambios en los contenidos de biomasa* . MAVDT. (2007) *Carga de combustible de las coberturas vegetales de Colombia* .

© UPRA 2015

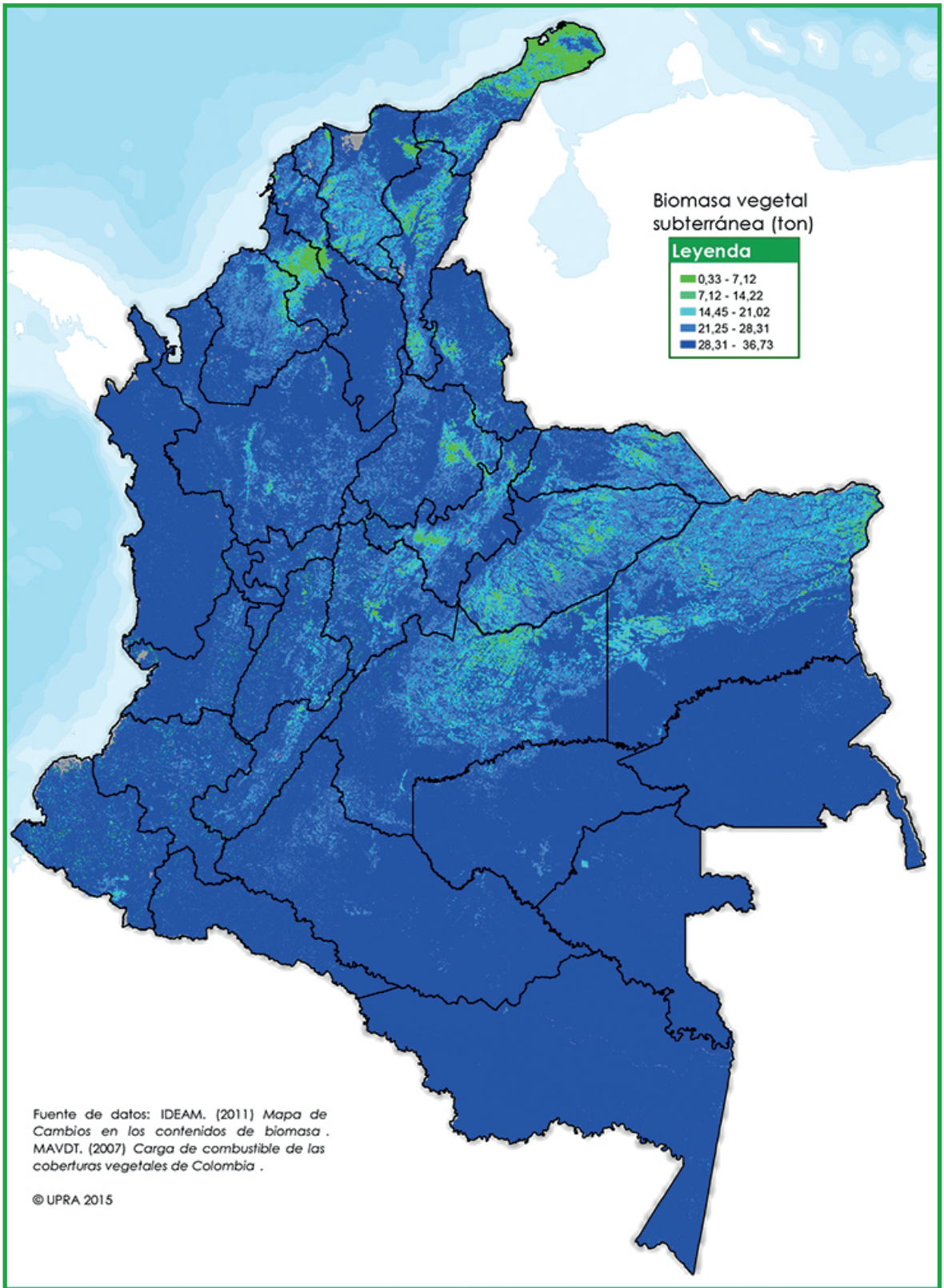
CRITERIO VARIACIÓN DEL CONTENIDO ESTIMADO DE CARBONO

a. Contenido de carbono en la biomasa vegetal subterránea.

Por su parte, la estimación de la biomasa subterránea se efectúa de acuerdo con los fundamentos planteados por Brown (1992) y Cairns et al. (1997) de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$\text{Biomasa subterránea} = e^{(-1.085+.925*\ln(BA))}$$

Biomasa subterránea



CRITERIO VARIACIÓN DEL CONTENIDO ESTIMADO DE CARBONO

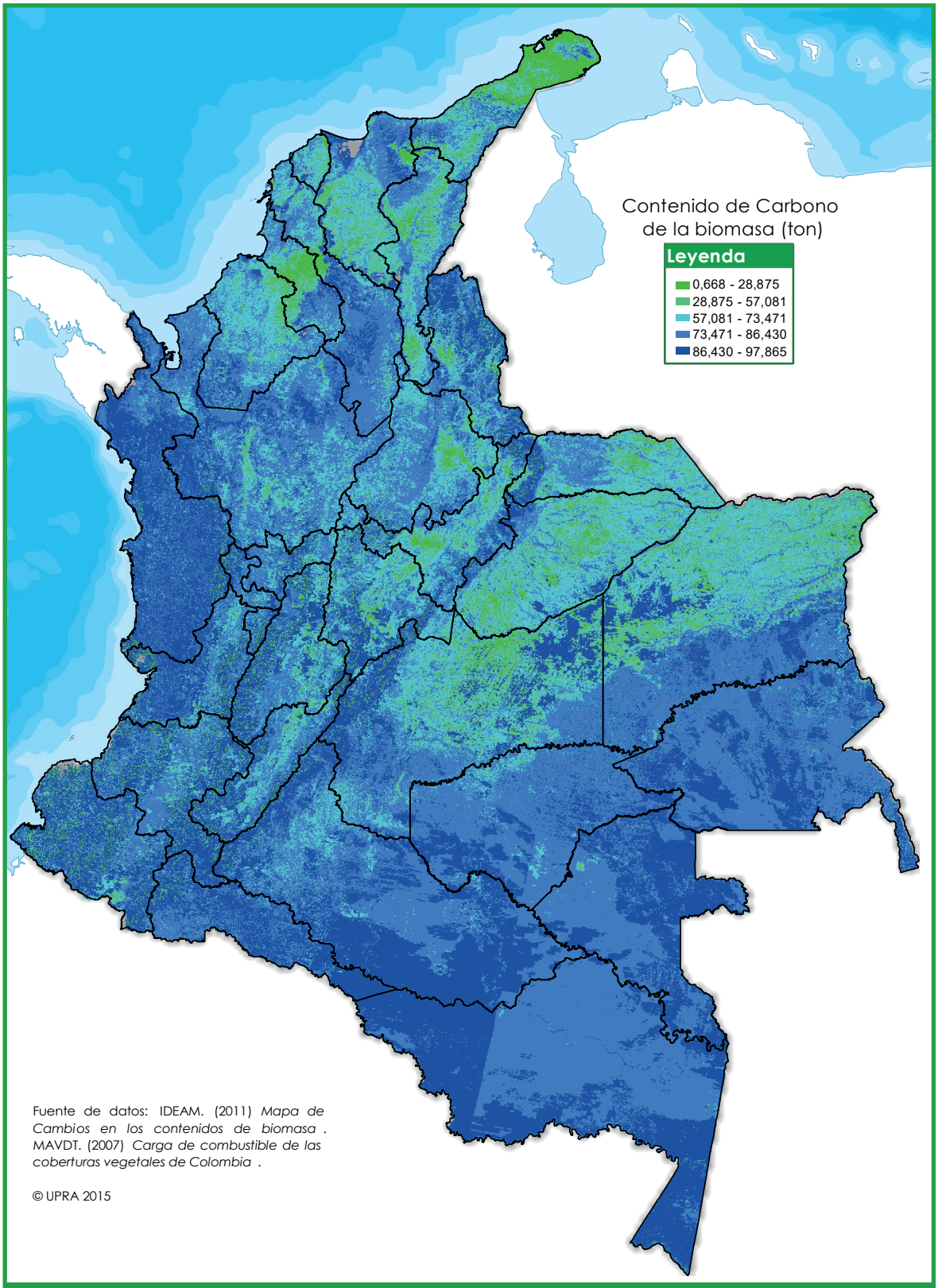
Igualmente, para el mapa de biomasa subterránea, se calcula el mapa de carbono en biomasa subterránea de acuerdo con IPCC (2006), mediante la fórmula:

C(biomasa subterránea)= Biomasa subterránea/2

b. 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



Fuente de datos: IDEAM. (2011) *Mapa de Cambios en los contenidos de biomasa* . MAVDT. (2007) *Carga de combustible de las coberturas vegetales de Colombia* .

© UPRA 2015

CRITERIO VARIACIÓN DEL CONTENIDO ESTIMADO DE CARBONO

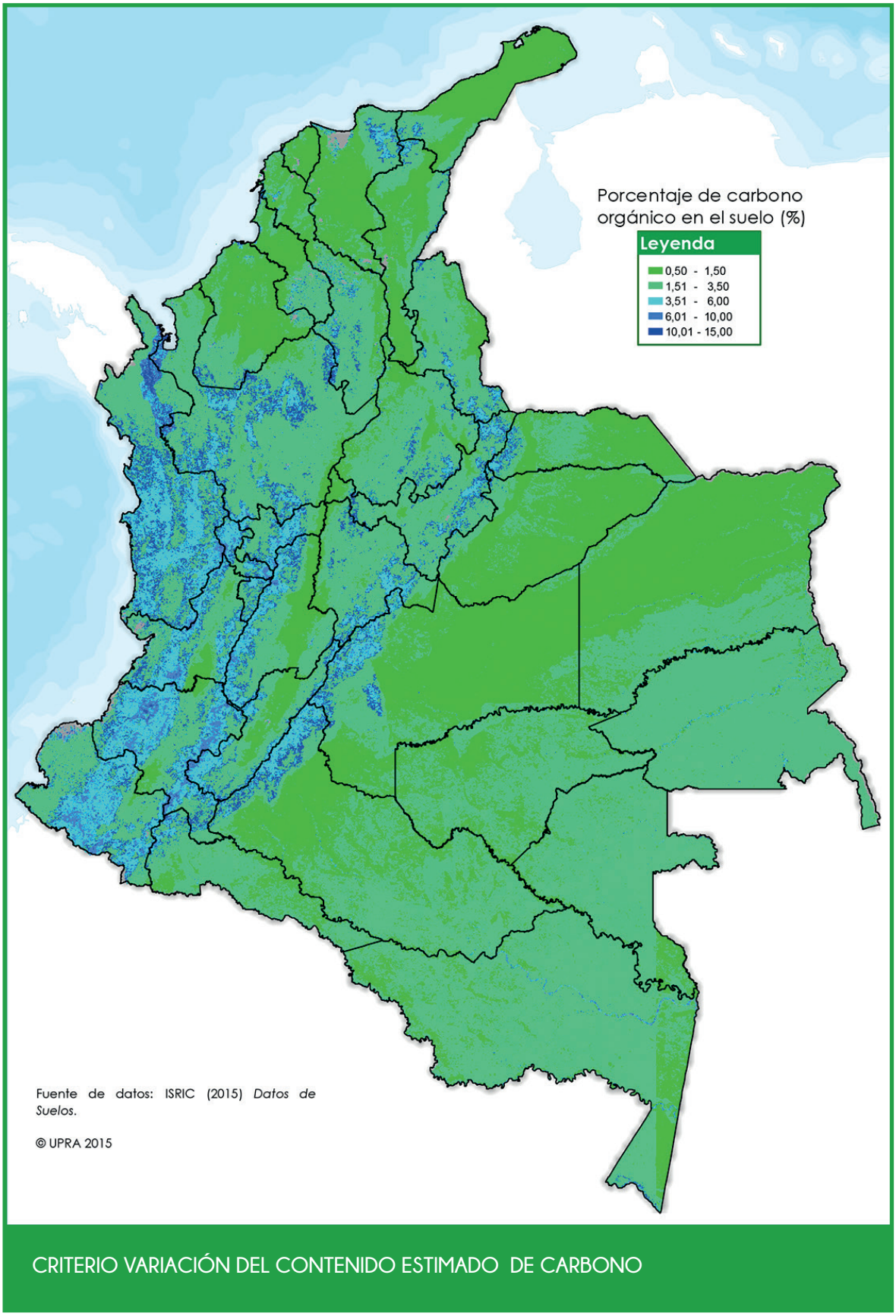
c. Contenido de carbono en el suelo.

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 carbono orgánico en el suelo, densidad aparente y porcentaje de fragmentos de más de 2 mm (organic carbon, bulk density, coarse fragments > 2 mm), a 30 cm de profundidad.

El mapa de carbono orgánico total en el suelo, se efectúa por álgebra de mapas mediante la aplicación de la ecuación propuesta por FAO, Comisión Europea (2013):

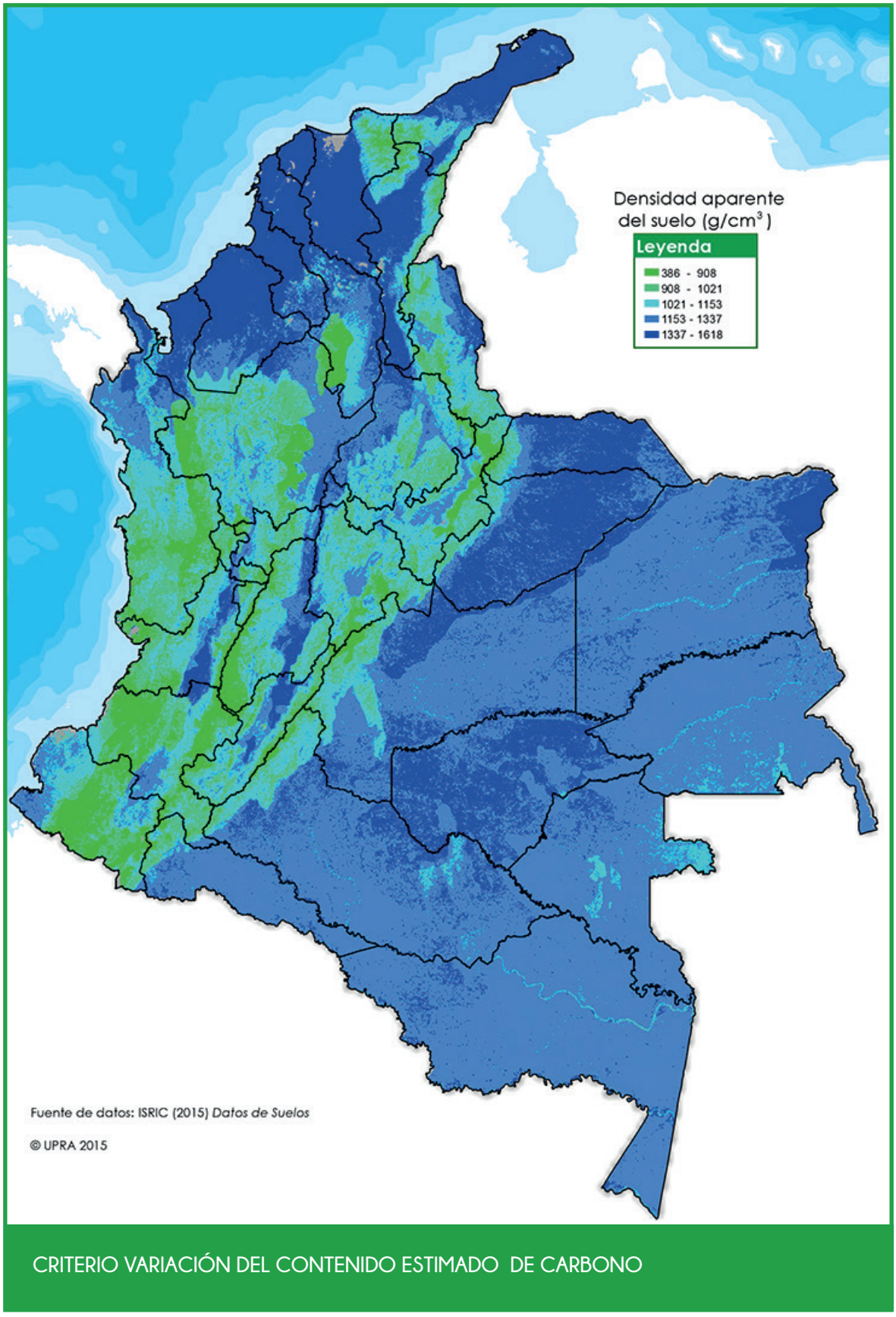
Carbono orgánico suelo = % Carbono orgánico x densidad aparente x profundidad (0,3 m) x (1 – porcentaje de fragmentos gruesos)

Porcentaje de carbono orgánico en el suelo



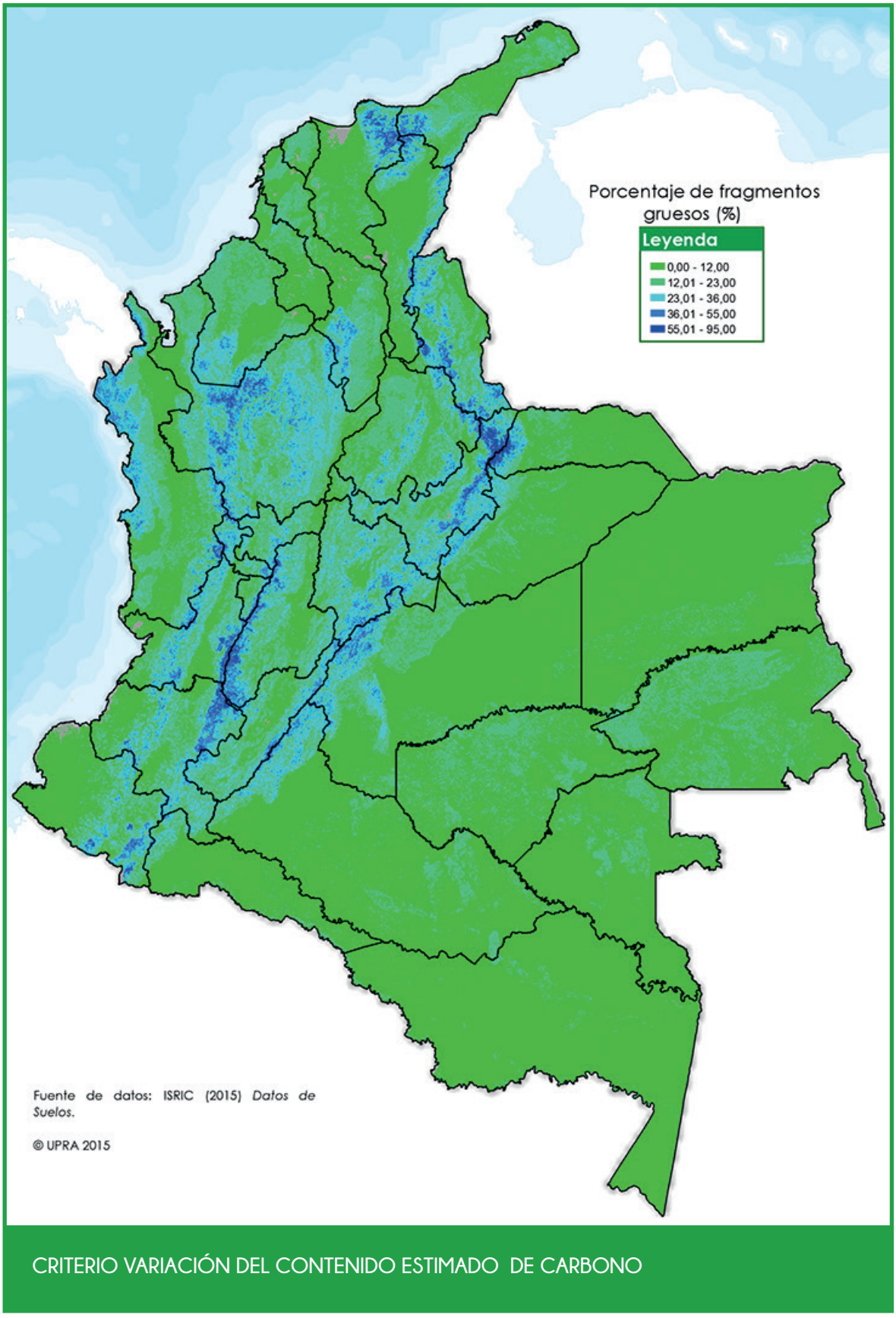
CRITERIO VARIACIÓN DEL CONTENIDO ESTIMADO DE CARBONO

Densidad aparente del suelo



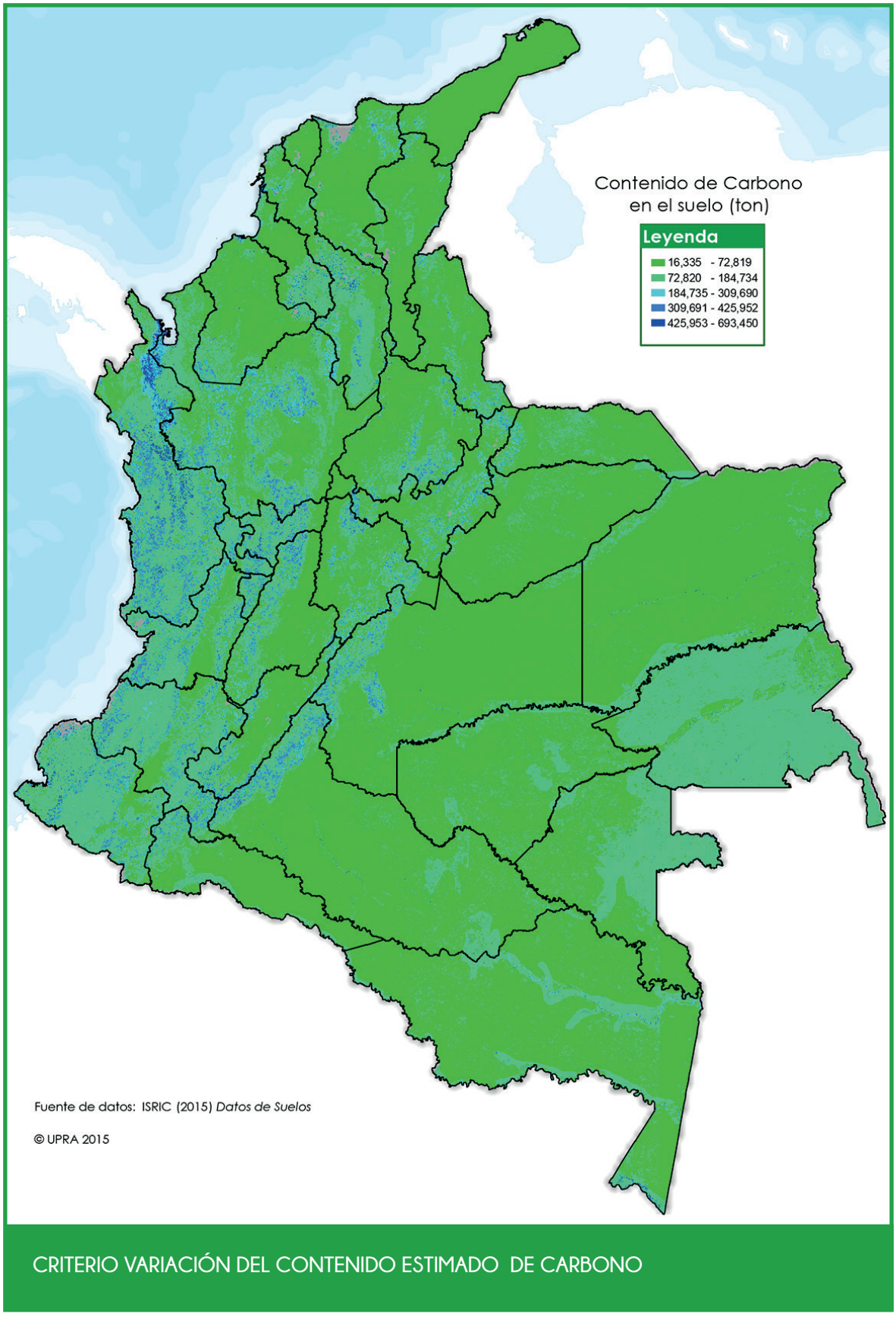
CRITERIO VARIACIÓN DEL CONTENIDO ESTIMADO DE CARBONO

Porcentaje de fragmentos gruesos (> 2 mm) en el suelo



CRITERIO VARIACIÓN DEL CONTENIDO ESTIMADO DE CARBONO

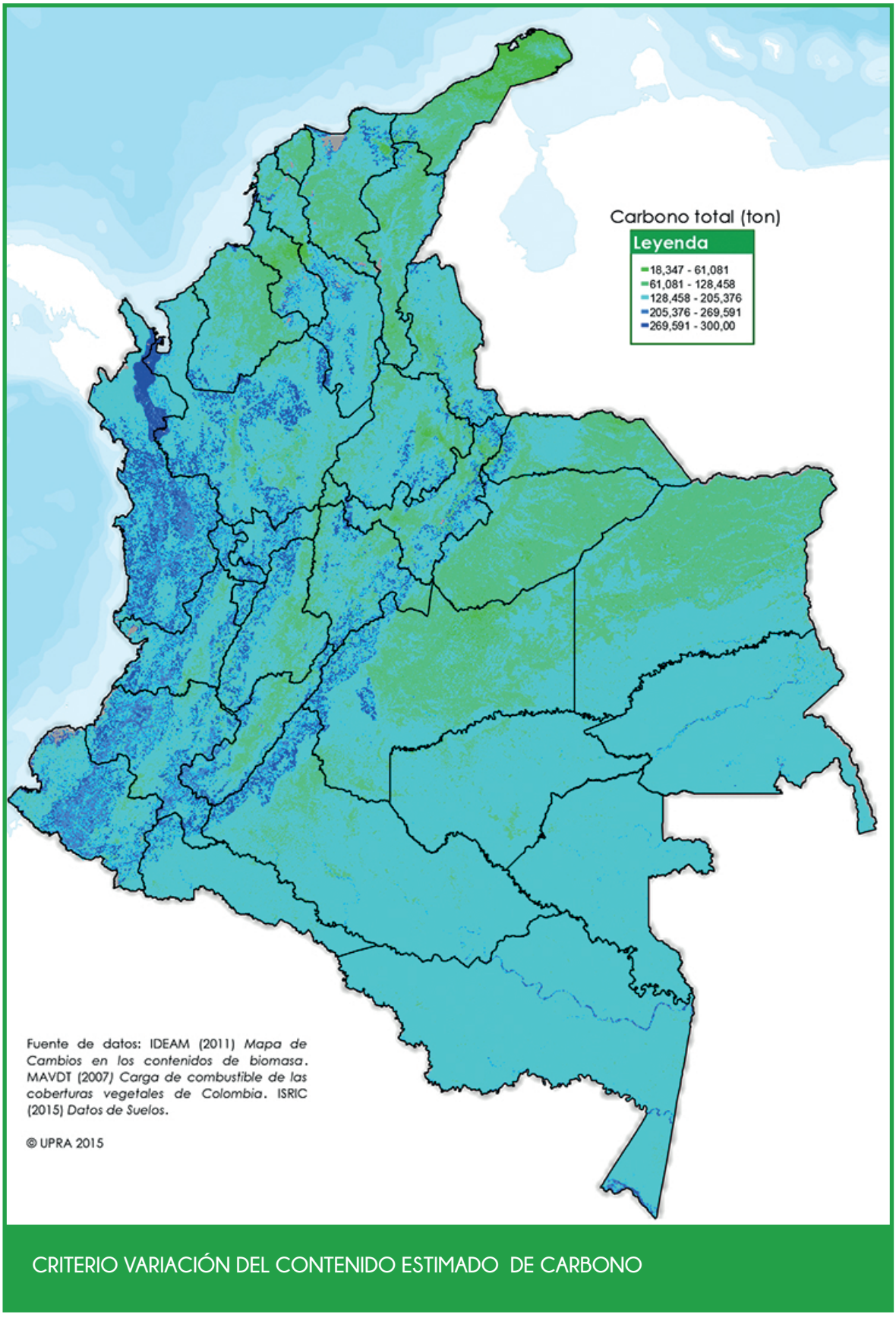
Contenido de carbono en el suelo



CRITERIO VARIACIÓN DEL CONTENIDO ESTIMADO DE CARBONO

d. 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.



CRITERIO VARIACIÓN DEL CONTENIDO ESTIMADO DE CARBONO

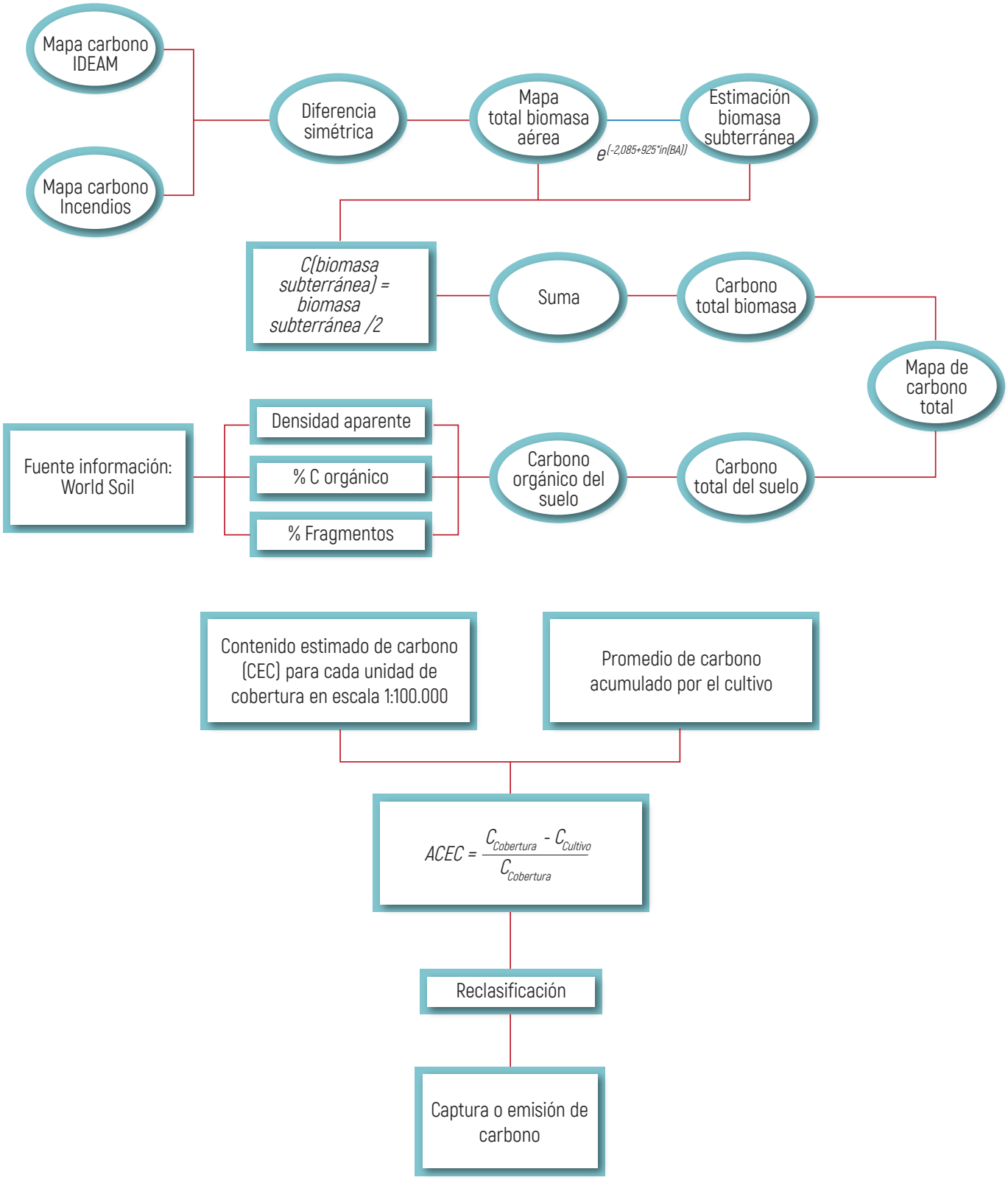
e. Calificación de la aptitud por la Variaciónvariación d el contenido estimado de carbono.

La calificación de la aptitud por la variación del contenido estimado de carbono se lleva a cabo mediante la comparación entre el contenido estimado de carbono (CEC) para cada unidad de cobertura en escala 1:100.000, con el valor de referencia del contenido estimado de carbono en el cultivo de papaya, con el fin de obtener el mapa de la variación del contenido de carbono total frente al cultivo de papaya.

$$\Delta CEC = \frac{C_{COBERTURA}\ C_{CULTIVO\ DE\ PAPAYA}}{C_{COBERTURA}}$$

De esta forma, dependiendo de la cobertura existente, el establecimiento de un nuevo cultivo de papaya puede representar tres posibilidades: fijar una mayor cantidad de carbono en comparación con la cobertura actual, en cuyo caso el reemplazo representa una ganancia en términos de la captura (cantidad en toneladas de carbono/ha/año); puede presentarse que al establecer un nuevo cultivo de papaya, este representa una cantidad capturada semejante de carbono al de la cobertura actual, o el cultivo de papaya 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.

A continuación, se presenta un diagrama de flujo que resume la metodología:



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

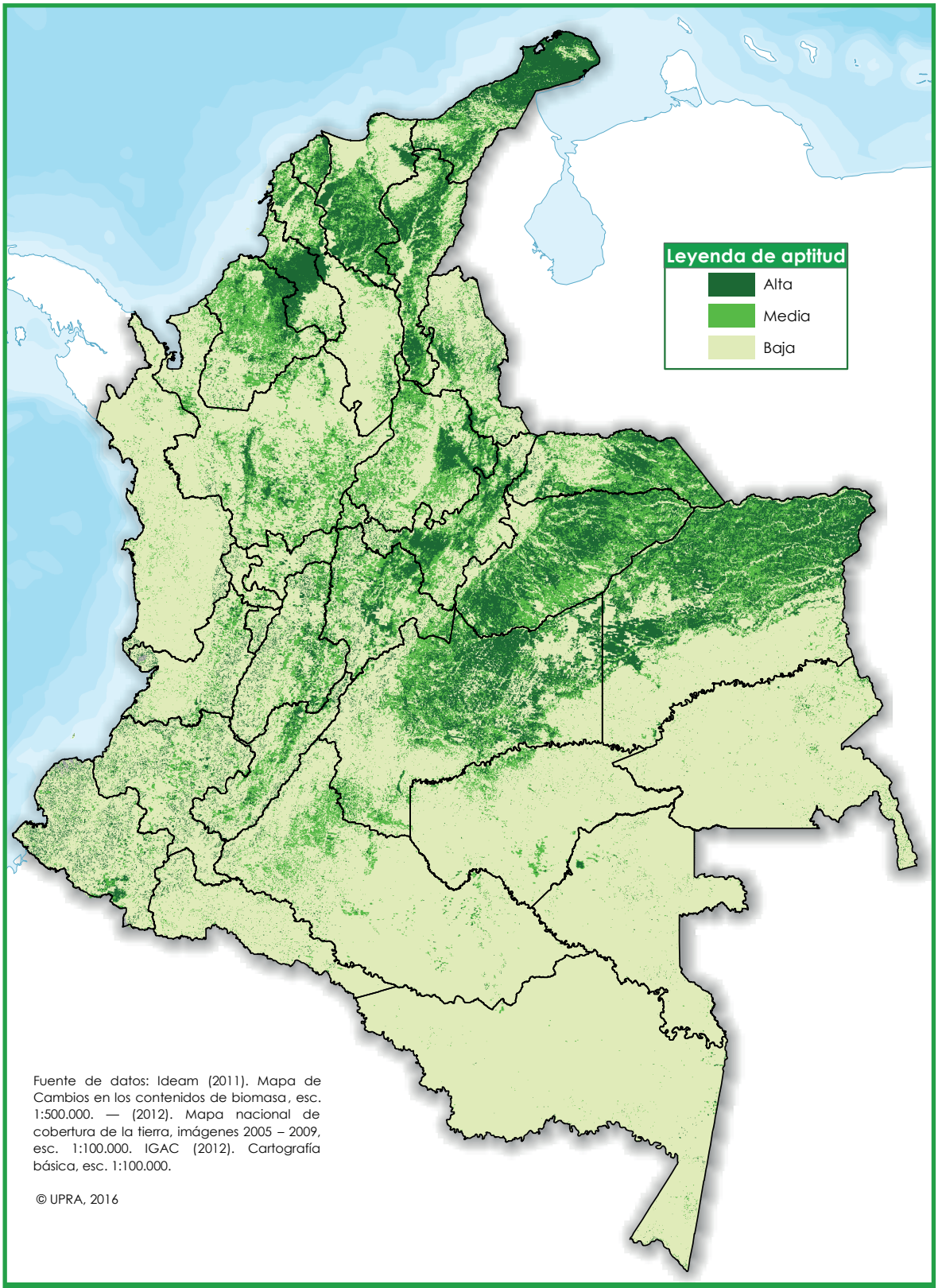
Los valores de la diferencia en carbono total frente al cultivo menor a -20 % corresponden a la categoría de aptitud alta (A1), mientras que el rango entre 0 y -20 %, corresponden a la categoría aptitud media (A2) y los mayores al 0 % se sitúa en la categoría aptitud baja (A3).

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	>0-≤-20	A2
El cultivo es fuente de emisión de carbono alta	≥0	A3

Representación cartográfica del criterio



Fuente de datos: Ideam (2011). Mapa de Cambios en los contenidos de biomasa, esc. 1:500.000. — (2012). Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2005 – 2009, esc. 1:100.000. IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000.

© UPRA, 2016

CRITERIO VARIACIÓN DEL CONTENIDO ESTIMADO DE CARBONO

Fuentes de información

- Brown, S. y Lugo, A. (1992). «Above ground biomass estimates for tropical moist forests of the Brazilian Amazon». En: Interciencia 17:8-18.
- Cairns, M.; Brown, S.; Helmer, E. y Baumgardner, G. (1997). «Root biomass allocation in the world's upland forests». En: Oecologia 111:1-11. EUA: Springer-Verlag.
- Canadell, J. y Raupach, M. (2008). «Managing Forests for Climate Change Mitigation». En: Science 320:1456-1457.
- Capoor, K. y Ambrosi, P... (2008). State and Trends of the Carbon Market 2008. Washington, D.C.: World Bank Institute.
- Ideam. (2011). Mapa de cambios en los contenidos de biomasa, escala 1:500.000.
- _. (2012). Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2005-2009, escala 1:100.000.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2006). Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Vol. 4. Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra. Eggleston H.; Buendia, L.; Miwa, K.; Ngara T. y Tanabe K. (Eds). Japón: IGES. Recuperado de: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/vol4.html>.
- ISRIC - World Soil Information. (2013). SoilGrids: An Automated System for Global Soil Mapping. Disponible en: <http://soilgrids-1km.isric.org>.
- ISRIC (2015). SoildGrids: datos de suelos.
- MAVDT (2007). Carga de combustible de las coberturas vegetales de Colombia, escala 1:500.000.
- Phillips J.; Duque, A.; Cabrera, K.; Yepes, A.; Navarrete, D.; García, M.; Álvarez, E.; Cabrera, E.; Cárdenas, D.; Galindo, G.; Ordóñez, M.; Rodríguez, M. y Vargas D. (2011). Estimación de las reservas potenciales de carbono almacenadas en la biomasa aérea en bosques naturales de Colombia. Bogotá: IDEAM, 32 pp.
- Stern, N. (2007). Stern Review: The Economics of Climate Change. Inglaterra: Cambridge University Press.

2.4 Criterio cambio de cobertura

Ficha metodológica de criterio		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung**	
Componente: socioecosistémico		
Criterio: cambio de cobertura		
Tipo de criterio	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Variables asociadas al criterio		
El criterio conformado por la variable cobertura de la tierra cuya unidad de medida es categoría de favorabilidad del cambio de cobertura para el establecimiento de cultivo de papaya.		

Definición

Grado de favorabilidad del cambio de la cobertura para el establecimiento de cultivo de papaya, determinado en el marco de la sostenibilidad del territorio, bajo tres principios:

Grado de antropización y transformación de las coberturas.

Importancia ecológica y ambiental de cada tipo de cobertura de acuerdo con sus diferentes características.

Importancia de la cobertura frente a la producción alimentaria.

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 que operan en diferentes escalas espaciales y temporales, y que se correlacionan con procesos que ocurren a nivel de los ecosistemas y las poblaciones biológicas; cualquier tipo de cambio de cobertura que ocurra por diversas actividades humanas, inciden en cambios en la productividad primaria, la diversidad biótica, la sedimentación, los flujos de materia y energía en los ecosistemas incluyendo las emisiones de gases de efecto invernadero y el ciclo hidrológico (Lambin & Geist 2006, Di Gregorio, 2005); es decir, las coberturas son el resultado de la asociación espacio-temporal de elementos naturales y sociales característicos.

Importancia del criterio

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 papaya bajo una visión integral del territorio. Asimismo, permite calificar la cobertura de acuerdo con su contexto ecológico y productivo, con el fin de identificar las zonas de menor impacto socioecosistémico, como producto de cambio para el establecimiento del cultivo.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado

Los valores de exclusión analizados corresponden a las coberturas naturales y seminaturales existentes. Sin embargo, 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 como excepción pueden ser áreas aptas, caso altillanura.

Limitantes de la evaluación del criterio

Los limitantes identificados están relacionados con la información básica a través de la cual se construyó esta variable. En primer lugar, debe hacerse referencia a la «Leyenda nacional de coberturas de la tierra, metodología Corine Land Cover, adaptada para Colombia», que, aunque permite determinar la ocupación del suelo con información clave para el análisis espacial y territorial, CLC engloba las coberturas de forma muy general, con la consiguiente pérdida de información que ello supone para la gestión del territorio a escala regional (Aguilera et al., 2009).

Valor de ponderación del criterio: 3,1 % metodología de evaluación

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

Para la construcción de este criterio se empleó la información referente a biomas desarrollada en el «Mapa nacional de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia» (Ideam et al., 2015), con cuyo análisis se califica la aptitud de cada una de las coberturas de acuerdo con el bioma en donde se localizan.

Mediante este ejercicio fue posible reclasificar cada una de las unidades de la cobertura de la tierra y asignar un grado de aptitud (A1, A2, A3 o N1) fundamentado en el tipo de bioma, en donde se locali-

za cada unidad de cobertura. Este procedimiento implicó analizar las características de cada bioma y su importancia ambiental, así como las cualidades de cada tipo de cobertura, con el fin de determinar el grado de aptitud o establecer si sus características ambientales (sensibilidad, singularidad, rareza y distribución geográfica) hacen favorable o no el establecimiento del cultivo comercial de papaya.

Descripción de los tipos de aptitud para el cultivo de papaya

Descripción	Aptitud
Corresponde a aquellas coberturas dedicadas a usos agrícolas producción de materias primas industriales.	A1
Corresponde a aquellas coberturas dedicadas a usos agrícolas o pecuarios, donde predominan los pastos limpios y enmalezados, cultivos permanentes, para producción de materias primas industriales y cultivos transitorios.	A2
Corresponden a aquellas coberturas en donde predominan los mosaicos que también agrupa algunas unidades de coberturas naturales y seminaturales que pueden ser marginalmente aptas para cultivos de papaya, cultivos agroforestales y adicionalmente incluye algunos herbazales densos de tierra firme.	A3
Corresponde a coberturas no favorables para el establecimiento de cultivos de papaya, son aquellas excluidas técnicamente y están referidas principalmente a las coberturas naturales y seminaturales, las áreas húmedas, las superficies de aguas y los territorios artificializados. Categorías leyenda Corine Land Cover: 1. Territorios artificializados, 3. Bosques y áreas seminaturales (exceptuando 3.1.5 Plantaciones forestales y 3.3.4 Zonas quemadas), 4. Áreas húmedas y 5. Superficies de agua.	N1

Finalmente, en la elaboración de este criterio, para corregir el tema de nubes, se realizó un cruce entre la capa de Cobertura Corine Land Cover 2010 y la capa de Cobertura Corine Land Cover 2012. Las áreas de nubes, que en la cobertura de 2012 no presentaron nube, se les mantuvo la cobertura (CLC, 2012) y fue calificada su aptitud de acuerdo con la matriz de cambio de cobertura elaborada con el experto. Las áreas de nube, que permanecieron como nubes en la cobertura CLC 2012 se calificaron como "Sin Información".

Las coberturas no aptas (N1), identifican principalmente aquellas coberturas que por sus características naturales o por tener algún valor de identidad sociocultural reconocido, debe ser protegido, por lo que deben mantener su cobertura actual; por lo tanto, no pueden establecerse cultivos de papaya.

Rangos para la asignación de valores de aptitud

Aptitud alta (A1)

BIOMAS	Mosaico de cultivos	Zonas Quemadas	Maíz	Caña de azúcar
Halobioma del Caribe				
Halobiomas del Pacífico				
Helobioma de laLa Guajira				
Helobiomas andinos				
Helobiomas de la Amazonia y Orinoquia				
Helobiomas del Magdalena y Caribe				
Helobiomas del Pacífico y Atrato				
Helobiomas del Ríorío Zulia				
Helobiomas del Valle del Cauca				
Litobiomas de la Amazonia y Orinoquia				
Orobioma bajo de Santa Marta y Macuira				
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 Valle del Patía				
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				

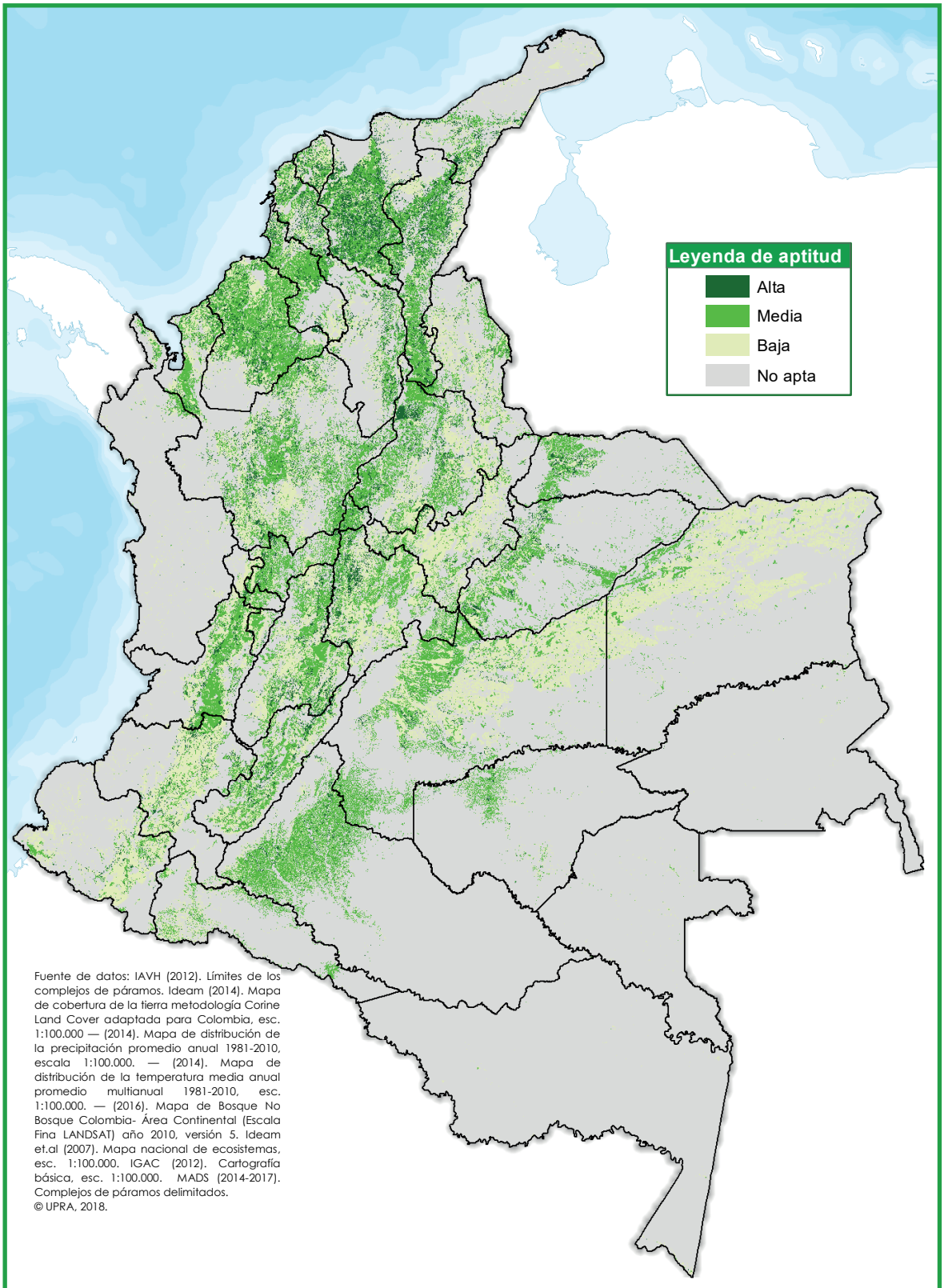
Aptitud media (A2)

BIOMAS	Cultivos transitorios	Pastos arbolados	Pastos enmalezados	Mosaicos de pastos y cultivos	Algodón	Plátano y banano
Halobioma del Caribe						
Halobiomas del Pacífico						
Helobioma de laLa Guajira						
Helobiomas andinos						
Helobiomas de la Amazonia y Orinoquia						
Helobiomas del Magdalena y Caribe						
Helobiomas del Pacífico y Atrato						
Helobiomas del Ríorío 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 medios de los Andes						
orobioma del Baudó y Darién						
Orobioma medio de Santa Marta						
Orobiomas altos de los Andes						
Orobiomas azonales de Cúcuta						
Orobiomas azonales del Ríorío Sogamoso						
Orobiomas azonales del Valle del Patía						
orobiomasOrobiomas azonales del 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						

Aptitud baja (A3)

BIOMAS	Cultivos permanentes	Cultivos agroforestales	Cultivos confinados	Pastos limpios	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	Mosaico de pastos con espacios naturales	Mosaico de cultivos con espacios naturales	Herbazal denso de tierra firme	Plantaciones forestales	Palma de aceite	Caña panelera
Halobioma del Caribe				■	■	■	■	■	■	■	
Halobiomas del Pacífico				■	■	■	■	■		■	
Helobioma de laLa Guajira				■	■	■	■	■			
Helobiomas andinos			■	■	■	■		■	■		
Helobiomas de la Amazonia y Orinoquia				■	■	■	■	■	■	■	
Helobiomas del Magdalena y Caribe				■	■	■	■	■	■	■	
Helobiomas del Pacífico y Atrato				■	■	■	■	■		■	
Helobiomas del Ríorío 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 medios de los Andes											
Orobioma del Baudó y Darién				■	■	■	■				
Orobioma medio de Santa Marta				■	■	■	■				
Orobiomas altos de los Andes				■	■	■	■		■		
Orobiomas azonales de Cúcuta				■	■	■	■				
Orobiomas azonales del Ríorío Sogamoso				■	■	■	■				
Orobiomas azonales del Valle del Patía				■	■	■	■				
orobiomasOrobiomas azonales del 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	■	■		■	■	■	■	■	■	■	

Representación cartográfica del criterio



Fuente de datos: IAVH (2012). Límites de los complejos de páramos. Ideam (2014). Mapa de cobertura de la tierra metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia, esc. 1:100.000 — (2014). Mapa de distribución de la precipitación promedio anual 1981-2010, escala 1:100.000. — (2014). Mapa de distribución de la temperatura media anual promedio multianual 1981-2010, esc. 1:100.000. — (2016). Mapa de Bosque No Bosque Colombia- Área Continental (Escala Fina LANDSAT) año 2010, versión 5. Ideam et.al (2007). Mapa nacional de ecosistemas, esc. 1:100.000. IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000. MADS (2014-2017). Complejos de páramos delimitados.
© UPRA, 2018.

CRITERIO CAMBIO DE COBERTURA

Fuentes de información

- 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». En: Teledetección: Agua y desarrollo sostenible. XIII Congreso de la Asociación Española de Teledetección. Calatayud: S. Montesinos y L. Fernández.
- 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. (2015). Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. Bogotá: Ideam, IGAC, IAVH, Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico John von Neumann, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andreis e Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi.
- Ideam. (2010). Leyenda nacional de coberturas de la tierra: metodología Corine Land Cover, adaptada para Colombia, escala 1:100.000. Bogotá: Ideam. 72 pp.
- _. (2012). Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2005-2009, escala 1:100.000.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000.
- Lambin, E. y Geist, H. (Eds.). (2006). Land-Use and Land-Cover Change: Local Processes and Global Impacts. Berlín: Springer.

2.5 Criterio amenaza por incendios de la cobertura vegetal

Ficha metodológica de criterio		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung**	
Componente: socioecosistémico		
Criterio: amenaza por incendios de la cobertura vegetal		
Tipo de criterio	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

Probabilidad que posee un área cualquiera, de verse afectada por un incendio de la cobertura vegetal y cómo puede esta posibilidad, afectar en mayor o en menor medida los cultivos de papaya 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

La principal limitante identificado está relacionado con el mapa de amenaza total de incendios de la cobertura vegetal, cuya escala de salida es 1:500.000, lo cual generaliza la información analizada y, a su vez, resta exactitud en el análisis.

Valor de ponderación del criterio: 1,2 % metodología de evaluación

El criterio se construyó con base en el mapa de amenaza total de incendios de la cobertura vegetal, el cual relaciona factores tales como la susceptibilidad de la vegetación a incendios de la cobertura vegetal, precipitación, temperatura, velocidad del viento, frecuencia de incendios de la cobertura vegetal, pendientes y radiación solar, 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).

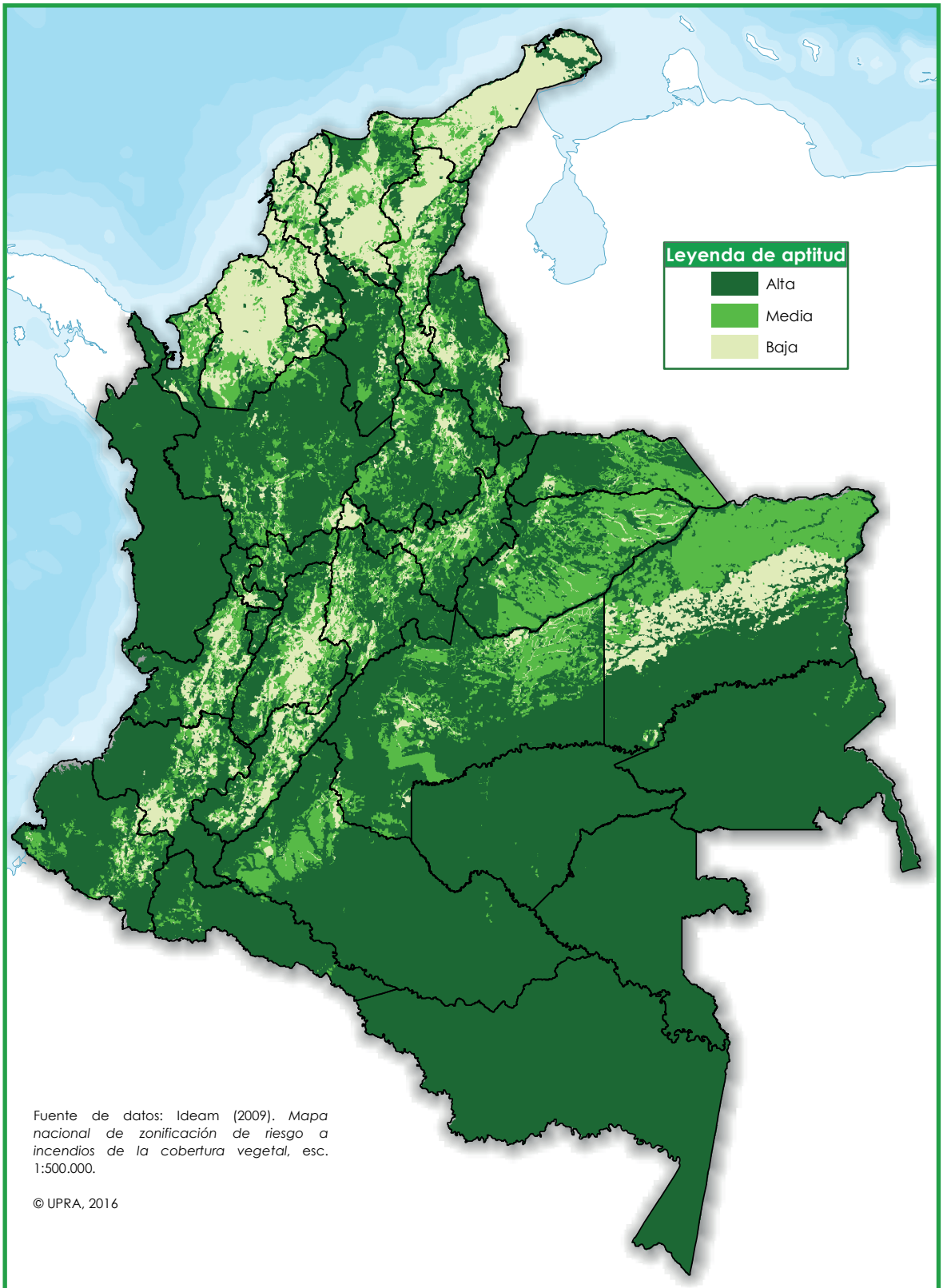
El criterio se construyó reclasificando las categorías del mapa de amenaza total de incendios de la cobertura vegetal, el criterio solo tiene tres categorías (A1, A2 y A3).

Rangos para la asignación de valores de aptitud

Este criterio presenta los siguientes rangos de aptitud:

Categoría de amenaza	Descripción	Aptitud
Muy baja y baja	Áreas con mínima probabilidad de incendios de la cobertura vegetal	A1
Moderada	Áreas con moderada probabilidad de incendios de la cobertura vegetal	A2
Alta y muy alta	Áreas con alta probabilidad de incendios de la cobertura vegetal	A3

Representación cartográfica del criterio



Fuente de datos: Ideam (2009). *Mapa nacional de zonificación de riesgo a incendios de la cobertura vegetal*, esc. 1:500.000.

© UPRA, 2016

CRITERIO AMENAZA POR INCENDIOS DE LA COBERTURA VEGETAL

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, D. C. 72 p.

3. Fichas metodológicas del componente socioeconómico

3.1 Criterio infraestructura y logística

Ficha metodológica de criterio		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung**	
Componente: socioeconómico		
Criterio: infraestructura y logística		
Tipo de criterio	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Variables asociadas al criterio		
• Cercanía a centros de servicios, expresada como tiempo de desplazamiento en horas. • Cercanía a puertos marítimos, expresada como tiempo de desplazamiento en horas. • Cercanía a centros de transformación, empaque y comercialización, expresada como tiempo de desplazamiento en horas. • Existencia de cultivos, expresada como área sembrada (ha). • Distritos de riego, expresados en tamaño del distrito..		

Definición

Conjunto de bienes y servicios necesarios para la movilidad del aparato productivo.

Indica a los agentes económicos las condiciones de movilidad, el acceso a centros de servicios, el potencial de operaciones de comercio exterior, la cercanía a los centros de agregación de valor entendido como transformación, empaque y comercialización entre otros, y la accesibilidad a los distritos de riego los que pueden limitar o promover la competitividad de la cadena en la interacción con los mercados nacionales e internacionales.

Importancia del criterio

Existe una relación directa entre la infraestructura y logística y la aptitud competitiva: los municipios con mayores facilidades para la movilidad del aparato productivo ofrecen mejores condiciones para que la cadena productiva se desarrolle en forma eficiente.

Altos niveles de competitividad están asociados con la disponibilidad de infraestructura de transporte y logística ya que esta reduce los costos de trasladar insumos desde sus fuentes y distribuir los productos hacia los mercados. En la medida en que estos procesos funcionen de manera adecuada, los costos tienden a reducirse, por lo cual las regio-

nes con mejores condiciones de infraestructura y comunicaciones son más competitivas.

Limitantes de la evaluación del criterio

Las distancias no incluyen las condiciones, ni los costos, ni los tiempos de desplazamiento. La información disponible es de carácter general y muestran una aptitud de tipo espacial por ubicación estratégica.

La selección de los centros de servicios se realizó con base en las proyecciones de la población, realizadas por el DANE para 2014, estimadas a partir del censo de 2005.

La información sobre centros de transformación, empaque y comercialización es escasa y para este ejercicio, se hizo un barrido de todos los centros de generación de valor agregado, en el país basados en información de los técnicos de Minagricultura, Asohofrucol y la UPRA, y las validaciones o visitas de campo. Para los distritos de riego se relaciona área del distrito.

Metodología de evaluación

El criterio se construyó a partir de la sumatoria de las variables que lo componen, las cuales 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.

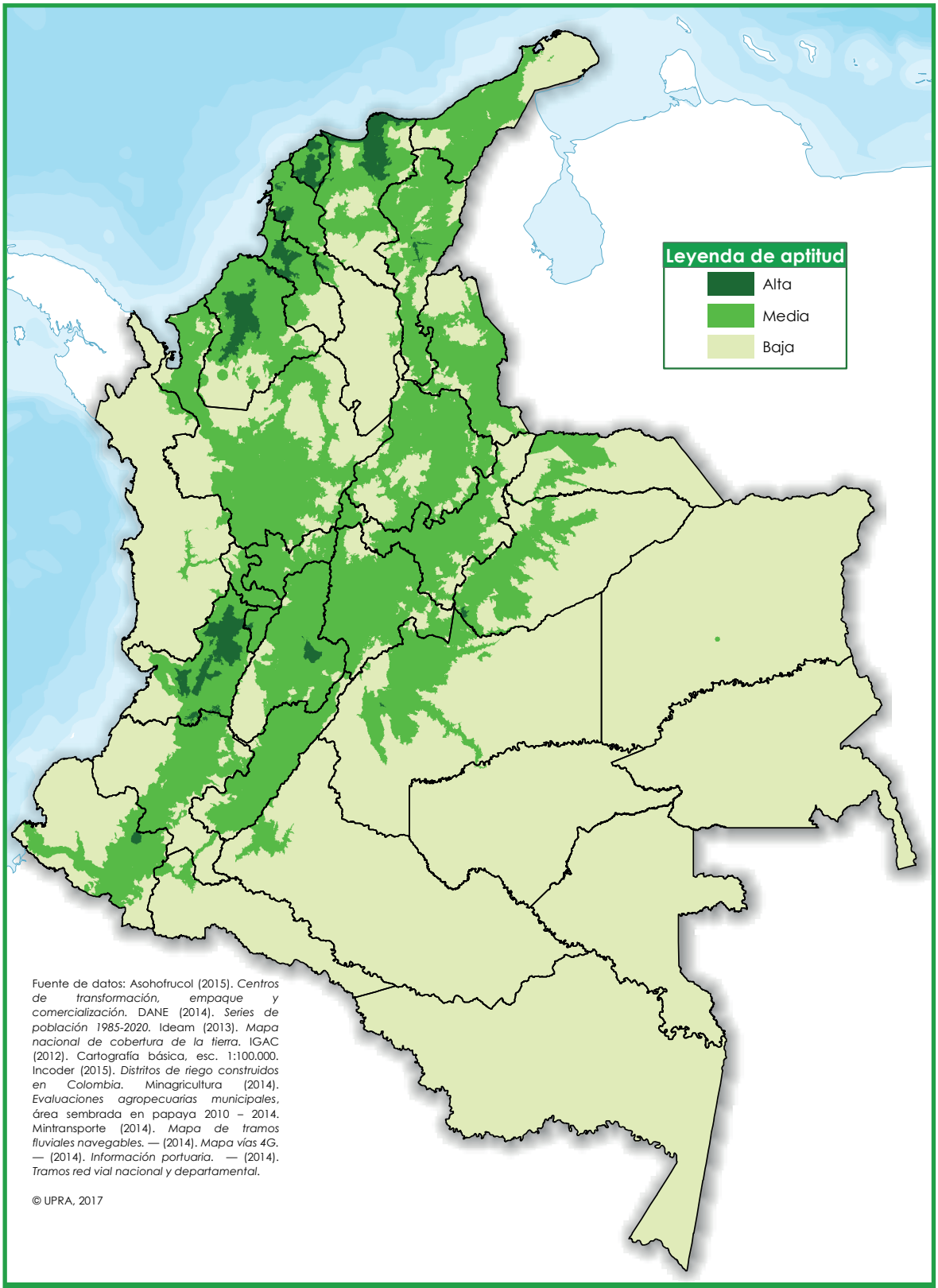
Mediante un árbol de decisión se procedió a sumar los valores asignados a las categorías de aptitud. Los resultados de esta suma se agruparon en tres categorías de aptitud competitiva para el criterio:

Criterio	Aptitud		
	A1	A2	A3
Infraestructura y logística	Municipios con sumatoria de aptitud > 12	Municipios con sumatoria de aptitud entre 8 y 11	Municipios con sumatoria de aptitud < 7

Rangos para la asignación de valores de aptitud

Variables	Unidad de medida	Rangos de aptitud		
		A1	A2	A3
Cercanía a centros de servicios	Horas	≤2	2-4	>4
Cercanía a puertos marítimos	Horas	≤2	2-4	>4
Cercanía a centros de transformación, empaque y comercialización	Horas	≤2	2-4	>4
Existencia de cultivos	Hectáreas	>50	17-50	<17
Distritos de riego	Tamaño	Con distritos de riego de gran tamaño	Con distritos de riego de mediano y pequeño tamaño	Sin distrito de riego

Representación cartográfica del criterio



Fuente de datos: Asohofrucol (2015). *Centros de transformación, empaque y comercialización.* DANE (2014). *Series de población 1985-2020.* Ideam (2013). *Mapa nacional de cobertura de la tierra.* IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000. Incoder (2015). *Distritos de riego construidos en Colombia.* Minagricultura (2014). *Evaluaciones agropecuarias municipales,* área sembrada en papaya 2010 – 2014. Mintransporte (2014). *Mapa de tramos fluviales navegables.* — (2014). *Mapa vías 4G.* — (2014). *Información portuaria.* — (2014). *Tramos red vial nacional y departamental.*

© UPRA, 2017

CRITERIO INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA

Fuentes de información

- DANE. (2014). Series de población 1985-2020.
- Incoder. (2015). Distritos de riego construidos en Colombia.
- IDEAM. (2012). Mapa nacional de cobertura de la tierra.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000.

3.1.1 Variable cercanía a centros de servicios

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung**	
Componente: socioeconómico		
Criterio asociado: infraestructura y logística		
Variable: cercanía a centros de servicios	**Unidad de medida:** :Tiempo de desplazamiento en horas	
Tipo de criterio asociado	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

Definición

Facilidad con la que se puede alcanzar un sitio (centro de servicios) desde otros puntos en el territorio.

Sintetiza sus oportunidades de contacto e interacción relacionado a la obtención de insumos básicos requeridos en el proceso productivo (por ejemplo: soldador, ferretería, mangueras, agroquímicos, entre otros).

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 una explotación comercial de la cadena hortofrutícola, al facilitar la movilidad de su aparato productivo.

La cercanía, 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	Aptitud
<2	A1
2-4	A2
>4	A3

Se identificaron 246 centros de servicios. Los más importantes del país son Bogotá, Medellín y Cali. La región andina muestra mayor aptitud competitiva; las regiones como la Orinoquía y la Amazonía tienen menor aptitud competitiva.

Limitantes de la evaluación de la variable

Se parte de la premisa que los centros de servicios se concentran en los municipios con mayor población. Es decir, la relación población y presencia de centros de servicios es directa. El análisis requiere diferenciar los centros de servicio para cada cadena productiva.

La selección de los centros de servicios se realiza con base en las proyecciones de la población realizadas por el DANE para el año 2014, estimada a partir del censo de población del año 2005.

Metodología de procesamiento de la información

- Información.

IGAC. 2012. Cartografía básica, escala 1:100.000

Mintransporte. 2014. Tramos Red Vial Nacional y Departamental,

DANE. 2014. Proyecciones de población municipales por área, 2014

- Precisiones de la información.

La metodología de isócronas empleada por la UPRA involucra todos los tipos de vías terrestres, las pendientes de las mismas dado su influencia en la velocidad y los tramos fluviales navegables que existían para 2014.

Tipos de vías terrestres empleadas en el algoritmo de isócronas:

- Tipo 1: pavimentada, carretera de dos o más carriles, transitable todo el año.
- Tipo 2: sin pavimentar, carretera de dos o más carriles, transitable todo el año.
- Tipo 3: pavimentada, carretera angosta, transitable todo el año.

- Tipo 4: sin pavimentar, carretera angosta, transitable todo el año.
- Tipo 5: sin pavimentar, transitable en tiempo seco.
- Tipo 6: sin afirmado, transitable en tiempo seco.
- Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Aunque se definió para la zonificación que los centros de servicios están ubicados en los municipios con población mayor a 30.000 habitantes, se incluyeron excepcionalmente los municipios de Puerto Carreño (Vichada) e Inírida (Guainía), con proyecciones de población para el 2014, menores a 30.000 habitantes. No obstante que los dos municipios mencionados no cumplen con el requisito establecido para clasificar un municipio como centros de servicios, se clasificaron como tal, porque allí se localizan los principales centros de servicios de los departamentos de Vichada y Guainía.

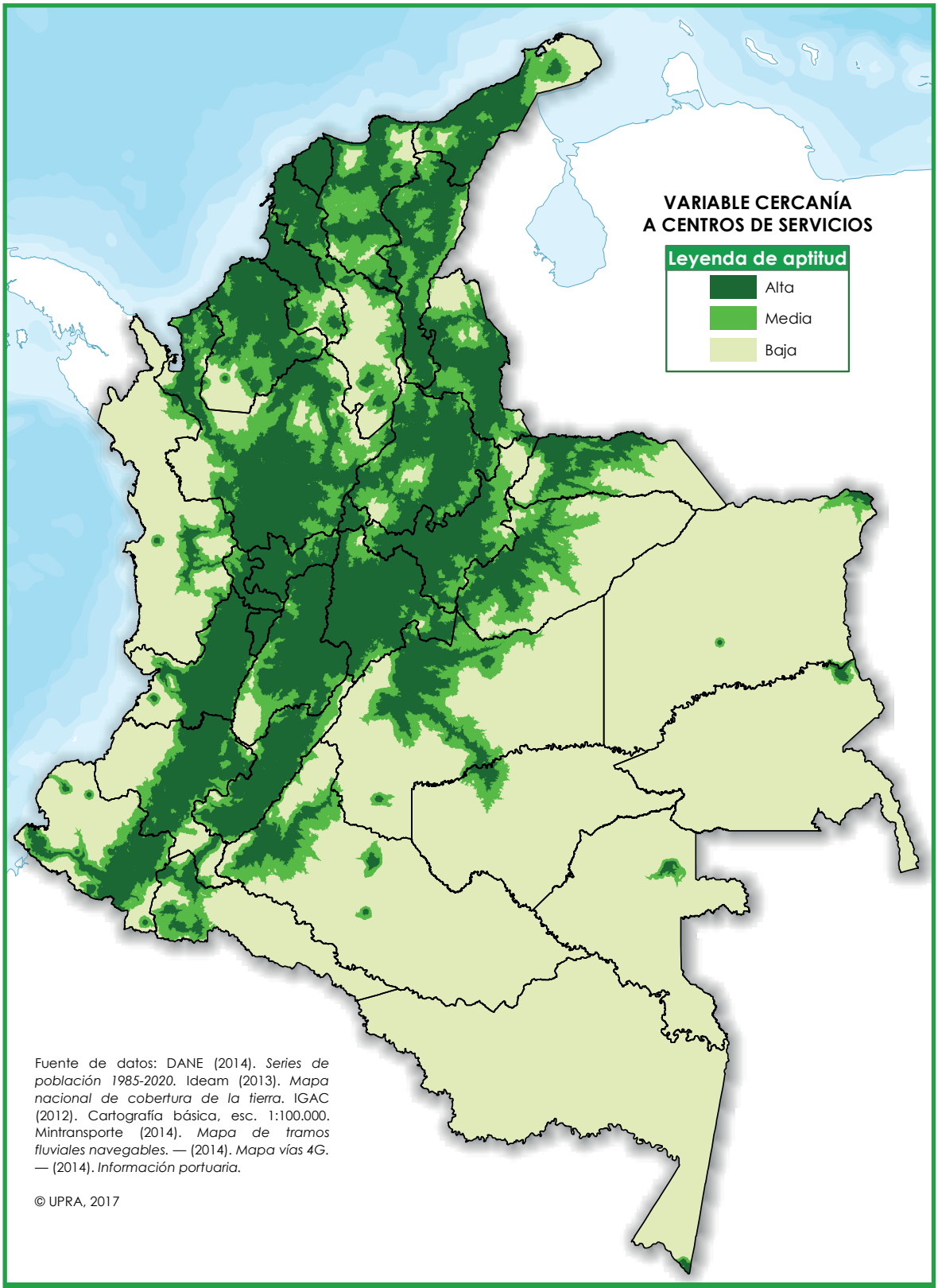
Clasificación de los municipios por aptitud competitiva.:

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definieron teniendo en cuenta los tiempos de desplazamiento hasta los centros de servicios. Centros de servicios a menos de tres horas implica que se requiere de menos de medio día para acceder a los servicios y regresar al lugar de origen (A1). 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 (A2). Centros de servicios a más de 6 horas implica que se requiere de más de un día para acceder a los servicios y regresar al lugar de origen (A3).

Unidad de análisis

Isócronas

Representación cartográfica de la variable



Fuente de datos: DANE (2014). *Series de población 1985-2020.* Ideam (2013). *Mapa nacional de cobertura de la tierra.* IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000. Mintransporte (2014). *Mapa de tramos fluviales navegables.* — (2014). *Mapa vías 4G.* — (2014). *Información portuaria.*

© UPRA, 2017

CRITERIO INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA

Fuentes de información

- DANE. (2014). Series de población 1985-2020.
- IGAC. (2012). Cartografía básica escala 1:100.000.
- Ideam. (2013). Mapa nacional de cobertura de la tierra.
- Mintransporte. (2014). Mapa de tramos fluviales navegables. Mapas 4G. Información portuaria.

31.2 Variable cercanía a puertos marítimos

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung**	
Componente: socioeconómico		
Criterio asociado: infraestructura y logística		
Variable: cercanía a puertos marítimos	**Unidad de medida:** :Tiempo de desplazamiento en horas	
Tipo de criterio asociado	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

Definición

Facilidad con la que se puede alcanzar un sitio (en este caso, un puerto marítimo) desde otros puntos en el territorio. En este sentido, sintetiza las facilidades de desplazamiento del aparato productivo hacia puertos marítimos para realizar operaciones de comercio internacional.

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 a los puertos marítimos: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

Tiempo de desplazamiento en horas	Aptitud
≤2	A1
2-4	A2
>4	A3

La región caribe muestra la mayor aptitud competitiva por su cercanía a los puertos marítimos ubicados en Bolívar, Atlántico, Magdalena y La Guajira. El puerto de Buenaventura refleja una gran incidencia para la región andina. Regiones como la Orinoquía y la Amazonía, tienen el menor grado de aptitud competitiva por su lejanía a los puertos marítimos.

Limitantes de la evaluación de la variable

El algoritmo utilizado para la estimación de los tiempos de desplazamiento desde los puertos fluviales, no incluye los costos de transporte a través de la red vial.

Metodología de procesamiento de la información

- Información.

IGAC. 2012. Cartografía básica, escala 1:100.000.

Mintransporte. 2014. Tramos Red Vial Nacional y Departamental,.

Mintransporte. 2014. Información portuaria,.

- Precisiones de la información.

La metodología de isócronas, em pleada por la UPRA involucra todos los tipos de vías terrestres, las pendientes de las mismas dado su influencia en la velocidad y los tramos fluviales navegables 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.

- Análisis de la consistencia y preparación de la información.

La localización de los puertos marítimos son los puntos de referencia a partir de los cuales se estima el área de influencia para un tiempo de desplazamiento determinado. La información de la localización de dichos puertos corresponde a 2014.

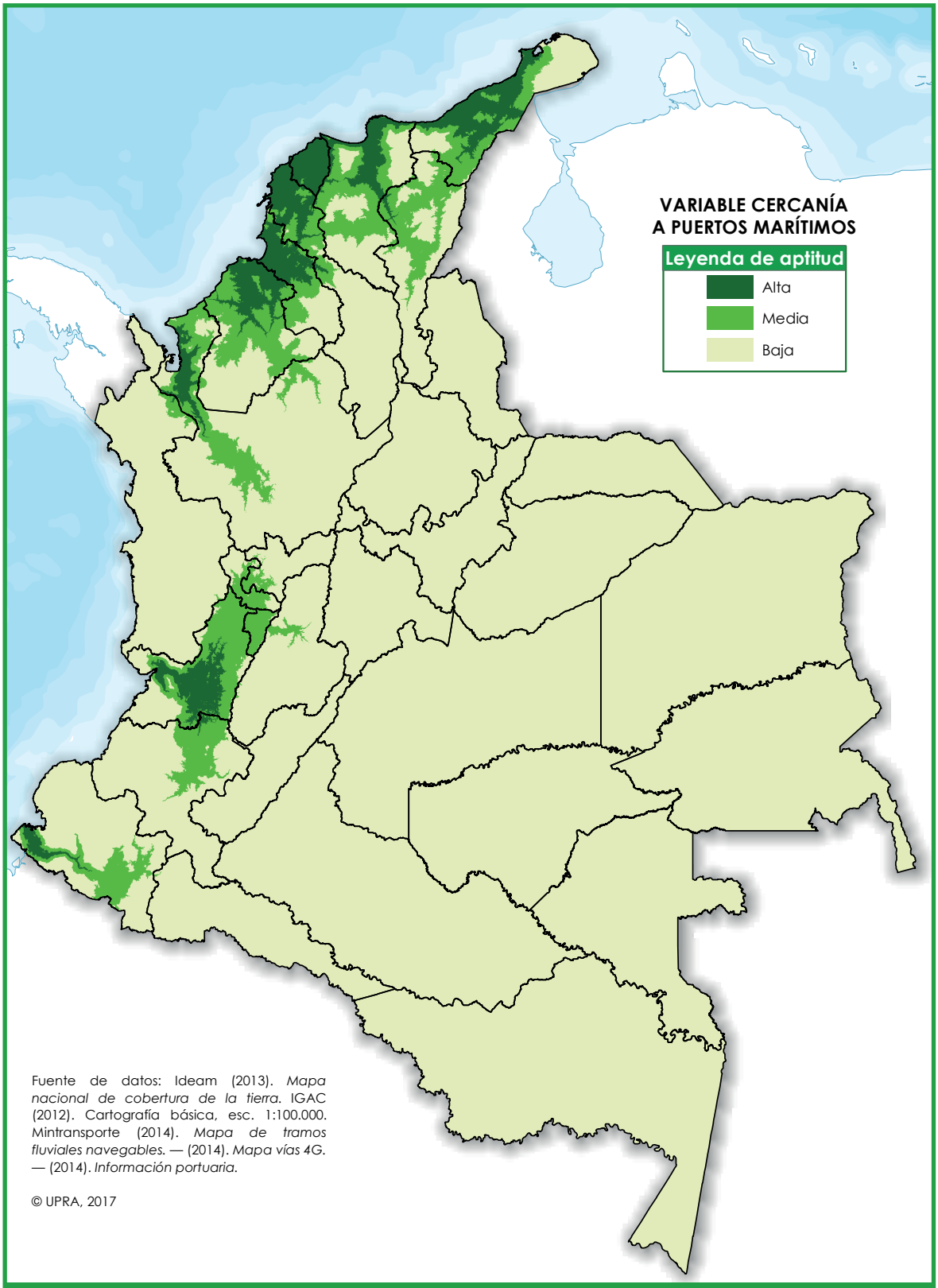
- Clasificación de los municipios por aptitud competitiva:

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definieron teniendo en cuenta los tiempos de desplazamiento hasta los puertos marítimos. Puertos marítimos a menos de dos horas implica que se disponga de hasta medio día para el desplazamiento hasta acceder a los servicios portuarios de comercio internacional (A1). Para aquellos ubicados a más de dos y menos de cuatro horas, se debe disponer de hasta un día para el desplazamiento hasta acceder a los servicios portuarios de comercio internacional (A2). Puertos marítimos a más de cuatro horas implica la necesidad de disponer de más de un día para desplazamiento, para acceder a los servicios portuarios de comercio internacional (A3).

Unidad de análisis

Isócrona

Representación cartográfica de la variable



Fuente de datos: Ideam (2013). *Mapa nacional de cobertura de la tierra.* IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000. Mintransporte (2014). *Mapa de tramos fluviales navegables.* — (2014). *Mapa vías 4G.* — (2014). *Información portuaria.*

© UPRA, 2017

CRITERIO INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA

Fuentes de información

- IGAC. (2012). Cartografía básica escala 1:100.000.
- Ideam. (2013). Mapa Nacional de cobertura de la tierra.
- Mintransporte (2014). *Mapa de tramos fluviales navegables. Mapas 4G. Información portuaria.*

2.1.3 Variable distritos de riego

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung**	
Componente: socioeconómico		
Criterio asociado: infraestructura y logística		
Variable: distritos de riego	**Unidad de medida:** :tamaño del distrito (gran Irrigación, mediana irrigación o pequeña irrigación)	
Tipo de criterio asociado	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

Definición

Presencia de infraestructura de adecuación de tierras para riego, según su tamaño (Incoder, 2015).

Importancia de la variable

En la medida en que, en un distrito de adecuación de tierras, confluya una población rural asociada (leyLey 41 de 1993), unos recursos naturales que son intervenidos con una actividad productiva que requiere de la fuerza laboral, de infraestructura, servicios y acciones integrales para mejorar las condiciones de vida, hay una contribución a la seguridad alimentaria, a través de la construcción de infraestructura para la prestación del servicio de riego, drenaje y protección contra inundaciones.

De acuerdo con los lineamientos UPRA (2015), un distrito de adecuación de tierras se compone de una serie de acciones e interrelaciones que conducen a la competitividad del sector rural, a la sostenibilidad social, cultural, ambiental, técnica y económica, y debe propender por la conservación de la biodiversidad, servicios ecosistémicos y los aspectos culturales.

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).

Tamaño del distrito de riego	Aptitud
Con distritos de riego de gran tamaño	A1
Con distritos de riego de mediano y pequeño tamaño	A2
Sin distrito de riego	A3

Limitantes de la evaluación de la variable

Los distritos de riego en Colombia están catalogados por pequeña, media y gran Irrigación, según el número de hectáreas beneficiadas. No todos los distritos de riego están funcionando, además los privados no tienen fácil acceso a la información.

Metodología de procesamiento de la información

- Información.

Incoder. 2015. Distritos de riego construidos en Colombia. Información Municipalmunicipal .

- Precisiones de la información.

Como entidad encargada en gestionar los procesos de ADR, el Incoder, maneja esta base de datos.

- Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Se tuvo en cuenta los alcances de los distritos de riego, de acuerdo con su beneficio en términos de área en pequeña, mediana y gran irrigación.

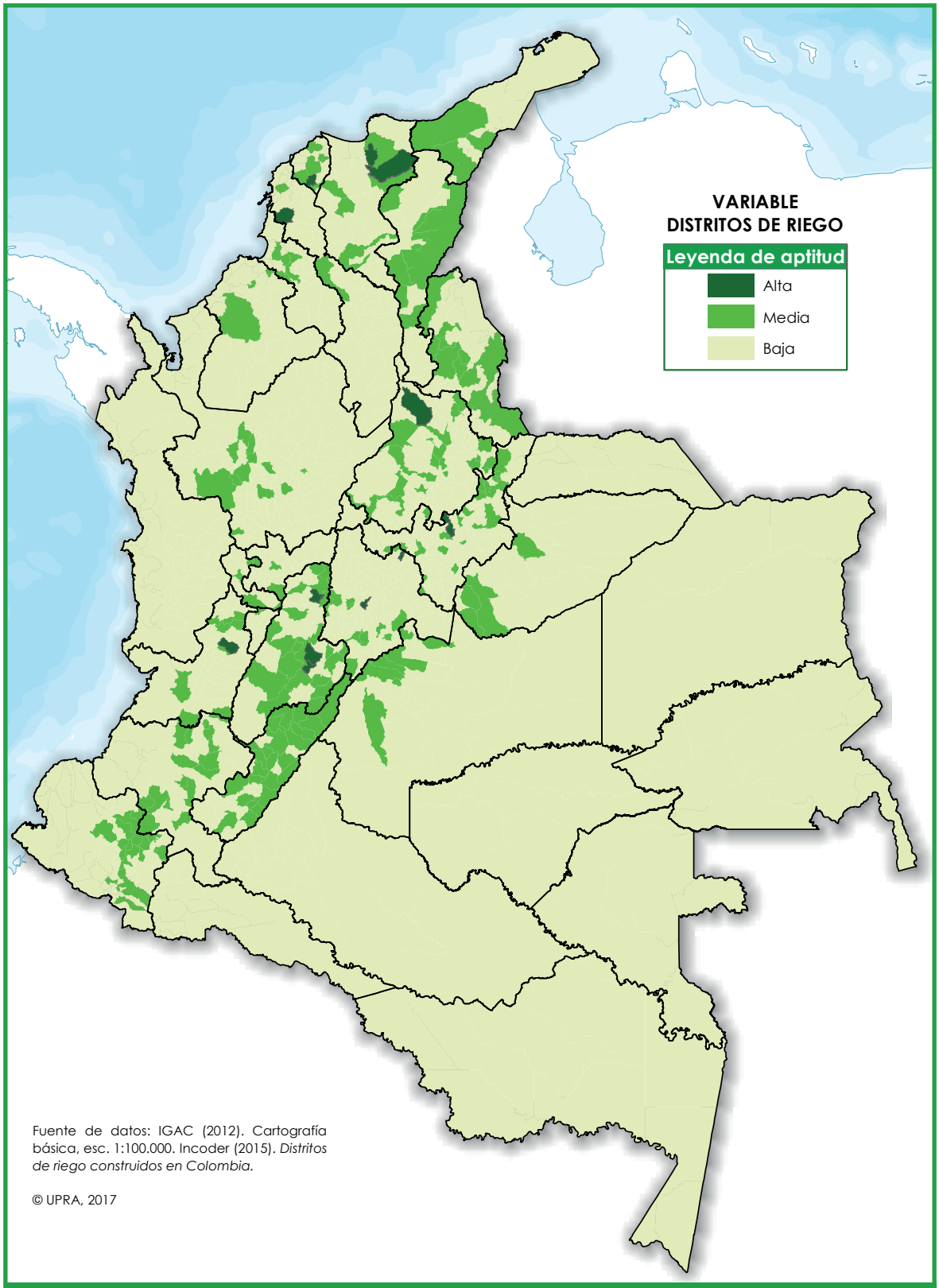
- Cálculo del indicador de la medición de la competitividad multifuncional y rangos.

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definieron teniendo en cuenta los estadísticos descriptivos (promedio y mediana) del tamaño del distrito de riego.

- Clasificación de los municipios por aptitud competitiva:

De acuerdo con el tamaño del distrito de riego, se clasificaron los municipios con aptitud alta (A1) los municipios con distritos grandes, con aptitud media (A2), los municipios que presenten distritos medianos y pequeños y con aptitud baja(A3), los municipios que no tengan distritos de riego.

Representación cartografico de la variable



Fuente de datos: IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000. Incoder (2015). *Distritos de riego construidos en Colombia.*

© UPRA, 2017

CRITERIO INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA

Fuentes de información

- IGAC (2012). Cartografía base, escala 1:100.000.
- Incoder. (2015). Distritos de riego construidos en Colombia. Información municipal 2015.

3.1.4 Variable existencia de cultivos

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung**	
Componente: socioeconómico		
Criterio asociado: infraestructura y logística		
Variable: existencia de cultivos	**Unidad de medida:** Promedio anual 2010-2014 de hectáreas sembradas en papaya en el municipio	
Tipo de criterio asociado	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

Definición

Área sembrada con papaya en el municipio.

Importancia de la variable

Incide en la percepción de los agentes económicos con respecto a la presencia de cultivos de papaya, en donde existe infraestructura productiva y logística especializada para esta cadena.

Existe una relación directa entre la existencia de cultivos y la aptitud competitiva del municipio: aquellos donde se registra mayor área sembrada de papaya se consideran más competitivos porque ofrecen condiciones más propicias para el desarrollo de la actividad. Municipios con cultivos de papaya se asocian a una mayor demanda de mano de obra para el desarrollo de labores culturales del cultivo y una mejor oferta de servicios relacionados a la cadena de producción. Así, el municipio presenta una mayor tradición cultural en la siembra del cultivo de papaya.

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:

Promedio anual 2010-2014 de hectáreas sembradas en papaya en el municipio (ha)	Aptitud
>50	A1
17-50	A2
<17	A3

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), dado que pueden ser zonas potencialmente aptas para el desarrollo del cultivo.

La información fuente no obedece a un censo de áreas sembradas en papaya por municipio.

La representación cartográfica de la variable sombrea todo el municipio, por eso hay municipios que por su extensión aparecen con una gran sombra, mientras que en municipios de área pequeña visualmente parecieran que tuvieran menor aptitud.

Metodología de procesamiento de la información

- Información.

Minagricultura. Oficina Asesora de Planeación y Prospectiva, Evaluaciones Agropecuarias Municipales (EVA). Área sembrada en Papaya 2010-2014.

- Precisiones de la información.

Sin precisiones.

- Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Para efectos de los análisis de la variable, se tomaron los valores promedio anual 2010-2014 de áreas sembrada con papaya. Para definir el rango de aptitud media (A2), se trabajó con la desviación estándar sumándosela al valor mínimo cultivado por ha.

- 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-MIN)/(MAX-MIN);

Donde

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

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

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

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

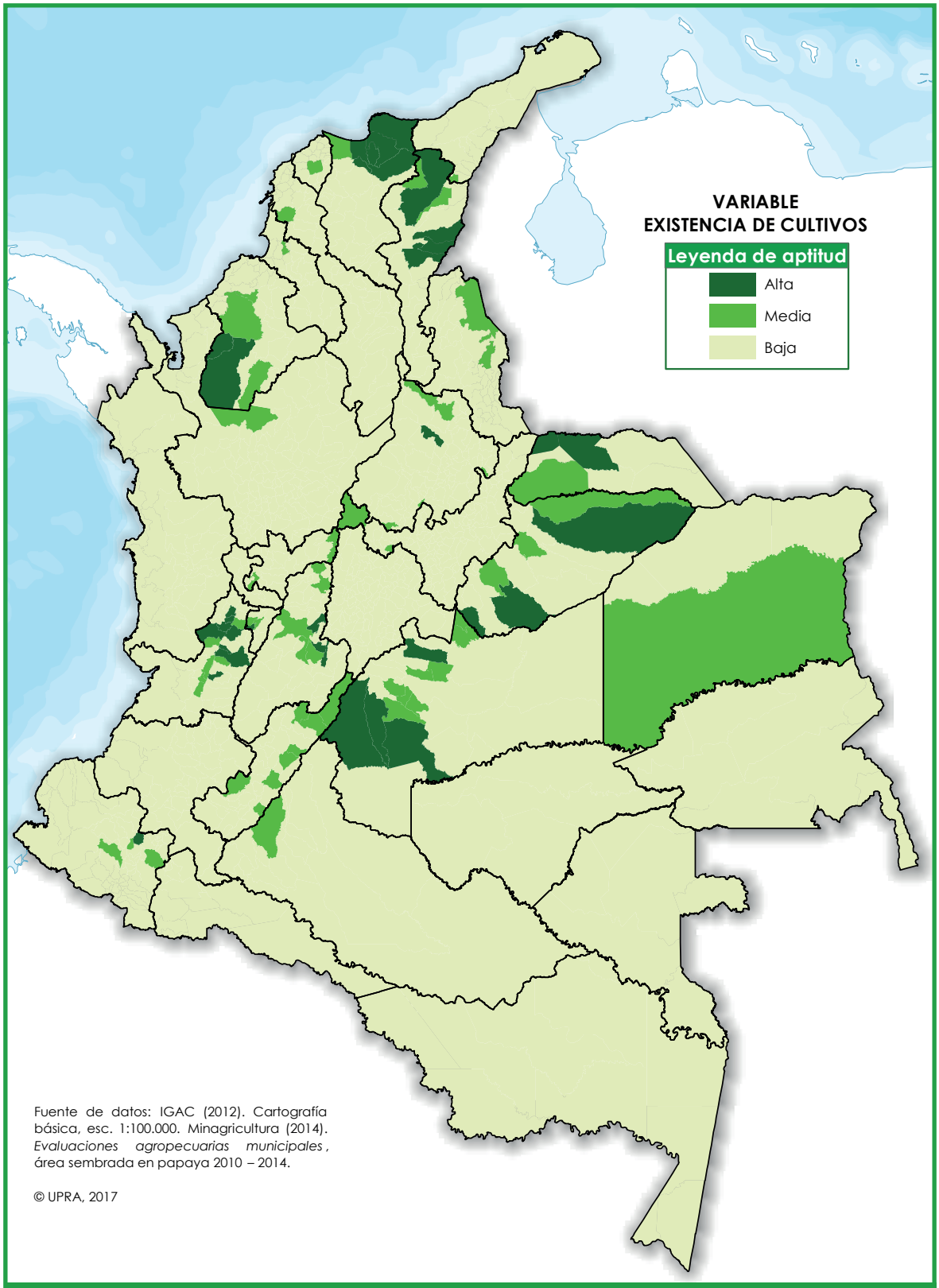
Clasificación de los municipios por aptitud competitiva.:

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

Unidad de análisis

Municipio

Representación cartográfica de la variable



Fuente de datos: IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000. Minagricultura (2014). *Evaluaciones agropecuarias municipales*, área sembrada en papaya 2010 – 2014.

© UPRA, 2017

CRITERIO INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA

Fuentes de información

- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000.
- Minagricultura. (2014). Evaluaciones agropecuarias municipales: área sembrada en papaya 2010-2014. Bogotá: Minagricultura.

3.1.5 Variable cercanía a centros de transformación, empaque y comercialización

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung**	
Componente: socioeconómico		
Criterio asociado: infraestructura y logística		
Variable: cercanía a centros transformación, empaque y comercialización	**Unidad de medida:** tiempo de desplazamiento en horas	
Tipo de criterio asociado	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

Definición

Distancia en isocronas (tiempo, pendiente y distancia de recorrido) desde el centro de transformación, empaque y comercialización hacia cualquier punto del territorio.

Importancia de la variable

Se hizo un barrido de los principales puntos de transformación, empaque y comercialización en el país para definir una mayor aptitud a los sitios que están cerca de dichos establecimientos.

La agregación de valor a las frutas y hortalizas es un proceso que, en la actualidad, se está desarrollando para llevar productos al consumidor con mejores cualidades que aumentan su calidad.

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 hacia los centros de empaque y comercialización: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

Tiempo de desplazamiento (horas)	Aptitud
≤2	A1
2-4	A2
>4	A3

Limitantes de la evaluación de la variable

El algoritmo utilizado para la estimación de los tiempos de desplazamiento desde los centros de comercialización y empaque, no incluye los costos de transporte a través de la red vial.

La base utilizada muestra centros de comercialización y empaque solo en 62 municipios. Los registros de la misma están integrados por grandes empresas agroindustriales y por las plazas de mercado más importantes a nivel municipal.

La información utilizada no es oficial porque los centros están obligados a registrarse ante el ICA a partir del 2016 y hay un tiempo prudencial para su registro, por tal razón se utilizó la experiencia de los técnicos de Minagricultura, la UPRA y las validaciones en campo para construir este directorio de entidades.

Metodología de prcesamiento de la información

- Información.

IGAC. 2012. Cartografía básica, escala 1:100.000.

Mintransporte. 2014. Tramos Red Vial Nacional y Departamental,.

Asohofrucol. 2015. Centros de transformación, empaque y comercialización.

- Precisiones de la información.

La metodología de isócronas empleadas por la UPRA involucra todos los tipos de vías terrestres y sus pendientes dado 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.
- Análisis de la consistencia y preparación de la información.

La localización de los centros de transformación, empaque y comercialización son los puntos de referencia a partir de los cuales se estima el área de influencia para un tiempo de desplazamiento determinado.

- Clasificación de los municipios por aptitud competitiva.:

Se tuvieron en cuenta los tiempos de desplazamiento en dos direcciones (ida y regreso) hasta los centros de comercialización y empaque.

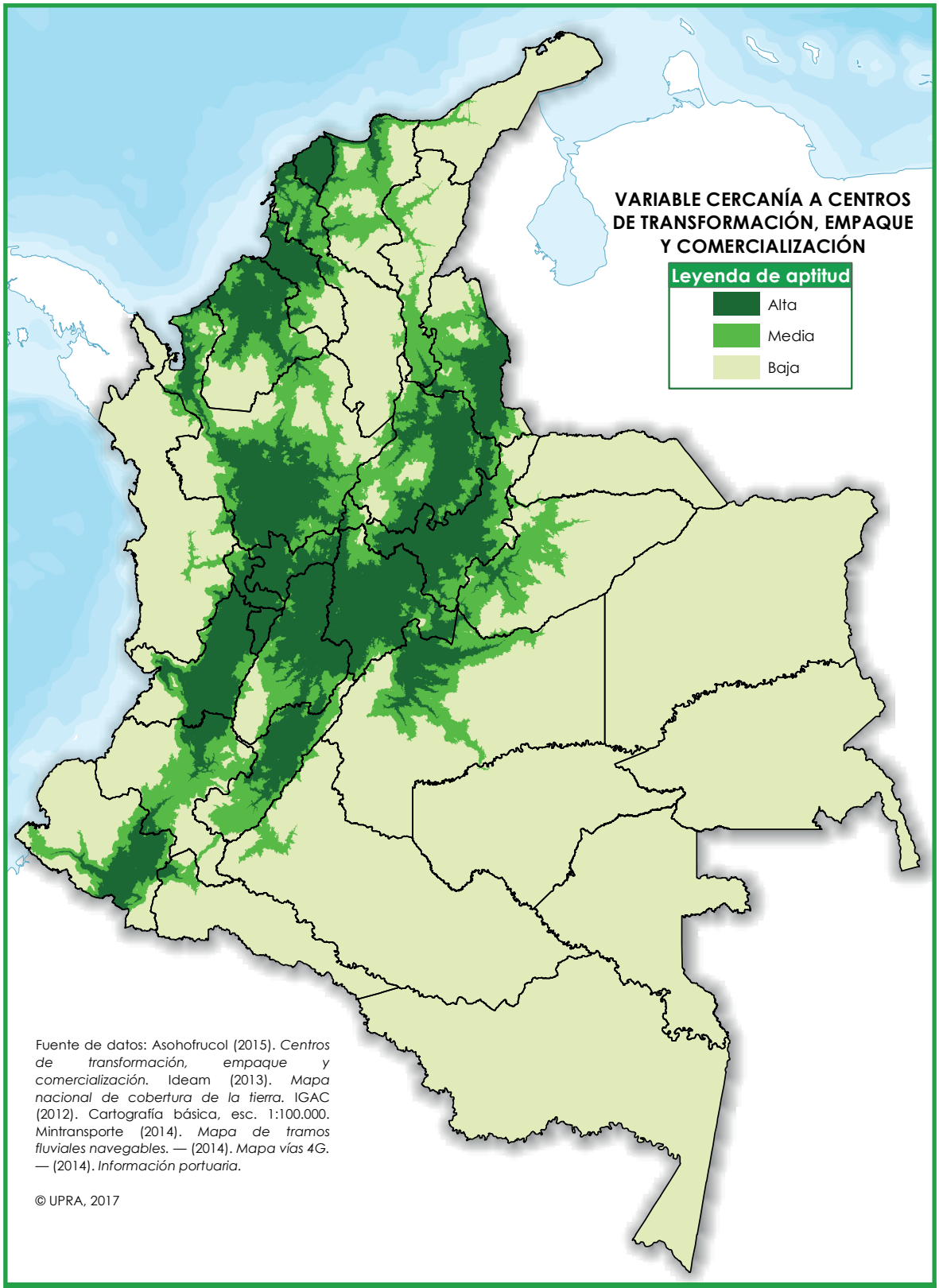
Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definieron teniendo en cuenta que los tiempos de desplazamiento son consecuencia de la oferta y estado de las redes de transporte vial. Cuando la red de transporte considerada es suficiente y en buen estado, los tiempos de recorrido hasta los centros de transformación, empaque y comercialización serán menores, por tanto, los municipios serán más competitivos en comparación con aquellos con una red en mal estado, escasa o inexistente.

Centros de transformación empaque y comercialización, a menos de dos horas implica que se requiere de menos de medio día para desplazarse a ellos (A1). Centros de transformación, empaque y comercialización entre dos y cuatro horas implica que se requiere más tiempo para desplazarse a ellos (A2). Centros de transformación, empaque y comercialización a más de cuatro horas implica que se requiere de más de medio día para desplazarse a ellos (A3).

Unidad de análisis

Isócronas

Representación cartografica de la variable



Fuente de datos: Asohofrucol (2015). *Centros de transformación, empaque y comercialización.* Ideam (2013). *Mapa nacional de cobertura de la tierra.* IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000. Mintransporte (2014). *Mapa de tramos fluviales navegables.* — (2014). *Mapa vías 4G.* — (2014). *Información portuaria.*

© UPRA, 2017

CRITERIO INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA

Fuentes de información

- Asohofrucol. (2015). Centros de transformación, comercialización y empaque.
- Ideam. (2013). Mapa nacional de la cobertura de la tierra.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Mintransporte. (2014). Mapa de tramos fluviales navegables. Mapa vías 4G. información portuaria.

3.2 criterio factores productivos

Ficha metodológica de criterio		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung**	
Componente: socioeconómico		
Criterio: factores productivos		
Tipo de criterio	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Variables asociadas al criterio		
• Existencia de cultivos, expresada en t/ha. • Precio de la tierra rural municipal, expresado en pesos/ha. • Rendimientos, expresado en t/ha. • Costos de internación, expresados en pesos/t (flete). • Centros de consumo, expresado en kg.		

Definición

Se espacializan las variables que tienen relación con los costos de producción, con el objetivo de medir el impacto y el nivel de aptitud de un sitio respecto a la tradición del cultivo, el arriendo o el precio de la tierra según sea el caso, los rendimientos (t/ha), la distancia al lugar donde se obtiene la semilla si es nacional o si es importada, así como su costo de flete y la cantidad de fruta consumida en los puntos de mayor comercialización.

Importancia del criterio

Busca medir los principales rubros de los costos de producción del cultivo a nivel municipal, dado que son los costos de producción los que definen la viabilidad económica y financiera de cualquier proceso productivo.

El tener unas zonas de aptitud alta significa que en el territorio existen condiciones productivas de tradición, cultura agropecuaria, conocimiento y manejo agronómico del cultivo, que hace que la viabilidad productiva y competitiva sea mayor. A su vez, al incluir la comercialización se mide indirectamente la competitividad.

Limitantes de la evaluación del criterio

No se encontraron limitantes para la evaluación.

Metodología de evaluación

El criterio se construyó a partir de la sumatoria de las variables que lo componen. Las variables calificaron a 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.

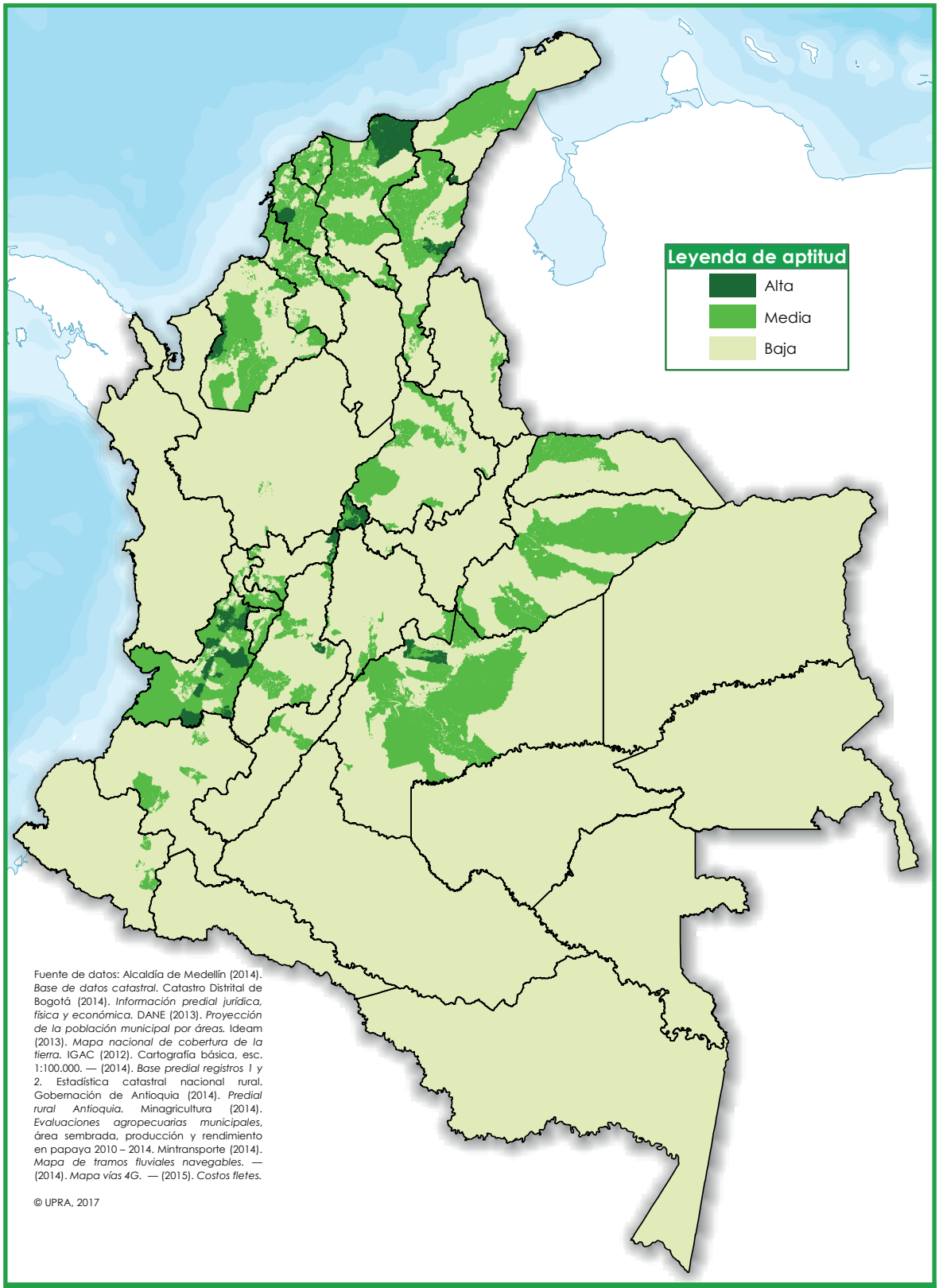
Mediante un árbol de decisión, se sumaron los valores asignados a las categorías de aptitud. Los resultados de esta suma se agruparon en tres categorías de aptitud competitiva para el criterio: A1 (alta); A2 (media) y A3 (baja), como se presentan en la siguiente tabla:

Criterio	Aptitud		
	A1	A2	A3
Factores productivos	Municipios con sumatoria de aptitud ≥ 12	Municipios con sumatoria de aptitud entre 8 y 11	Municipios con sumatoria de aptitud ≤ 7

Rangos para la asignación de valores de aptitud

Variable	Unidad de medida	Aptitud		
		A1	A2	A3
Precio de la tierra rural	Pesos	Municipios < $ 2 millones	Municipios entre $ 2 millones y $10 millones	Municipios > $10 millones
Rendimientos	t/ha	Municipios > 32,6 t/ha	Municipios entre 20,0 y 32,6 t/ha	Municipios < 20,0 t/ha
Costo de Inter-nación	horas			
pesos flete/t	Municipios ≤ 4 horas y $ 93.390 flete/t	Municipios > 4 horas y < 8 horas, y > $ 93.390 flete/t y ≤ $ 139.386 flete/t	Municipios > 8 horas, y > $139.386 flete/t	
Centros de Con-sumo	Kilogramos	Municipios ≥ 579.130 kg	Municipio entre 103.799 kg y 579.130 kg	Municipios < 103.799 kg

Representación cartográfica del criterio



Fuente de datos: Alcaldía de Medellín (2014). *Base de datos catastral.* Catastro Distrital de Bogotá (2014). *Información predial jurídica, física y económica.* DANE (2013). *Proyección de la población municipal por áreas.* Ideam (2013). *Mapa nacional de cobertura de la tierra.* IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000. — (2014). *Base predial registros 1 y 2.* Estadística catastral nacional rural. Gobernación de Antioquia (2014). *Predial rural Antioquia.* Minagricultura (2014). *Evaluaciones agropecuarias municipales,* área sembrada, producción y rendimiento en papaya 2010 – 2014. Mintransporte (2014). *Mapa de tramos fluviales navegables.* — (2014). *Mapa vías 4G.* — (2015). *Costos fletes.*

© UPRA, 2017

Fuentes de información

- Alcaldía de Medellín (2014). Base de datos catastral.
- Catastro Distrital de Bogotá (2014). Información predial jurídica, física y económica.
- DANE. (2013). Proyección de la población municipal por áreas.
- Ideam. (2013). Mapa nacional de cobertura de tierras.
- Gobernación de Antioquía (2014). Predial rural Antioquia .
- IGAC. (2014). Base predial registros1registros 1 y 2. Estadística catastral nacional rural.
- _. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000.
- Minagricultura. (2014). Evaluaciones agropecuarias municipales: área sembrada, producción y rendimiento en papaya 2009-2014. Bogotá: Minagricultura.
- Mintransporte. (2014). Mapa de tramos fluviales navegables. Mapa de vías 4G.
- _. (2015). costos fletes.

3.2.1 Variable precio de la tierra rural municipal

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung**	
Componente: socioeconómico		
Criterio asociado: factores productivos		
Variable: precio de la tierra rural municipal	**Unidad de medida:** 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

Es la expresión del valor de intercambio de las tierras rurales en un municipio. Busca medir de forma indirecta el arriendo de una hectárea para la producción agrícola.

Para efectos de la zonificación esta variable se asimila e incorpora como el avalúo catastral por hectárea de los predios rurales de un municipio, donde se tiene información.

Avalúo catastral: determinación del valor de los predios obtenido mediante investigación y análisis estadístico del mercado inmobiliario. Se determina por la adición de los avalúos parciales practicados independientemente para los terrenos y para las edificaciones en el comprendidos (IGAC, 2011).

Importancia de la variable

Incide en los costos de producción porque esta variable intenta medir el valor del arriendo de la hectárea para un cultivo; a mayor precio de la tierra, mayor valor del arriendo.

El precio de la tierra o el valor del arriendo están directamente asociados a la competitividad de la explotación comercial de las cadenas hortofrutícolas; 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. Incide en los costos de producción, los cuales están directamente asociados a la competitividad de la explotación comercial.

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 la categoría de aptitud competitiva: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

Avalúo catastral promedio de los predios rurales con destino económico agropecuario por hectárea en el municipio a 2014 (pesos)	Aptitud
< $2 millones	A1
$2 millones -$10 millones	A2
> $10 millones	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.

Se asume que un mayor valor catastral de la tierra, implica que esa hectárea puede tener un mayor valor de arriendo.

Metodología de procesamiento de la información

- Información.

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

IGAC. (2014). Base predial Registrosregistros 1 y 2, vigencia 2014.

- 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.

- Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Se calculó el avalúo catastral por hectárea para cada uno de los predios con destino económico agropecuario del municipio. Adicionalmente, se tuvo en cuenta el precio promedio por hectárea a partir del avalúo catastral de las fincas hortofrutícolas, como referencia para calcular el valor de cada rango de la aptitud competitiva.

- 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 tiene el potencial comercial para generar el desarrollo sostenible de un cultivo o una explotación comercial agropecuaria.

Se calcula como el valor absoluto de IC = (MAX-I)/(MAX-MIN);

Donde:

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

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

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

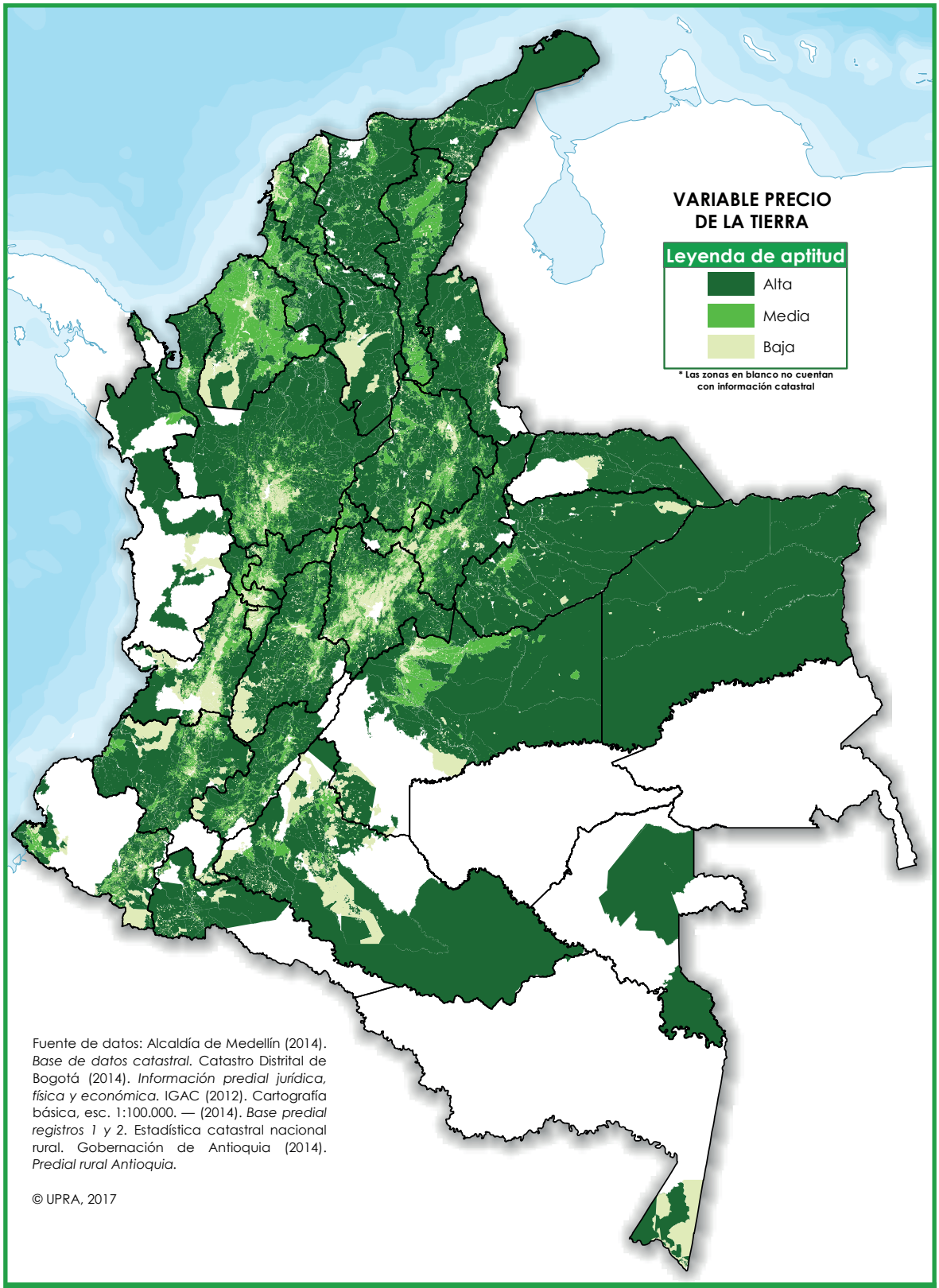
El IC, para esta variable en cualquier municipio, toma valores entre 0 y 1.

- Clasificación de los municipios por aptitud competitiva.:

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se deben definir teniendo en cuenta el precio por hectárea establecido a partir del avalúo catastral de las fincas según el tipo de explotación hortofrutícola o su TUT.

Los valores se definen teniendo en cuenta la distribución estadística de los datos del avalúo catastral de los predios equivalente por hectárea (promedio, mediana, desviación típica, máximo, mínimo).

Representacion cartográfica de la variable



Fuente de datos: Alcaldía de Medellín (2014). *Base de datos catastral.* Catastro Distrital de Bogotá (2014). *Información predial jurídica, física y económica.* IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000. — (2014). *Base predial registros 1 y 2.* Estadística catastral nacional rural. Gobernación de Antioquia (2014). *Predial rural Antioquia.*

© UPRA, 2017

Fuentes de información

- Alcaldía de Medellín (2014). Base de datos catastral.
- Catastro Distrital de Bogotá (2014). Información predial jurídica, física y económica.
- Gobernación de Antioquía (2014). Predial rural Antioquia.
- IGAC. (2014). Base predial registros 1 y 2. Estadística catastral nacional rural.
- _. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000.

3.2.2 Variable rendimientos

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung**	
Componente: socioeconómico		
Criterio asociado: factores productivos		
Variable: rendimientos	**Unidad de medida:** promedio de rendimiento anual entre 2009-2014 por hectárea de papaya en el municipio (t/ha).	
Tipo de criterio asociado	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

Definición

Peso de un producto vegetal por unidad de superficie cosechada. En general, se representa como t/ha.

Importancia de la variable

Los rendimientos muestran las zonas del país que tienen mayor capacidad productiva; un mayor rendimiento genera menor costo por tonelada y menores costos mejoran la competitividad.

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:

Promedio rendimiento anual 2009-2014 papaya por municipio (t/ha)	Aptitud
>32,6	A1
20-32,6	A2
<20	A3

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), dado que pueden ser zonas potencialmente aptas para el desarrollo del cultivo.

La información fuente no obedece a un censo de áreas sembradas en papaya por municipio.

Metodología de procesamiento de la información

- Información:

Minagricultura. Oficina Asesora de Planeación y Prospectiva, Evaluaciones Agropecuarias Municipales (EVA). Área sembrada en papaya 2009-2014.

- Precisiones de la información.

Sin precisiones.

- Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Para efectos de los análisis de la variable, se tomaron los valores promedio anual 2009-2014 de áreas sembrada con papaya. Para definir el rango A2 se trabajó, con la desviación estándar sumándosela al valor mínimo producido por ha.

- 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-MIN)/(MAX-MIN);

Donde:

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

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

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

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

- Clasificación de los municipios por aptitud competitiva.

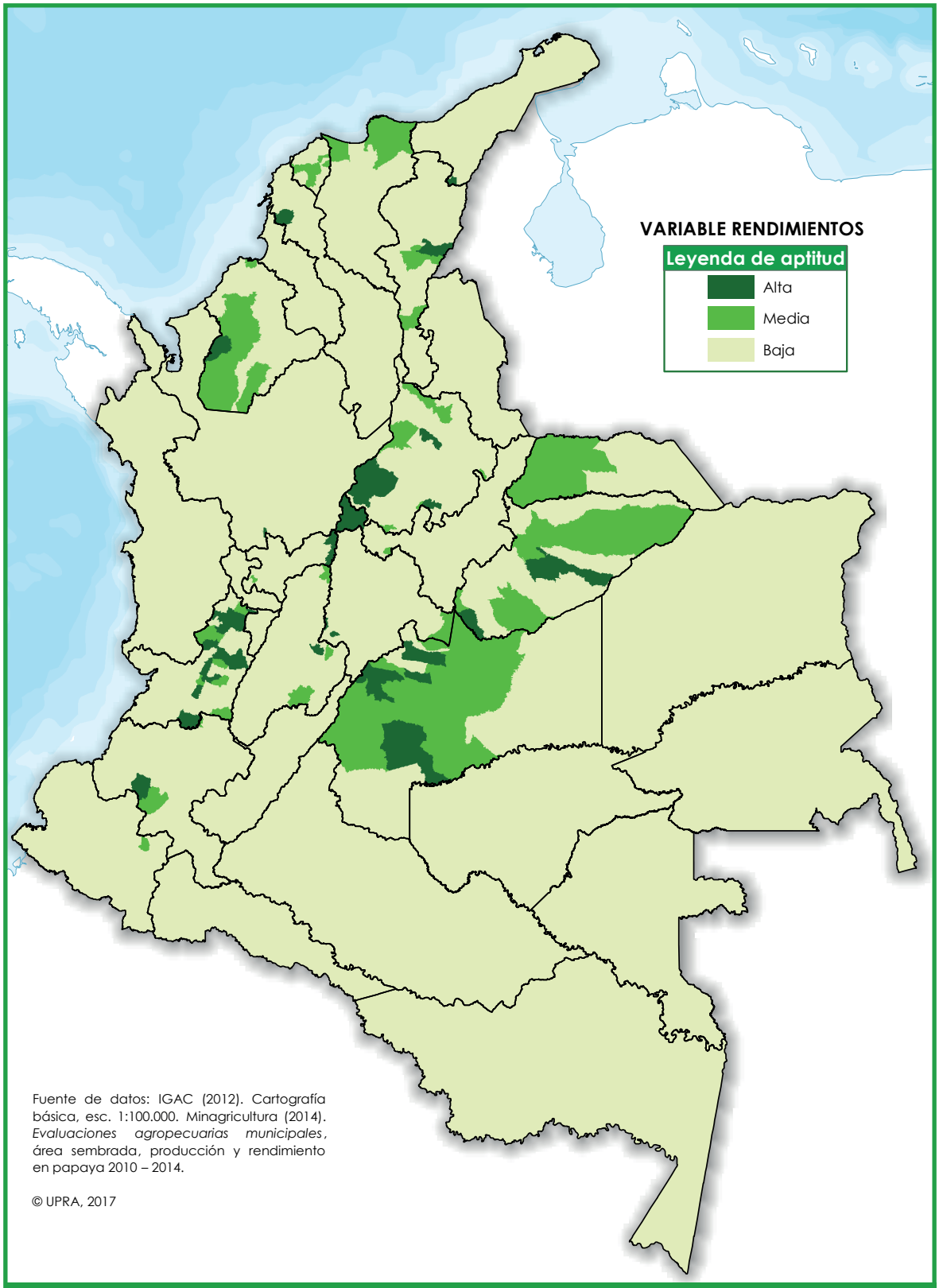
Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definieron

teniendo en cuenta la dispersión del área sembrada. Se consultaron el marco teórico y la línea base de la cadena. Para analizar los datos, se elaboró el histograma de distribución y se calcularon los estadígrafos como apoyo para definir los puntos de corte.

Unidad de análisis

Municipio

Representación cartográfica de la variable



Fuente de datos: IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000. Minagricultura (2014). *Evaluaciones agropecuarias municipales*, área sembrada, producción y rendimiento en papaya 2010 – 2014.

© UPRA, 2017

CRITERIO FACTORES PRODUCTIVOS

Fuentes de información

- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000.
- Minagricultura. (2014). Evaluaciones agropecuarias municipales: área sembrada en papaya 2009-2014. Bogotá: Minagricultura.

3.2.3 Variable costos de internación

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung**	
Componente: socioeconómico		
Criterio asociado: factores productivos		
Variable: costos de internación	**Unidad de medida:** A. Tiempo de desplazamiento en horas (calculado con base en la isócrona desde un punto en el territorio hasta el centro de importación más cercano) B. Costo del flete ($/t)	
Tipo de criterio asociado	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

Definición

Mide el impacto del costo de distribución de la semilla importada; a mayor distancia del puerto marítimo, el costo implícitamente será mayor por el valor del flete.

Importancia de la variable

Mide el impacto del costo de distribución de la semilla importada. Para los casos de semilla importada, que llega por vía marítima, se calcula a través de la distancia del puerto de entrada a cualquier parte del territorio; a mayor cercanía, menos costo de la semilla y, por ende, mayor competitividad. A mayor distancia del puerto, el costo implícitamente será mayor por el valor del flete.

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 donde se importa la semilla: 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 Costo del flete ($/t)	Aptitud
≤4 horas	
y ≤ $ 93.930/t	A1
>4 horas y ≤8 horas	
y > $ 93.930 - ≤ $ 139.386/t	A2
>8 horas	
y > $ 139.386/t	A3

Limitantes de la evaluación de la variable

No se presentan limitantes para esta variable.

Metodología de procesamiento de la información

- Información.

IGAC. 2012. Cartografía básica, escala 1:100.000.

Mintransporte. 2014. Tramos red vial nacional y departamental,.

Mintransporte. 2014. Información portuaria,.

Mintransporte. 2016. Sistema de costos de transporte de carga (SICE Tac).

- Precisiones de la información.

La metodología de isócronas empleadas por la UPRA involucra todos los tipos de vías terrestres, las pendientes de las mismas dado su influencia en la velocidad y los tramos fluviales navegables 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.

Con base en lo anterior, se combina el área de influencia por desplazamiento, con el costo mínimo para el transporte de carga por t que suministra el SICE Tac del Mintransporte para 29 bajo los siguientes supuestos:

Condiciones registradas por el usuario	
Características del viaje	
Origen	29 ciudades
Destino	Puerto marítimo
Tipo de carga	General
Características del vehículo	3 ejes

Tiempos logísticos acordados (horas)	
Espera para el cargue	9
Cargue	3
Espera para el descargue	12
Descargue	2
Consecución de carga	0

- Análisis de la consistencia y preparación de la información.

La localización de los puertos marítimos son los puntos de referencia a partir de los cuales se estima el área de influencia para un tiempo de desplazamiento determinado. La información de la localización de dichos puertos corresponde a 2014.

Asimismo, la información del costo mínimo por tonelada del transporte de carga se generó desde las 29 ciudades hacia los cuatro puertos marítimos elegidos (Barranquilla, Cartagena, Santa Marta y Buenaventura), de acuerdo con las condiciones impuestas por el aplicativo diseñado por el Mintransporte.

- Clasificación de los municipios por aptitud competitiva.

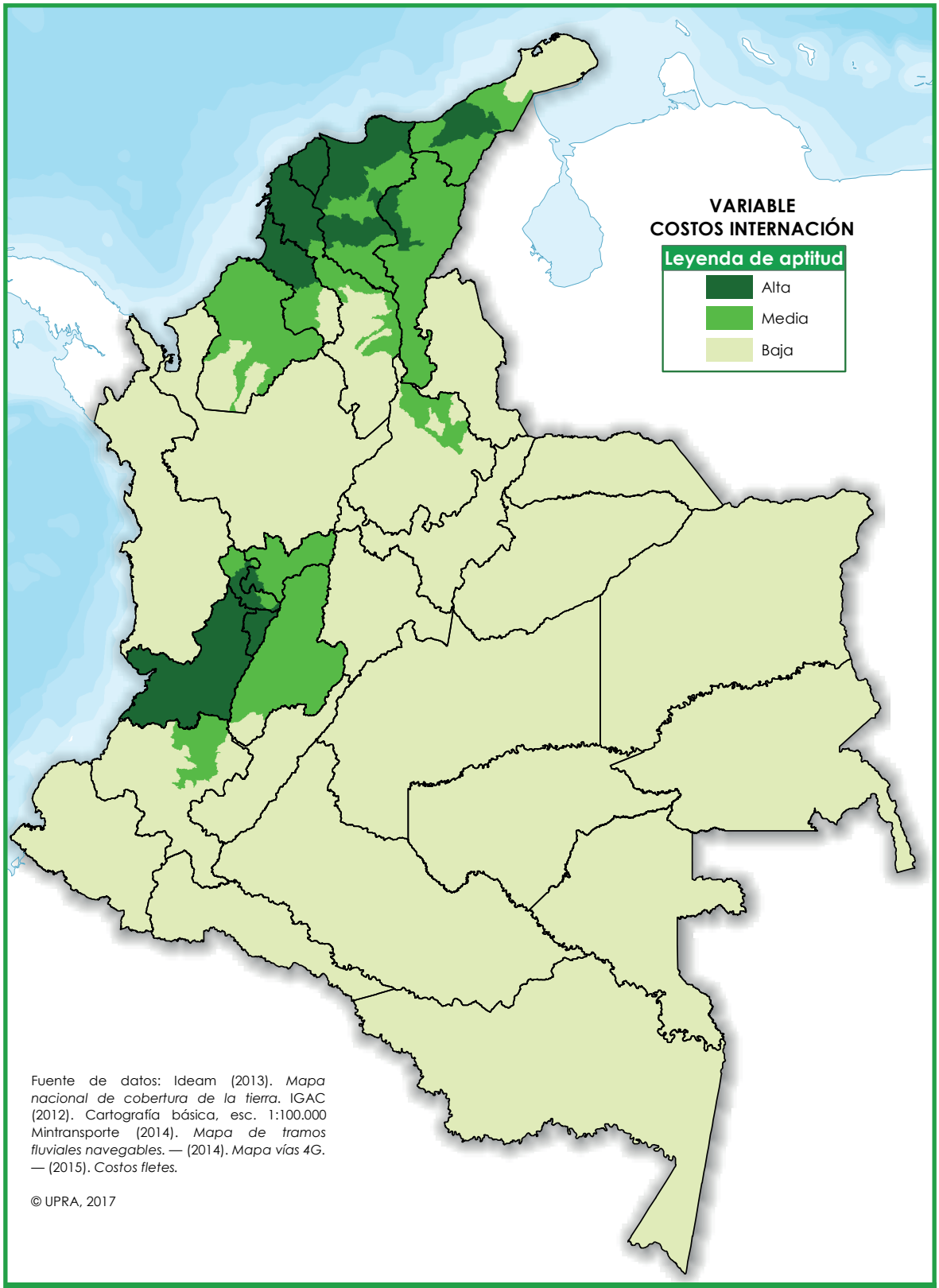
Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definieron teniendo en cuenta la siguiente tabla:

SUBVARIABLES	Valoración de la subvariable		
	A1 (3 puntos)	A2 (2 puntos)	A3 (1 punto)
Costo de transporte de carga	Municipios donde el costo de transporte de carga sea menor o igual a $ 93.390/t (Menor o igual a 4 SMDLV en 2016)	Municipios donde el costo de transporte de carga sea entre $ 93.390 y $ 139.386/t (Entre 4 y 6 SMDLV en 2016)	Municipios donde el costo de transporte de carga sea mayor a $ 139.386/t (Mayor a 6 SMDLV en 2016)
Cercanía a los puertos marítimos	Municipios donde la mayor proporción de área de influencia (isócrona) en tiempos de desplazamiento es menor o igual a 3 horas.	Municipios donde la mayor proporción de área de influencia (isócrona) en tiempos de desplazamiento > 3 horas y menor o igual a 6 horas.	Municipios donde la mayor proporción de área de influencia (isócrona) en tiempos de desplazamiento > 6 horas.

A partir de la suma de las subvariables se definen el costo predominante del municipio para asignar la aptitud competitiva como se muestra en la tabla siguiente:

Variable	Categorías de aptitud competitiva con base la aptitud predominante definido por la suma de las subvariables		
	A1	A2	A3
Costos de internación	Municipios donde la suma de subvariables es = 6	Municipios donde la suma de subvariables es 4 o 5	Municipios donde la suma de subvariables es < 4

Representación cartográfica de la variable



Fuente de datos: Ideam (2013). *Mapa nacional de cobertura de la tierra.* IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000 Mintransporte (2014). *Mapa de tramos fluviales navegables.* — (2014). *Mapa vías 4G.* — (2015). *Costos fletes.*

© UPRA, 2017

CRITERIO FACTORES PRODUCTIVOS

Fuentes de información

- IGAC (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000.
- IDEAM (2013). Mapa nacional de cobertura de la tierra.
- Mintransporte. (2014). Mapa de tramos fluviales navegables. Mapas vías 4G.
- Mintransporte. (2015). Costos fletes.

3.2.4 Variable centros de consumo

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung**	
Componente: socioeconómico		
Criterio asociado: factores productivos		
Variable: centros de consumo	**Unidad de medida:** población municipal multiplicada por el consumo en Kg de cada cadena productiva	
Tipo de criterio asociado	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

Definición

Centros poblados donde normalmente existe demanda de consumo para la cadena productiva.

Importancia de la variable

Incide en la competitividad para el desarrollo de una explotación comercial de la cadena hortofrutícola, al facilitar la movilidad de su aparato productivo.

Las zonas de influencia de los centros de consumo presentan una ventaja competitiva para los cultivos comerciales, toda vez que es donde se concentra la demanda de la cadena productiva a nivel nacional.

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)

Centros de consumo	Aptitud
Municipios ≥ 579.130 kg	A1
Municipios entre 103.799 kg y 579.130 kg	A2
Municipios < 103.799 kg	A3

Se identificaron 240 centros de servicios. Los centros de consumo más importantes del país son Bogotá, Medellín y Cali. La región andina muestra mayor aptitud competitiva. Las regiones como la Orinoquía y la Amazonía tienen menor aptitud competitiva.

Limitantes de la evaluación de la variable

Se parte de la premisa que los centros de consumo son equiparables a los municipios con mayor población. Es decir, existe una relación directa entre la población y la presencia de centros de consumo.

La selección de los centros de servicios se realiza con base en las proyecciones de la población realizadas por el DANE para el año 2014 estimada a partir del censo de población del año 2005.

Metodología de procesamiento de la información

- Información.

IGAC. 2012. Cartografía básica, escala 1:100.000.

DANE. 2014. Proyecciones de población municipales por área.

- Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Se definió para la zonificación que los centros de consumo están ubicados en los municipios con población mayor a 30.000 habitantes. Para relacionar la población con el consumo, se multiplicó éstaesta con el consumo definido per capita de 2,5 kg/año.

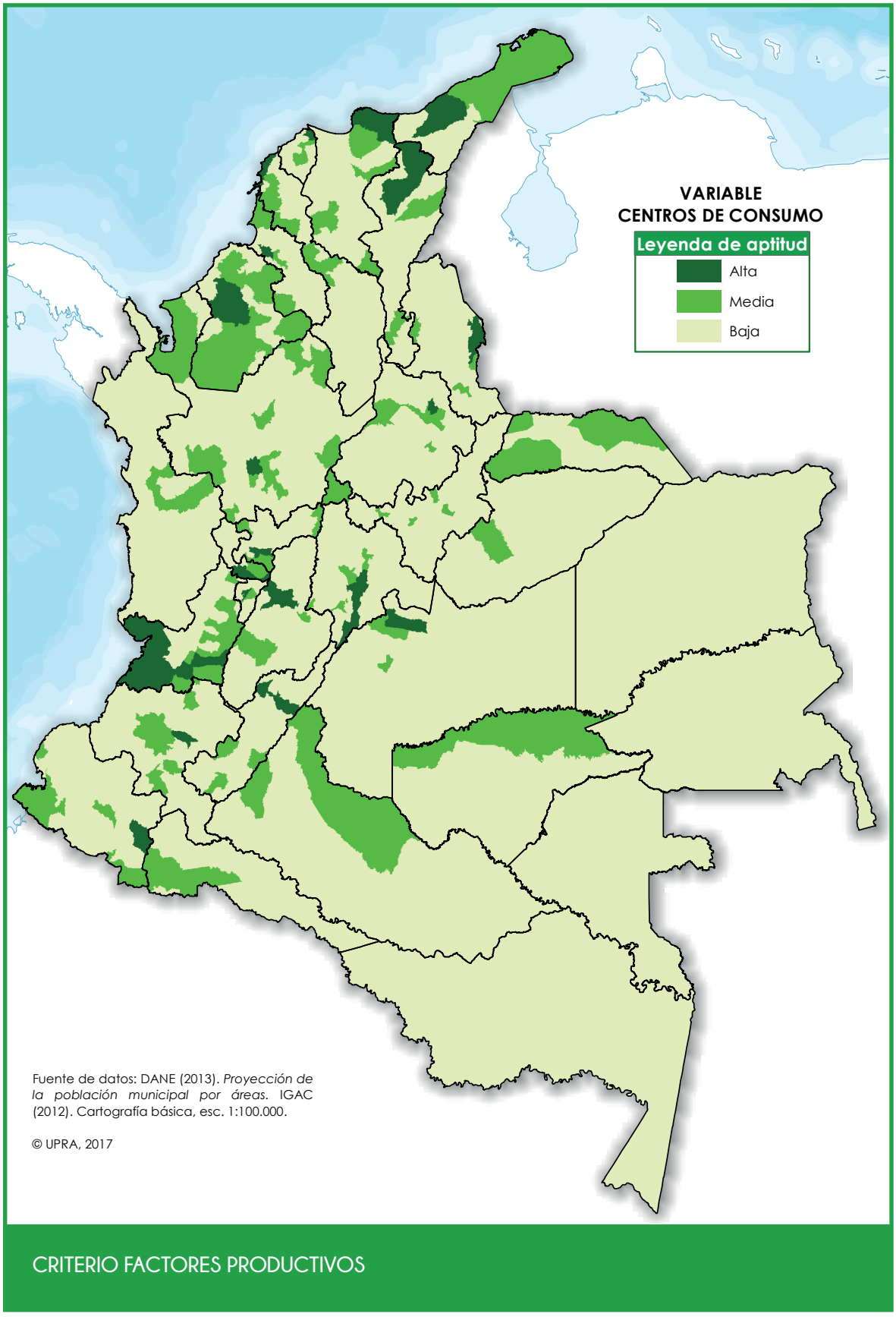
- Clasificación de los municipios por aptitud competitiva.

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definieron teniendo en cuenta las estadísticas como promedio y media a partir el conjunto de municipios analizado.

Unidad de análisis

Municipio

Representación cartográfica de la variable



Fuente de datos: DANE (2013). *Proyección de la población municipal por áreas*. IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000.

© UPRA, 2017

CRITERIO FACTORES PRODUCTIVOS

Fuentes de información

- DANE (2013). Proyección de la población municipal por áreas.
- IGAC (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

3.3 Criterio mercado laboral

Ficha metodológica de criterio		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung**	
Componente: socioeconómico		
Criterio: mercado laboral		
Tipo de criterio	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Variables asociadas al criterio		
• Cercanía a vías 4G, expresada como tiempo de desplazamiento en horas. • Población en edad de trabajar (PET20-64), expresada como índice de competitividad (IC). • Años promedio de escolaridad, expresados en años. • Oferta educativa a nivel técnico, tecnológico y profesional en áreas agropecuarias, expresada como número de programas.		

Definición

Identifica condiciones que afectan, positiva o negativamente, la disponibilidad de mano de obra para las necesidades del cultivo de papaya a nivel municipal.

Importancia del criterio

La existencia de un amplio mercado de mano de obra se rige como un aspecto importante en el momento de decidir la localización de un proceso productivo en la medida en que es el capital humano el que hace posible que las diferentes labores se realicen con efectividad.

La disponibilidad de mano de obra calificada en las regiones se convierte en un factor determinante para la ejecución exitosa de los proyectos productivos y un diferenciador en términos de competitividad regional.

Limitantes de la evaluación del criterio

No toda la población en edad de trabajar está vinculada al mercado laboral porque pueden estar dedicados a actividades escolares (estudiantes), al hogar, vivir de las rentas o pertenecer a algún régimen prepensional por alguna discapacidad laboral, entre otras razones, así como actividades informales como el mototaxismo.

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 ciudades principales 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.

Metodología de evaluación

Las variables que comprende el criterio califican los municipios según categorías de aptitud competitiva. Para cada categoría de aptitud se realizó una reclasificación numérica, la cual consiste en asignar un peso o valor así: A1 = 3; A2 = 2; A3 = 1.

Para el caso del cultivo de la papaya, las variables tenidas en cuenta dentro del criterio tuvieron el mismo peso. Los resultados de cada variable se agruparon en tres categorías de aptitud competitiva para el criterio, en donde los rangos se definen con base en un árbol de decisión, como se presentan en la siguiente tabla:

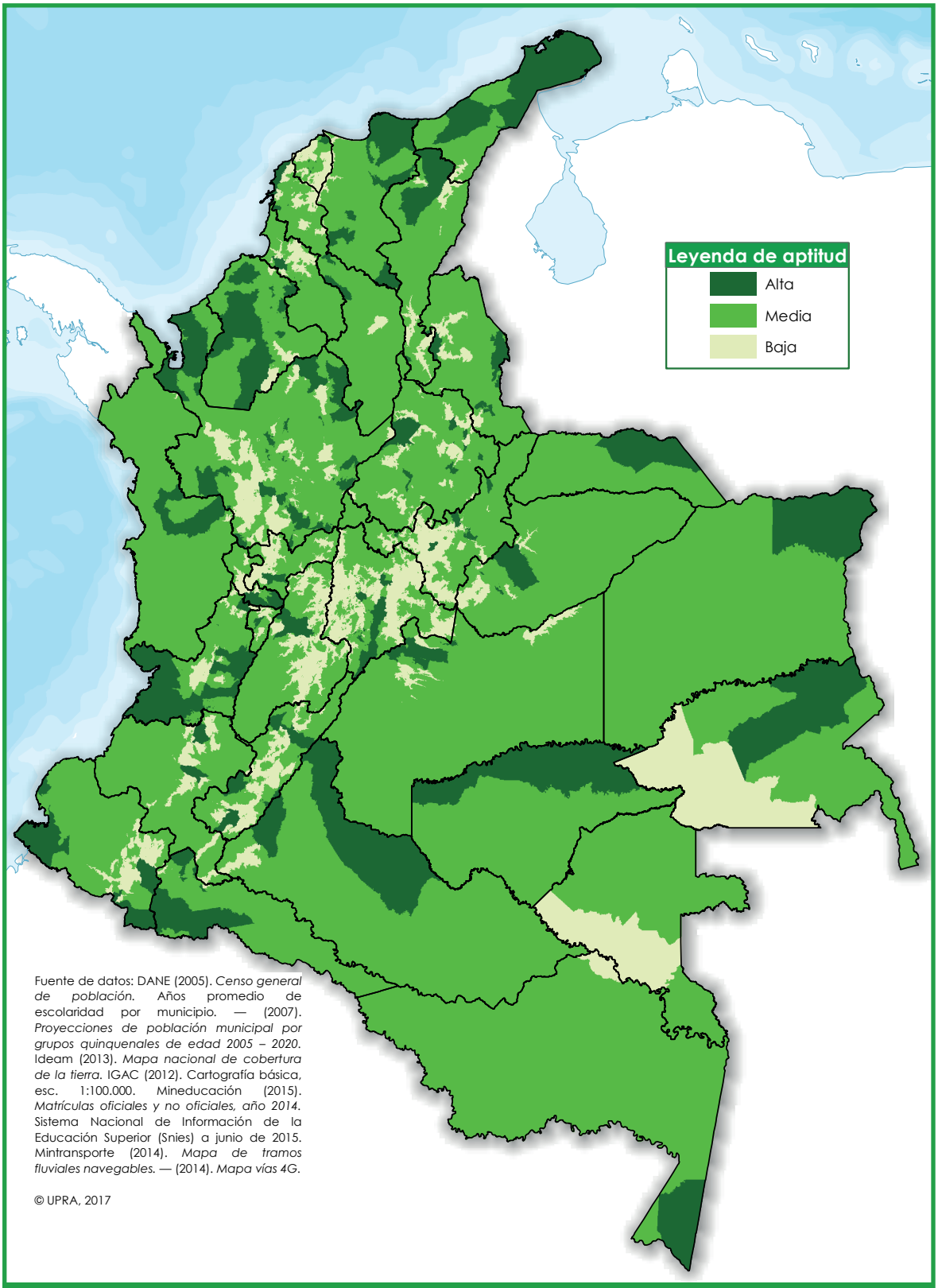
Criterio	Aptitud		
	A1	A2	A3
Mercado laboral	Municipios con sumatoria de aptitud > 10	Municipios con sumatoria de aptitud entre 7 y 9	Municipios con sumatoria de aptitud < 6

Los municipios más competitivos en términos de la caracterización del mercado laboral se encuentran en las ciudades capitales de departamento y particularmente alrededor de Bogotá, Medellín, Cali, Barranquilla, Cartagena y Bucaramanga, mientras que los menos competitivos se encuentran en los antiguos territorios nacionales. Específicamente, el 2,9 % del territorio nacional continental clasificó como de alta competitividad (A1) dentro del criterio mercado laboral y el 58,4 % como de competitividad media (A2).

Rangos para la asignación de valores de aptitud

Variables	Unidad de medida	Aptitud		
		A1	A2	A3
Cercanía a vías 4G	Isócronas	>2 horas	1-2	<1
Población en edad de trabajar (PET20-64)	Índice de competitividad (IC)	>0,01015	0,00419-0,01015	<0,00419
	Personas	>50.000	20.000-50.000	<20.000
Años promedio de escolaridad	Índice de competitividad (IC)	>0,6510	0,3835-0,6510	<0,3835
	Años	>5	3-5	<3
Oferta educativa a nivel técnico, tecnológico y profesional en áreas agropecuarias	Número de programas	4 o más	2 o 3	1 o ninguno

Representación cartográfica del criterio



Fuente de datos: DANE (2005). *Censo general de población.* Años promedio de escolaridad por municipio. — (2007). *Proyecciones de población municipal por grupos quinquenales de edad 2005 – 2020.* Ideam (2013). *Mapa nacional de cobertura de la tierra.* IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 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 (2014). *Mapa de tramos fluviales navegables.* — (2014). *Mapa vías 4G.*

© UPRA, 2017

CRITERIO FACTORES PRODUCTIVOS

Fuentes de información

- DANE. (2005). Censo general de población. Años promedio de escolaridad por municipio
- _. (2007). Proyecciones de población municipal por grupos quinquenales de edad 2005-2020.
- Ideam. (2013). *Mapa nacional de cobertura de la tierra* .
- IGAC. (2012). 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. (2014). Mapa de tramos fluviales navegables. Vías 4G.

3.3.1 Variable cercanía a vías 4G

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung**	
Componente: socioeconómico		
Criterio asociado: mercado laboral		
Variable: cercanía a vías 4G	**Unidad de medida:** Tiempo de desplazamiento en horas	
Tipo de criterio asociado	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

Definición

Facilidad con la que se puede alcanzar entre los tramos de vías de 4G, desde otros puntos en el territorio. Sintetiza las facilidades de desplazamiento de mano de obra hacia los puntos donde se construyen vías de 4G 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 las vías 4G que están en construcción y han empleado buena parte de la mano de obra utilizada en cultivos como el de la papaya.

Vías 4G: Área geográfica donde se lleva a cabo la construcción del nuevo plan de vías soportados por el Minhacienda y el Instituto Nacional de Vías en la geografía Nacional.

Importancia de la variable

Incide en la percepción de los agentes económicos sobre la forma como otras actividades, como la construcción de obras civiles afectan

la disponibilidad de mano de obra necesaria para el desarrollo de actividades productivas del sector agropecuario. Las actividades de construcción de carretera 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 obras de carreteras de 4G y la aptitud competitiva del municipio. Un municipio más cercano a los tramos donde se construyen las vías, es menos competitivo porque cuenta con alternativas de mayores ingresos que 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 presencia actual o futura de vías de 4G: alta (A1); media (A2) y baja (A3)

Tiempo de desplazamiento en horas	Aptitud
>2	A1
1-2	A2
<1	A3

Limitantes de la evaluación de la variable

La información obtenida, presenta los tramos de construcción de las vías 4G, desde el área del municipio donde comienza la obra hasta el municipio donde termina. Es claro que el trayecto de la vía incluye el área de los municipios que se encuentran entre el punto inicial y final de la obra proyectada.

Metodología de procesamiento de la información

- Información.

IGAC. 2012. Cartografía básica, escala 1:100.000.

Mintransporte. 2014. Tramos red vial nacional y departamental,.

Construcción de base de datos de las vías proyectadas de 4G por el Minhacienda, el Instituto Nacional de Vías y los estudios prospectivos de Agencia Nacional de Infraestructura (ANI) en el 2015.

- Precisiones de la información.

La metodología de isócronas empleadas por la UPRA involucra todos los tipos de vías terrestres, las pendientes de las mismas dado su influencia en la velocidad y los tramos fluviales navegables que existían para 2014.

Tipos de vías terrestres empleadas en el algoritmo de isócronas:

- Tipo 1: pavimentada, carretera de dos o más carriles, transitable todo el año.
- Tipo 2: sin pavimentar, carretera de dos o más carriles, transitable todo el año.
- Tipo 3: pavimentada, carretera angosta, transitable todo el año.
- Tipo 4: sin pavimentar, carretera angosta, transitable todo el año.
- Tipo 5: sin pavimentar, transitable en tiempo seco.
- Tipo 6: sin afirmado, transitable en tiempo seco.

- Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Se tomó la información más reciente del Minhacienda, el Instituto Nacional de Vías y los estudios prospectivos de ANI en el 2015, constituyéndose éstosestos en los puntos de referencia para la construcción de isócronas.

- Clasificación de los municipios por aptitud competitiva.

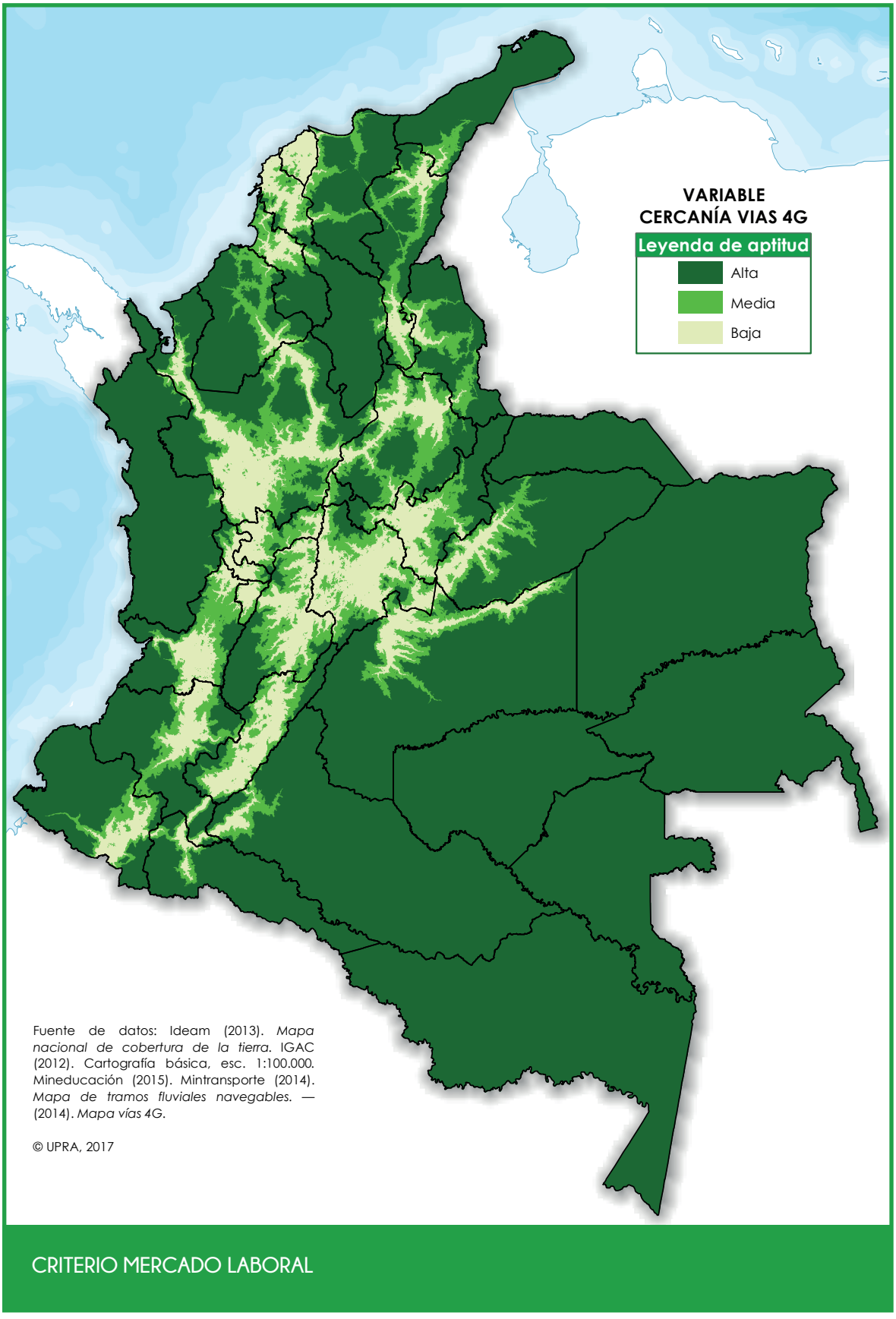
Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definieron teniendo en cuenta los tiempos de desplazamiento de la mano de obra hasta los centros de construcción de las vías de 4G. Mano de obra ubicada a tiempos de viaje cortos tendrían un mayor incentivo para desplazarse de las actividades agropecuarias hacia las actividades de construcción.

Vías de 4G ubicadas 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 (A1). Vías de 4G ubicados entre una y dos horas de viaje, implican que los trabajadores requieren de un tiempo razonable para ir al trabajo y regresar a su lugar de residencia (A2). La población residente a menos de una hora de viaje hacia las vías de 4G, destinaría tan solo una fracción de su tiempo diario para ir al trabajo y regresar a su lugar de residencia (A3).

Unidad de análisis

Isócronas

Representación cartografica de la variable



Fuente de datos: Ideam (2013). *Mapa nacional de cobertura de la tierra.* IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000. Mineducación (2015). Mintransporte (2014). *Mapa de tramos fluviales navegables.* — (2014). *Mapa vías 4G.*

© UPRA, 2017

CRITERIO MERCADO LABORAL

Fuentes de información

- Ideam. (2013). Mapa nacional de cobertura de la tierra Corine Land Cober -CLC.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000.
- Mintransporte. (2014). Mapa de tramos fluviales navegables. Vías 4G.

3.3.2 Variable población en edad de trabajar (PET_{20-64})

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung**	
Componente: socioeconómico		
Criterio asociado: mercado laboral		
Variable: población en edad de trabajar (PET20-64)	**Unidad de medida:** Índice de competitividad (IC), Personas	
Tipo de criterio asociado	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

Definición

Personas de determinada edad a partir de la cual se consideran en capacidad de trabajar.

Por la información disponible a nivel municipal, esta variable se incorporó la población 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 (oferta laboral) para atender el desarrollo de las actividades propias de la explotación comercial de papaya.

Existe una relación directa entre la población en edad de trabajar y la aptitud competitiva del municipio. Municipios con una mayor PET20-64 les muestran a los agentes económicos (productores) mejores opciones de mano de obra (oferta laboral) que podría ser aprovechada para el desarrollo de la explotación comercial de papaya.

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) Personas	Aptitud
IC≥ 0,712	
≥ 50.000 personas	A1
IC ≥0,472 y <0,712	
20.000-50.000 personas	A2
IC <0,472	
<20.000 personas	A3

Limitantes de la evaluación de la variable

No toda la población en edad de trabajar está vinculada al mercado laboral porque pueden estar dedicados a otro tipo de actividades como: actividades escolares (estudiantes) y actividades del hogar principalmente. Asimismo, algunas personas pueden vivir de las rentas o pertenecer a un régimen pensional (regímenes especiales) o pueden recibir algún tipo de pensión por alguna discapacidad laboral, entre otras razones.

Los indicadores no tienen en cuenta las migraciones internas que se suceden en el país especialmente de población campesina apta o experta en el trabajo en los cultivos que componen la cadena.

Metodología de procesamiento de la información

- Información.

IGAC. 2012. Cartografía básica, escala 1:100.000.

DANE. 2007. Proyecciones de población municipal, por grupos quinquenales de edad 2005-2020 (con base en el censo de población, 2005).

- Precisiones de la información.

La información fuente para la estimación de la PET20-64 se hace a partir de proyecciones de población de mediano plazo (2005-2020).

Para efectos de la zonificación se consideró inicialmente contar con la información de los rangos de población entre 18 y 64 años. Sin embargo, se tomó la información de los rangos de población correspondientes a 20 a 64 años debido a que la información de la PET está disponible en grupos de 5 años.

- Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Se calculó la relación entre la PET20-64 con respecto al total de la población municipal proyectada para el 2014. 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 tiene el potencial para generar el desarrollo de cultivos hortofrutícolas.

Se calcula como el valor absoluto de IC = (I-MIN)/(MAX-MIN);

Donde

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

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

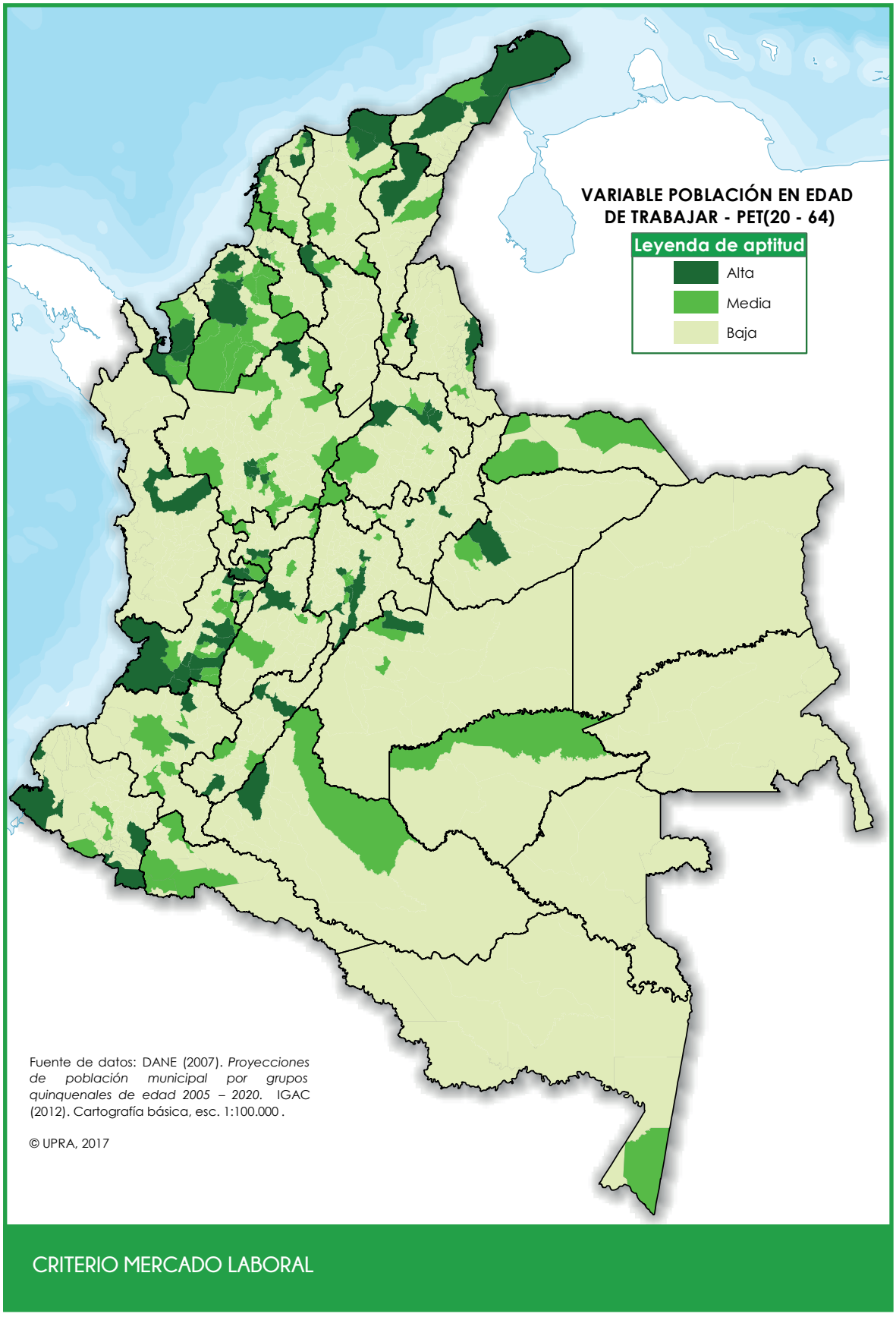
MAX: valor máximo existente de la variable en los municipios del país.

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

- Clasificación de los municipios por aptitud competitiva.:

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definieron teniendo en cuenta la dispersión de la participación porcentual de la PET20-64 respecto a la población total del municipio, de acuerdo con la distribución de los datos a partir de la elaboración del histograma y teniendo como estadísticos de referencia, la mediana y el promedio nacional.

Representación cartografica de la variable



Fuentes de información

- DANE. (2007). Proyecciones de población municipal por grupos quinquenales de edad 2005-2020.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

3.3.3 Variable años promedio de escolaridad

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung**	
Componente: socioeconómico		
Criterio asociado: mercado laboral		
Variable: población en edad de trabajar (PET20-64)	**Unidad de medida:** A.Índice de competitividad (IC) B. Número de años promedio de escolaridad en el municipio	
Tipo de criterio asociado	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

Definición

Número de años promedio de estudios cursados y aprobados por la población de 15 años o más, a nivel municipal.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Incide en la disponibilidad de mano de obra cualificada, la cual contribuye a mejorar la productividad y en consecuencia la competitividad de las diferentes actividades que hacen parte de la explotación comercial de la papaya.

Los municipios en donde su población tiene un mayor número de años aprobados generan condiciones en las cuales la mano de obra cuenta con mayores habilidades para asimilar capacidades y transferir conocimientos que benefician el desarrollo de la explotación comercial de los productos que componen la cadena.

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 años promedio de escolaridad en el municipio Índice de competitividad (IC)	Aptitud
≥5 IC ≥0,2511	A1
3-5 IC entre 0,1483 y 0,2511	A2
<3 IC <0,1483	A3

Limitantes de la evaluación de la variable

La información disponible a la fecha corresponde a los cálculos realizados por el DANE a partir de los datos del censo general de población y vivienda de 2005. Lo anterior presenta una década de atraso y no refleja el impacto de las políticas públicas a nivel educativa implementadas en años recientes.

Metodología de procesamiento de la información

- Información

DANE. 2005. Censo general población y vivienda.

- Precisiones de la información.

El supuesto base es que todo niño (o niña) ingresa al colegio a la edad de siete años cumplidos. Con una tasa de repitencia de cero, a los 15 años cumplidos, se debe haber cursado y aprobado como mínimo ocho años de estudio. Con seis años aprobados, se supone haber cursado un año de preescolar y los cinco años de básica primaria.

- 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 tiene el potencial para generar el desarrollo sostenible de la explotación comercial hortofrutícola.

Se calcula como el valor absoluto de IC = (I-MIN)/(MAX-MIN);

Donde

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

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

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

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

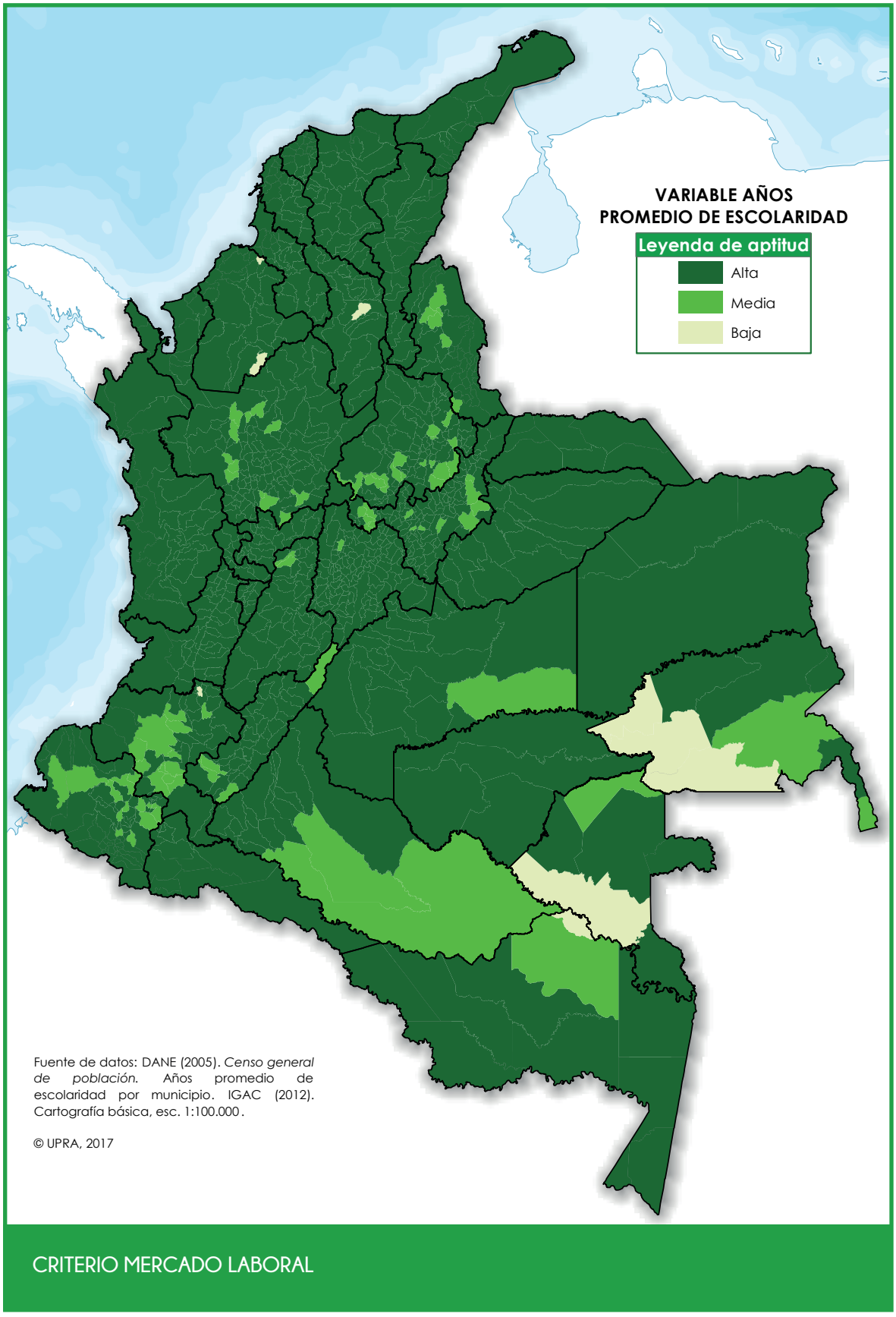
- Clasificación de los municipios por aptitud competitiva.

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 estadístico descriptivo de referencia.

Unidad de análisis

Municipio

Representación cartografica de la variable



Fuente de datos: DANE (2005). *Censo general de población.* Años promedio de escolaridad por municipio. IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000.

© UPRA, 2017

CRITERIO MERCADO LABORAL

Fuentes de información

- DANE (2005) Censo General de Población 2005. Años promedios de escolaridad por municipio. Bogotá: DANE.
- IGAC (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000

3.3.4 Variable oferta educativa a nivel técnico, tecnológico y profesional en áreas agropecuarias

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung**	
Componente: socioeconómico		
Criterio asociado: mercado laboral		
Variable: oferta educativa a nivel técnico, tecnológico y profesional en áreas agropecuarias	**Unidad de medida:** número de programas de formación académica en actividades del sector agropecuario en el municipio	
Tipo de criterio asociado	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

Oferta educativa a nivel técnico, tecnológico y profesional en áreas agrícolas y existencia de programas de formación académica, en las áreas del conocimiento de las ciencias agronómicas, forestales, agropecuarias y afines, con modalidad presencial en el municipio.

Importancia de la variable

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 de la explotación comercial de la papaya.

Los municipios en donde existen programas de formación académica con modalidad presencial, congregan y permiten la cualificación de mano de obra interesada en temas afines a la producción agrícola, potenciando las condiciones del mercado laboral y la competitividad municipal. Por tanto, la competitividad de los municipios es proporcional a la oferta educativa a nivel técnico, tecnológico y profesional en áreas agrícolas y afines 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, 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 Mineducación según cada municipio y no del número de graduados o egresados por municipio.

No se tiene en cuenta el programa del SENA "Jóvenes Rurales" que tienen una presencia importante en el territorio nacional e inciden positivamente sea en la explotación agropecuaria como en la mitigación del fenómeno de abandono del campo y migración a la ciudad.

Metodología de procesamiento de la información

- Información

Mineducación. 2015. Matrículas oficiales y no oficiales año 2014 y SNIES a junio de 2015.

- Precisiones de la información.

El número de programas académicos ofertados para cada municipio, se identificó a partir de los registros de educación superior, de una parte y por otra a partir de la relación de colegios con especialidad o énfasis agropecuario en el país. Entre los programas que se asignaron a cada municipio, se tuvo en cuenta formación técnica, tecnológica, universitaria y especializaciones. No se consideraron los programas de maestría y doctorado.

- Clasificación de los municipios por aptitud competitiva.:

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definieron teniendo en cuenta tres Categorías de aptitud competitiva, así:

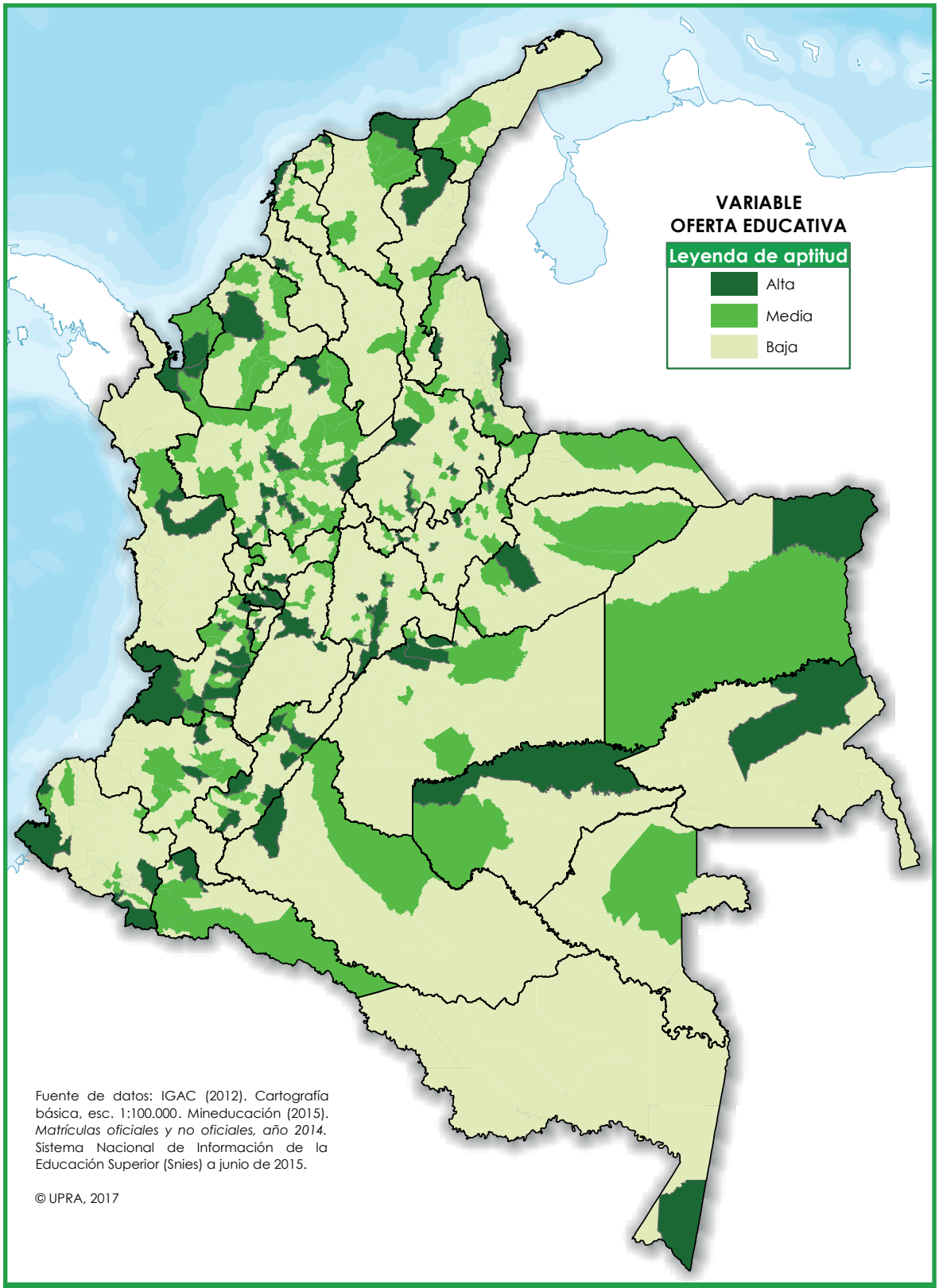
Municipios con cuatro o más programas de formación académica, incluidos los colegios de educación media con especialidad en áreas agropecuarias (A1); municipios con dos o tres programas de forma-

ción académica, incluidos los colegios de educación media con especialidad en áreas agropecuarias (A2); municipios con uno o ningún programa de formación académica (A3).

Unidad de análisis

Número de programas

Representación cartografica de la variable



Fuente de datos: IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 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.

© UPRA, 2017

CRITERIO MERCADO LABORAL

Fuentes de información

- IGAC (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Mineducación (2015). SIMAT matrícula oficiales y no oficiales año 2014 y SNIES a junio 2015.

3.4 Criterio tamaño de la tierra rural

Ficha metodológica de criterio		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung**	
Componente: socioeconómico		
Criterio: tamaño de la tierra rural		
Tipo de criterio	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Variables asociadas al criterio		
El criterio está compuesto por una sola variable: tamaño tipo de los predios rurales, cuya unidad de medida es la unidad agrícola familiar (UAF).		

Definición

Superficie de terreno que se expresa en rangos de tamaños definidos de acuerdo con el comportamiento de la UAF (2 SMMLV) por municipio, y por las dimensiones consideradas óptimas para una productividad competitiva.

Para efectos de la zonificación, cada municipio del país se ubica dentro de un rango de tamaño tipo predominante y, por lo tanto, en una aptitud determinada; la medición se hizo a través de la comparación predio a predio de la información catastral manejada en la dirección de ordenamiento territorial de la UPRA comparada con la UAF definida en los decretos 1132 y 1133 de 2013 del Incoder, para el municipio donde se encuentre el predio.

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 los cuales, a su vez, tienen una estrecha relación con el tamaño de la unidad de producción.

La relación de tamaño del predio y la UAF muestra como está distribuida la tierra a nivel municipal, y como el cultivo es de pequeñas áreas; se espera que las regiones donde la distribución del predio no sea mayor a 2 UAF municipales hay una aptitud mayor para acceder a la tierra y poder producir.

Limitantes de la evaluación del criterio

La fuente de información para la medición de la variable, la 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.

La definición de UAF del municipio se define bajo los decretos 1132 y 1133 de 2013 por el Incoder.

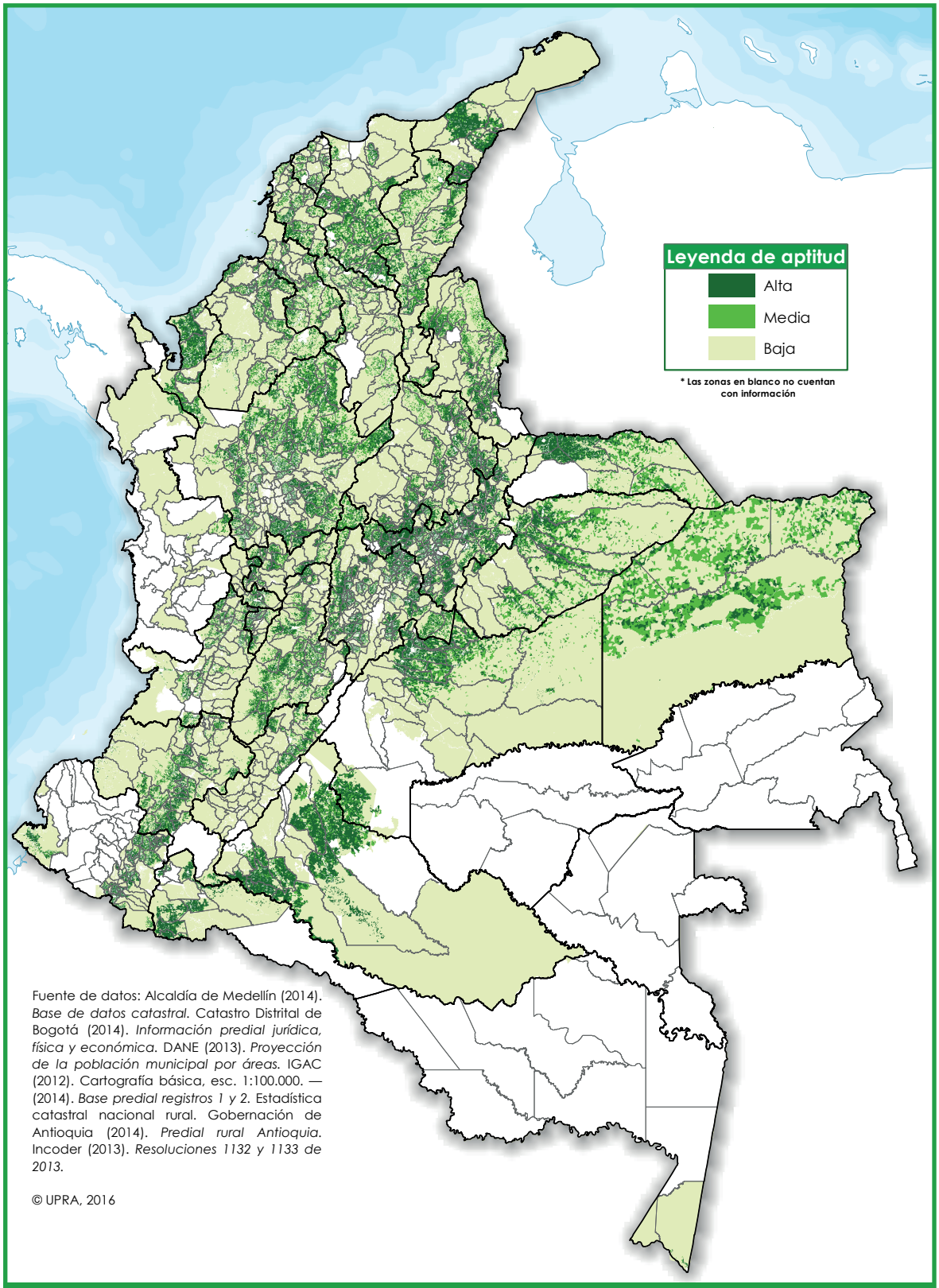
Metodología de evaluación

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	Unidad agrícola familiar (UAF)	≤2	2-5	>5

Representación cartográfica del criterio



Fuente de datos: Alcaldía de Medellín (2014). *Base de datos catastral.* Catastro Distrital de Bogotá (2014). *Información predial jurídica, física y económica.* DANE (2013). *Proyección de la población municipal por áreas.* IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000. — (2014). *Base predial registros 1 y 2.* Estadística catastral nacional rural. Gobernación de Antioquia (2014). *Predial rural Antioquia.* Incoder (2013). *Resoluciones 1132 y 1133 de 2013.*

© UPRA, 2016

CRITERIO TAMAÑO DE LA TIERRA RURAL

Fuentes de información

- Alcaldía de Medellín (2014). Base de datos catastral.
- Catastro Distrital de Bogotá (2014). Información predial jurídica, física y económica.
- Gobernación de Antioquía (2014). Predial rural Antioquia.
- IGAC. (2014). Base predial registros1 y 2. Estadística catastral nacional rural.
- _. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000.
- Incoder (2013). Resoluciones 1132 y 1133 de 2013.

3.4.1 Variable tamaño tipo de los predios rurales

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung**	
Componente: socioeconómico		
Criterio asociado: tamaño de la tierra rural		
Variable: tamaño tipo de los predios rurales	**Unidad de medida:** Unidad agrícola familiar (UAF)	
Tipo de criterio asociado	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

Definición

Área de terreno predial que predomina en un municipio. Se expresa con base en el número y el área ocupada por los predios en el municipio.

Importancia de la variable

Incide en los costos de producción, los cuales impactan la competitividad del cultivo. Los costos de producción están asociados a la economía de escalas, los cuales a su vez tienen una estrecha relación con el tamaño de la unidad de producción.

El mejor acceso a la tierra y la mayor posibilidad de producir, manifiestan un mayor nivel de aptitud. Si hay regiones del país donde el tamaño de los predios es menor de 2 UAF para el municipio, significa que hay una mayor probabilidad de acceder a la tierra porque hay menor concentración de la misma, y en los cultivos hortofrutícolas el común denominador son predios pequeños. Esta relación muestra menor concentración y, por ende, genera una mayor aptitud.

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:

Tamaño tipo, definido según el rango de tamaño predominante (UAF)	Aptitud
<2	A1
2-5	A2
>5	A3

Limitantes de la evaluación de la variable

La fuente de información para la medición de la variable es la base predial del IGAC, vigencia 2014, que carece de 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. La UAF no está definida para todos los municipios.

Metodología de procesamiento de la información

- Información.

IGAC. 2012. Cartografía básica, escala 1:100.000;.

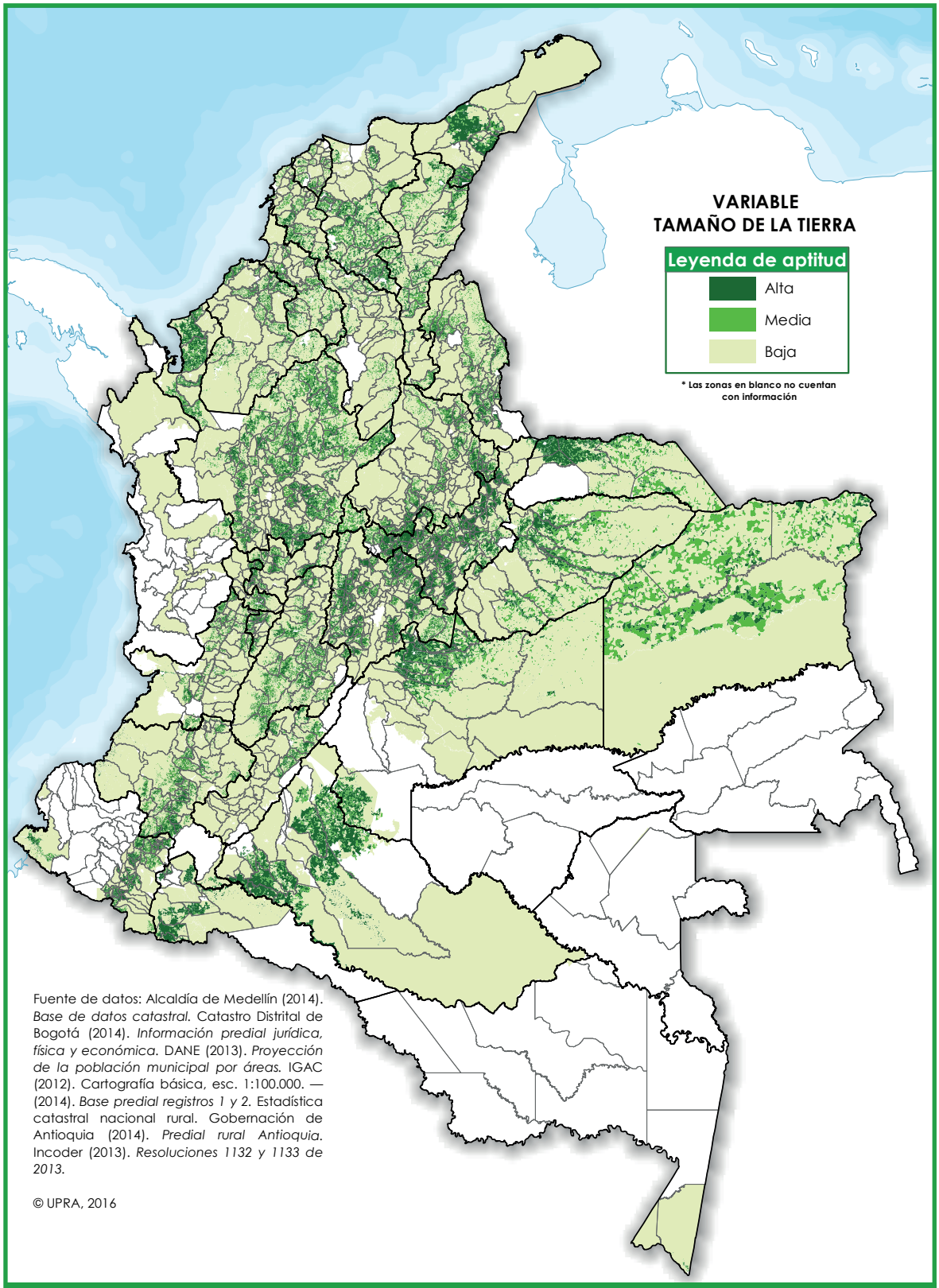
IGAC. 2014. Base predial: registros 1 y 2, vigencia 2014.

La medición se hizo a través de la comparación predio a predio de la información catastral manejada en la dirección de ordenamiento territorial de la UPRA comparada con la UAF definida en los decretos 1132 y 1133 de 2013, del Incoder, para el municipio donde se encuentre el predio.

Unidad de análisis

Municipio

Representación cartográfica de la variable



Fuente de datos: Alcaldía de Medellín (2014). *Base de datos catastral.* Catastro Distrital de Bogotá (2014). *Información predial jurídica, física y económica.* DANE (2013). *Proyección de la población municipal por áreas.* IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000. — (2014). *Base predial registros 1 y 2.* Estadística catastral nacional rural. Gobernación de Antioquia (2014). *Predial rural Antioquia.* Incoder (2013). *Resoluciones 1132 y 1133 de 2013.*

© UPRA, 2016

CRITERIO TAMAÑO DE LA TIERRA RURAL

Fuentes de información

- Alcaldía de Medellín (2014). Base de datos catastral.
- Catastro Distrital de Bogotá (2014). Información predial jurídica, física y económica.
- Gobernación de Antioquía (2014). Predial rural Antioquia.
- IGAC. (2014). Base predial registros1 y 2. Estadística catastral nacional rural.
- _. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000.
- Incoder (2013). Resoluciones 1132 y 1133 de 2013.

3.5 Criterio institucionalidad y asociatividad

Ficha metodológica de criterio		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung**	
Componente: socioeconómico		
Criterio: institucionalidad y asociatividad		
Tipo de criterio	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Variables asociadas al criterio		
• Índice de desempeño fiscal, expresado como índice. • Programas y servicios que ofrece el SENA, expresados en tiempo de desplazamiento en horas. • Predios certificados BPA por el ICA, expresados en número de predios certificados. • Programas o servicios ofrecidos por Corpoica, expresados en tiempo de desplazamiento en horas. • Organizaciones gremiales o de base del sector, expresadas como presencia. • Extensión y asistencia técnica sectorial, expresados en tiempo de desplazamiento en horas.		

Definición

Identifica condiciones internas y externas a la cadena en términos de la oferta institucional y del fortalecimiento y consolidación del sector de la papaya.

Caracteriza la presencia institucional del Estado y los gremios, porque su apoyo a los procesos productivos y comerciales, se constituye en un elemento central para la competitividad.

Importancia del criterio

Identifica la oferta institucional de organizaciones cuyas actividades tienen efectos directos sobre el desempeño de la actividad agrícola a nivel local, como el ICA, el SENA y Corpoica, así como indirectos, como la calidad del gasto público local, las cuales cuando funcionan adecuadamente se convierten en generadores de externalidades positivas que propician una mayor competitividad.

Refleja la existencia de oferta institucional pública y privada a nivel municipal, así como la articulación de organizaciones, asociaciones, cooperativas y productores e instancias que facilitan el desarrollo y soporte del sector de la producción de papaya 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. A nivel municipal, las posibilidades de una mejor oferta institucional pública en infraestructura, asistencia técnica, servicios públicos y sociales y 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 comercial de papaya.

Los 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

El análisis de presencia o ausencia de instituciones en el municipio debe ser complementado con la calidad de sus intervenciones ya que la sola presencia no garantiza procesos que agreguen valor a la actividad agrícola.

La información utilizada para las organizaciones gremiales o de base del sector, proviene del gremio y 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.

Metodología de evaluación

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

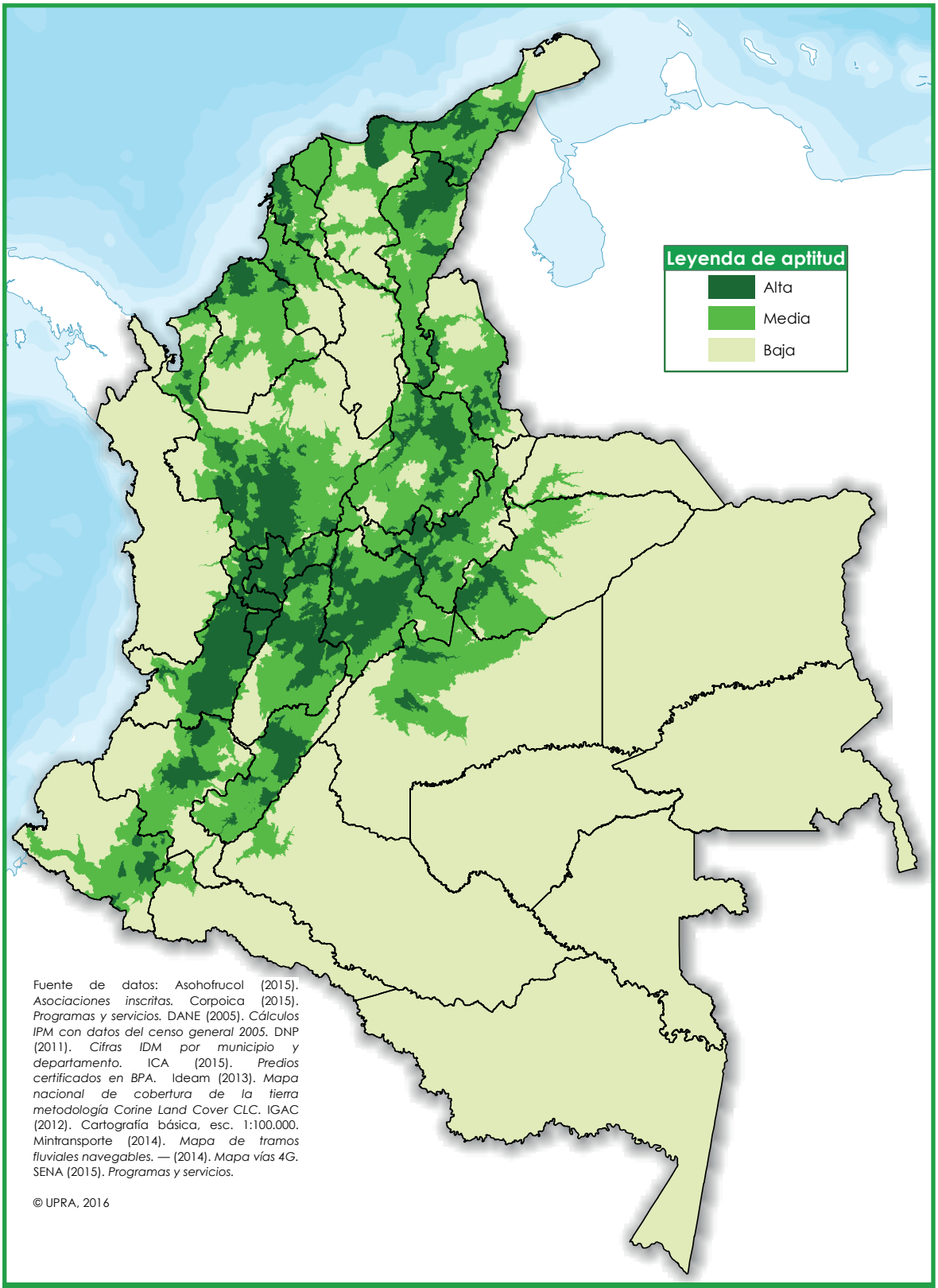
Mediante un árbol de decisión, se procedió a sumar los valores asignados a las categorías de aptitud. Los resultados de esta suma se agruparon en tres categorías de aptitud competitiva para el criterio:

Criterio	Aptitud		
	A1	A2	A3
Institucionalidad y asociatividad	Municipios con sumatoria de aptitud > 14	Municipios con sumatoria de aptitud entre 10 y 13	Municipios con sumatoria de aptitud < 9

Rangos para la asignación de valores de aptitud

Variables	Unidad de medida	Aptitud		
		A1	A2	A3
Índice de desempeño fiscal	Índice	≥ 70,02 y hasta 90,73	≥ 60,00 y < 70,02	≥ 33,23 y < 60,00
	Índice de competitividad (IC)	≥0,655	0,476 ≤ IC < 0,655	< 0,476
Programas y servicios ofrecidos por el SENA	Tiempo de desplazamiento en horas	≤2	2-4	>4
Predios certificados BPA por el ICA	Número de predios certificados	≥5	1-5	Sin predios certificados
Programas y servicios ofrecidos por Corpoica	Tiempo de desplazamiento en horas	Municipios ≤ 2 h	Municipios entre 2 h y 4 h	Municipios > 4 h
Organizaciones gremiales o de base del sector	Presencia	Con presencia	-	Sin presencia
Extensión y asistencia técnica sectorial	Tiempo de desplazamiento en horas	≤2	2-4	>4

Representación cartográfica del criterio



Fuente de datos: Asohofrucol (2015). *Asociaciones inscritas.* Corpoica (2015). *Programas y servicios.* DANE (2005). *Cálculos IPM con datos del censo general 2005.* DNP (2011). *Cifras IDM por municipio y departamento.* ICA (2015). *Predios certificados en BPA.* Ideam (2013). *Mapa nacional de cobertura de la tierra metodología Corine Land Cover CLC.* IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000. Mintransporte (2014). *Mapa de tramos fluviales navegables.* — (2014). *Mapa vías 4G.* SENA (2015). *Programas y servicios.*

© UPRA, 2016

CRITERIO INSTITUCIONALIDAD Y ASOCIATIVIDAD

Fuentes de información

- Asohofrucol. (2015). Asociaciones inscritas. www.asohofrucol.com.co
- Corpoica. (2015). Programas y servicios.
- DANE. (2005). Cálculos IPM con datos del censo general 2005.
- DNP. (2011). Cifras IDM por municipio y departamento.
- ICA. (2015). Predios certificados en BPA.
- Ideam. (2013). Mapa nacional de cobertura de la tierra Corine Land Cover CLC.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000.
- Mintransporte. (2014). Mapa de tramos fluviales navegables y mapa de vías 4G.
- SENA. (2015). Programas y servicios.

3.5.1 Variable índice de desempeño fiscal

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung**	
Componente: socioeconómico		
Criterio asociado: institucionalidad y asociatividad		
Variable: índice de desempeño fiscal	**Unidad de medida:** A. Índice de competitividad (IC), B. índice de desempeño fiscal	
Tipo de criterio asociado	Análisis jerárquico	✓
	Condicionante	
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	

Definición

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 capacidad de ahorro.

El DNP (2013) define los siguientes indicadores:

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: es la 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; evidencia 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. Entiéndase 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.

Existe una relación directa entre el desempeño fiscal y la aptitud competitiva del municipio. Municipios con mayores índices de desempeño fiscal tienen mayores posibilidades de inversión en infraestructura, asistencia técnica, servicios públicos y sociales y proyectos productivos, entre otros, lo cual favorece 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 las categorías de aptitud competitiva:

Índice de desempeño fiscal Índice de competitividad (IC)	Aptitud
≥ 70,02 y hasta 90,73	
≥0,655	A1
≥ 60,00 y < 70,02	
0,476 ≤ IC < 0,655	A2
≥ 33,23 y < 60,00	
<0,476	A3

En consideración a los estadígrafos de la variable para el periodoperíodo de análisis 2009-2013, del total de los municipios evaluados (1101), el 21 % se clasifican como solventes y sostenibles; el 62 %, vulnerables, y el 17 %, en deterioro y riesgo. Ejemplos de estos municipios por categoría son: en la primera categoría, Rionegro (Antioquia), Monterrey (Casanare) y Nobsa (Boyacá); en la segunda categoría, Zetaquira (Boyacá), Pacho (Cundinamarca) y Santo Domingo (Antio-

quia); y, en la tercera, Contadero (Nariño), Río Iró (Chocó) y Albania (Caquetá).

Limitantes de la evaluación de la variable

Para los municipios de los departamentos de Amazonas, Vaupés, Guainía y San Andrés no hay reporte de la variable de desempeño fiscal. Estos municipios fueron agrupados en la categoría baja (A3), en consideración a su baja actividad fiscal con relación a los recursos del sistema general de participaciones del país.

Metodología de procesamiento de la información

- Información.

DNP. 2014. Desempeño fiscal, 2009-2013.

- 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 a través de un ranking, según su nivel de desempeño, así: solvente, IDF $\geq$ 80; sostenible, IDF $\geq$ 70 y $<$ 80, vulnerable, IDF $\geq$ 60 y $<$ 70; riesgo, IDF $\geq$ 40 y $<$ 60, y deterioro, IDF $<$ 40.

- Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Se calculó el promedio anual para los años 2009-2013 del índice de desempeño fiscal por municipio.

- 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 tiene el potencial comercial para generar el desarrollo sostenible de un cultivo.

Se calcula como el valor absoluto de IC = (I-MIN)/(MAX-MIN);

Donde

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

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

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

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

- Clasificación de los municipios por aptitud competitiva.

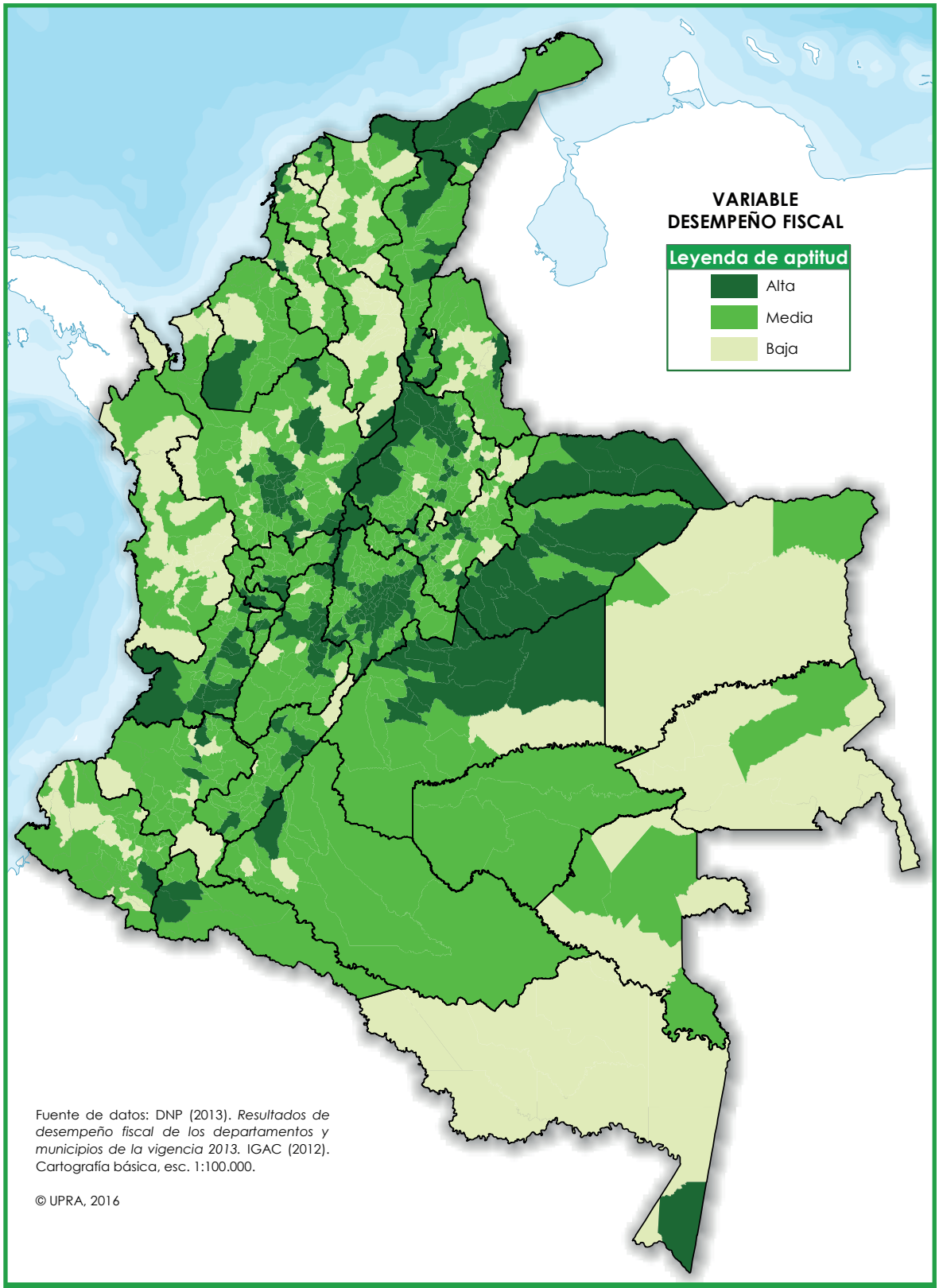
De acuerdo con la clasificación de los municipios mediante el índice de

desempeño fiscal (IDF), estos se agruparon dentro de las categorías de aptitud competitiva así: alta (A1), solvente y sostenible; aptitud media (A2) y vulnerable, y aptitud baja (A3), deterioro y riesgo.

Unidad de análisis

Municipio

Representación cartográfica de la variable



Fuente de datos: DNP (2013). *Resultados de desempeño fiscal de los departamentos y municipios de la vigencia 2013.* IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000.

© UPRA, 2016

CRITERIO INSTITUCIONALIDAD Y ASOCIATIVIDAD

Fuentes de información

- DNP. (2013). Resultados de desempeño fiscal de los departamentos y municipios de la vigencia 2013.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

3.5.2 Variable programas y servicios ofrecidos por el SENA

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung**	
Componente: socioeconómico		
Criterio asociado: institucionalidad y asociatividad		
Variable: programas y servicios ofrecidos por el SENA	**Unidad de medida:** tiempo de desplazamiento en horas	
Tipo de criterio asociado	Análisis jerárquico	✓
	Condicionante	
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	

Definición

Facilidad con la que se puede alcanzar desde un sitio en el territorio el centro más cercano del SENA, que ofrece programas de formación profesional integral para la incorporación, el cual ofrezca servicios, apoyo o formación en técnicas y procesos productivos que intervienen directamente con la producción agrícola desde otros puntos en el territorio.

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 que ofrece programas y servicios especializados como son jóvenes rurales emprendedores, escuelas líderes CEDAGRO-SER, SENA emprende rural, modelos y sistemas de producción agrícola enmarcados en BPA, técnicas en procedimiento de frutas y hortalizas, jóvenes en acción, riego, drenaje y manejo de suelos agrícolas, cultivos labores del campo, unidad investigativa para frutas y hortalizas, formación agrícola poscosecha, proyectos productivos agrícolas comunitarios, innovación agricultura, asistencia a producción agrícola, agricultura de precisión, control ambiental, apoyo empresas agrícolas.

Importancia de la variable

Refleja la existencia de oferta institucional pública y privada a nivel municipal, así como la articulación de asociaciones, cooperativas y productores a instancias que facilitan el desarrollo y soporte de la cadena hortofrutícola en el territorio. Una mayor oferta institucional del

orden nacional y que promuevan la asociatividad favorecen el acceso a los avances de investigación, control fitosanitario, formación técnica y tecnológica, y fortalecimiento organizacional del sector. A nivel municipal, las posibilidades de una mejor oferta institucional pública en infraestructura, asistencia técnica, servicios públicos y sociales, proyectos productivos, entre otros, ofrecería mejores condiciones para el fortalecimiento del aparato productivo. En conjunto, la oferta nacional y municipal contribuye a mejorar la competitividad de los cultivos que componen la cadena hortofrutícola.

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. Incide en la competitividad para el desarrollo de una explotación comercial de la cadena hortofrutícola, al facilitar la movilidad de su 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 el Sena 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 las variables se clasificaron de acuerdo con el tiempo de desplazamiento hasta la sede del SENA más cercana:

Tiempo de desplazamiento en horas	Aptitud
≤2	A1
2-4	A2
>4	A3

Se observa que la zona central del país tiene una mayor aptitud competitiva, al igual que la zona de influencia de las capitales de la costa atlántica, la región pacífica, los llanos orientales y la amazonía so n los que presentan menor aptitud.

Limitantes de la evaluación de la variable

Una de las limitantes es que la zonificación de esta variable depende de los programas específicos que tenga el SENASena municipal relacionado con el cultivo, si los lineamientos a nivel nacional o regional sobre los programas no están bien enfocados se generaría un error en la zonificación, a su vez programas nuevos que tenga el SENASena no

estarían incluidos o si llegasen haber cambios en los programas cada año tampoco se incluirían, este es un corte temporal que muestra los programas al 2016.

Metodología de procesamiento de la información

- Información.

IGAC. 2012. Cartografía básica, escala 1:100.000.

Mintransporte. 2014. Tramos red vial nacional y departamental.

SENA. 2014. Regionales y centros de formación.

- Precisiones de la información.

Para la espacialización se tomó como referente la existencia de centros de formación del SENA en los municipios que tienen programas específicos en servicios especializados como son Jóvenes Rurales Emprendedores, Escuelas líderes CEDAGRO-SER, SENA emprende rural, modelos y sistemas de producción agrícola enmarcados en BPA, técnicas en procedimiento de frutas y hortalizas, jóvenes en acción, riego, drenaje y manejo de suelos agrícolas, cultivos labores del campo, unidad investigativa para frutas y hortalizas, formación agrícola poscosecha, proyectos productivos agrícolas comunitarios, innovación agricultura, asistencia a producción agrícola, agricultura de precisión, control ambiental y apoyo a empresas agrícolas.

Municipios con sede del SENA que ofrecen programas y servicios. La metodología de isócronas empleadas 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.

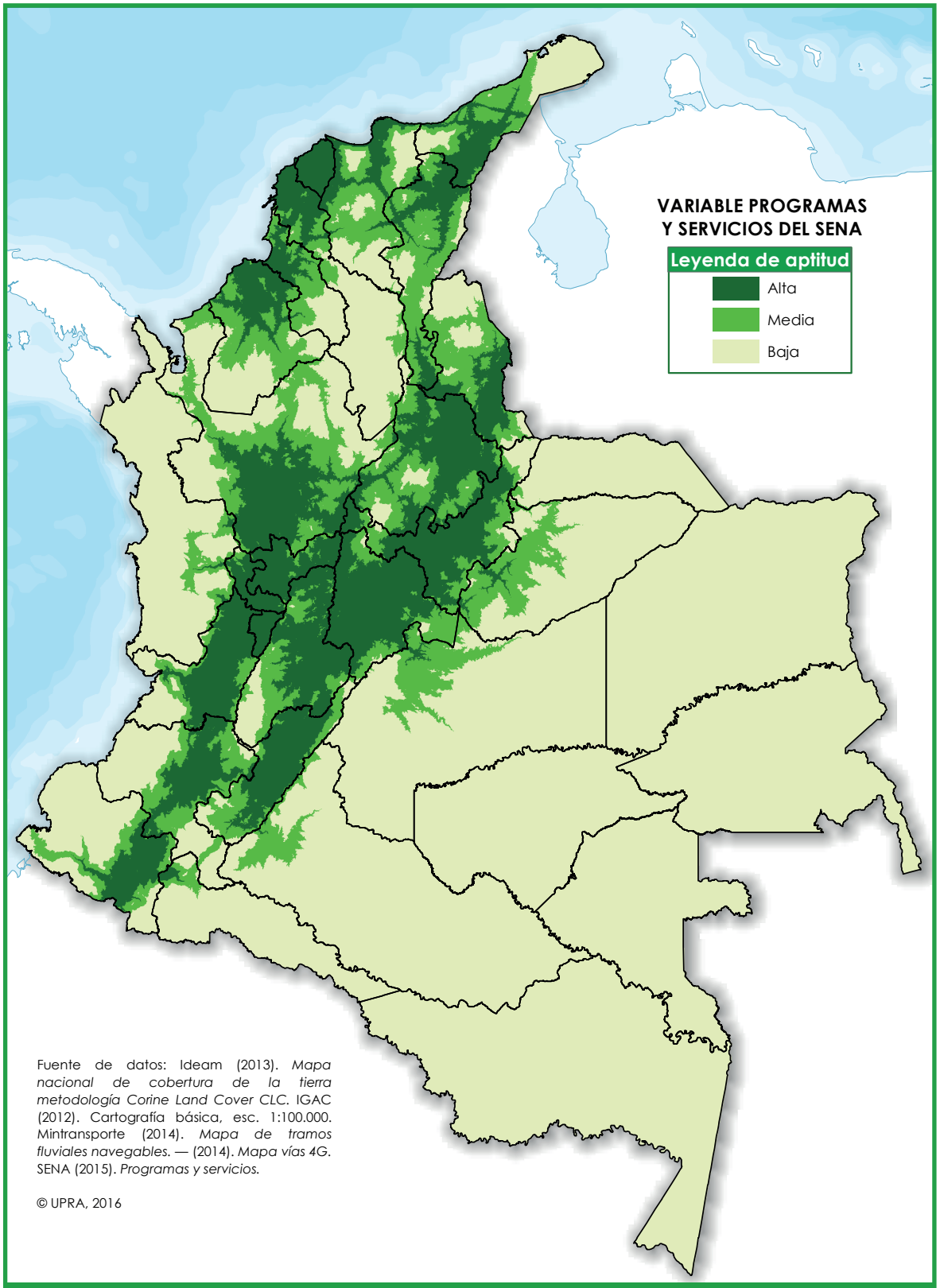
Tipos de vías terrestres empleadas en el algoritmo de isócronas:

- 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.
- Clasificación de los municipios por aptitud competitiva.:

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definie-

ron teniendo en cuenta los tiempos de desplazamiento en horas hasta los centros del Sena, que tienen los programas y servicios específicos. Se definieron tres categorías de aptitud competitiva: áreas geográficas de los municipios con centros de formación SENA, que se encuentran a menos de dos horas de distancia del mismo, se consideran con aptitud alta (A1); áreas geográficas de los municipios que se encuentran a más de dos y hasta cuatro horas de los centros de formación del Sena se clasificaron en aptitud media (A2); áreas geográficas de los municipios que se encuentran a más de cuatro horas de distancia de los centros de formación del Sena, se clasificaron en aptitud baja (A3). Estas áreas geográficas, aunque distantes y de difícil acceso a los centros de formación SENA, se encuentran dentro de la cobertura de la institución.

Representación cartográfica de la variable



Fuente de datos: Ideam (2013). *Mapa nacional de cobertura de la tierra metodología Corine Land Cover CLC.* IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000. Mintransporte (2014). *Mapa de tramos fluviales navegables.* — (2014). *Mapa vías 4G.* SENA (2015). *Programas y servicios.*

© UPRA, 2016

Fuentes de información

Ideam. (2013). Mapa nacional de cobertura de la tierra.

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

Mintransporte. (2014). Mapa de tramos fluviales navegables y mapa de vías 4G.

SENA. (2013). Objetivos y funciones. Recuperado de: <http://www.sena.edu.co/acerca-del-sena/quienes-somos/Paginas/Objetivos-y-Funciones.aspx>.

_. (2015). Regionales y centros de formación. Recuperado de: <www.sena.edu.co/regionales-y-centros-de-formacion/Paginas/Regionales-y-Centros-de-Formacion.aspx>.

3.5.3 Variable predios certificados BPA por el ICA

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung**	
Componente: socioeconómico		
Criterio asociado: institucionalidad y asociatividad		
Variable: predios certificados BPA por el ICA	**Unidad de medida:** número de predios certificados	
Tipo de criterio asociado	Análisis jerárquico	✓
	Condicionante	
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	

Definición

Número de predios certificados en buenas prácticas agrícolas BPA por parte del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), cuyos objetivos son mejorar la inocuidad de los alimentos, la sostenibilidad ambiental y el bienestar de los agricultores y sus familias.

Importancia de la variable

Incide en la percepción de los agentes económicos con respecto a la oferta institucional para la certificación en BPA de la producción agrícola. La certificación abre las puertas a mercados internacionales que exigen este tipo de requisitos.

Municipios con presencia de predios certificados por el ICA tienen mayores oportunidades de desarrollo de la cadena productiva de la papaya, y, por lo tanto, se consideran más competitivos.

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:

NumeroNúmero de predios certificados	Aptitud
≥ 5	A1
1-5	A2
<1	A3

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

No se conocen limitaciones para la evaluación de esta variable.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Información.

ICA. 2015. Predios certificados en BPA 2015.

Precisión de la información.

Para la espacialización se tomó como referente la existencia de sedes del ICA en los municipios.

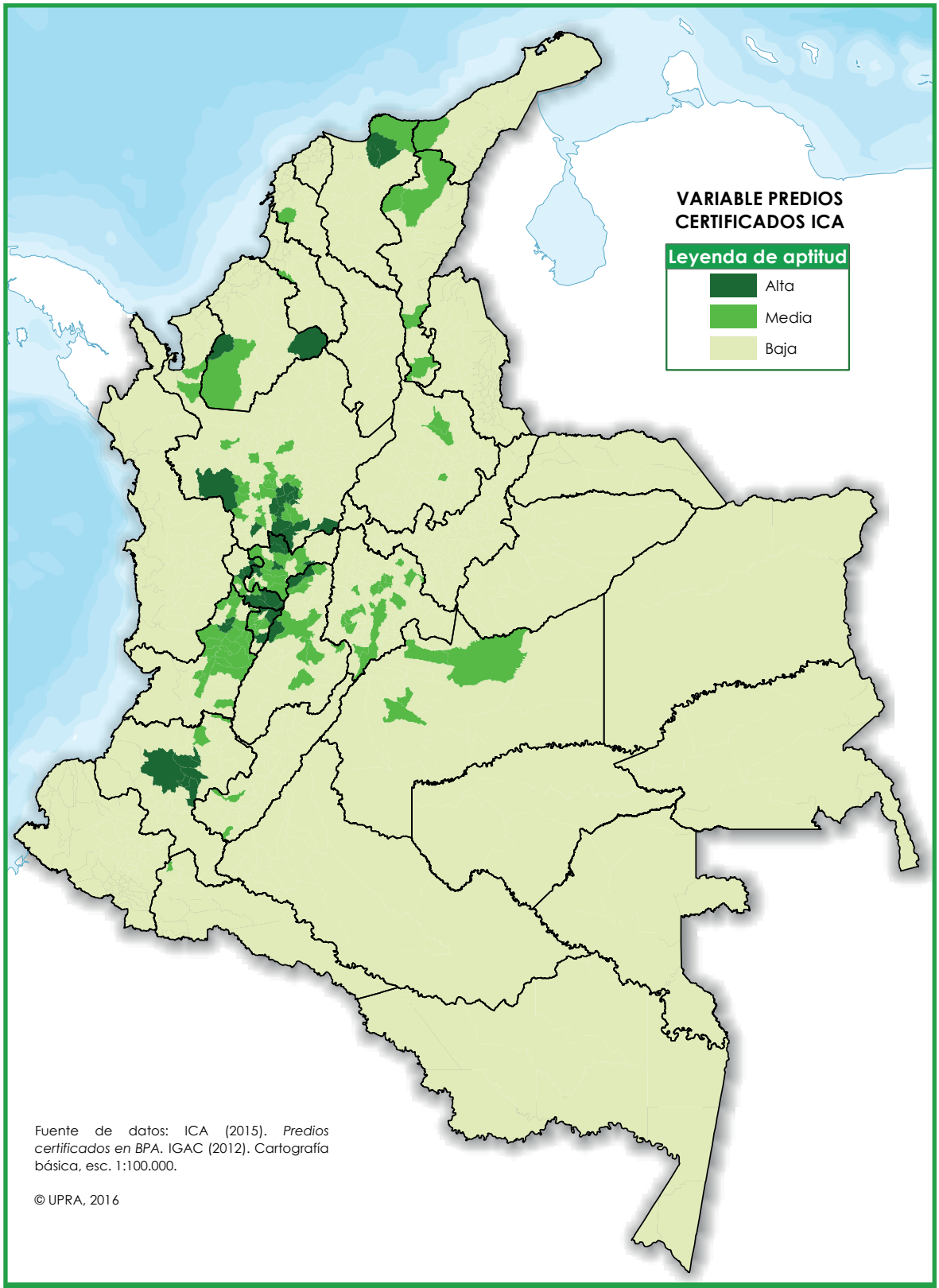
Clasificación de los municipios por aptitud competitiva.:

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definieron teniendo en cuenta tres categorías de aptitud competitiva: municipios mayores o iguales a cinco predios certificados BPA del ICA, se clasifican en aptitud alta (A1), municipios entre uno y cinco predios certificados BPA del ICA, aptitud media (A2) y los municipios sin predios certificados BPA del ICA, aptitud baja (A3).

Unidad de análisis

Municipios con predios certificados

Representación cartográfica de la variable



Fuente de datos: ICA (2015). *Predios certificados en BPA*. IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000.

© UPRA, 2016

CRITERIO INSTITUCIONALIDAD Y ASOCIATIVIDAD

Fuentes de información

ICA. (2015). Predios certificados BPA del ICA.

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

3.5.4 Variable programas o servicios ofrecidos por Corpoica

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung**	
Componente: socioeconómico		
Criterio asociado: institucionalidad y asociatividad		
Variable: programas o servicios ofrecidos por Corpoica UNIDAD DE MEDIDA: tiempo de desplazamiento en horas	**Unidad de medida:** tiempo de desplazamiento en horas	
Tipo de criterio asociado	Análisis jerárquico	✓
	Condicionante	
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	

Definición

Facilidad con la que se puede alcanzar un centro de investigación Corpoica, el cual ofrezca servicios, apoyo o formación en técnicas y procesos que intervienen directamente con la producción agrícola en la cadena hortofrutícola 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 Corpoica que ofrecen estos programas específicos.

Importancia de la variable

Refleja la existencia de oferta institucional pública y privadoprivada a nivel municipal, así como la articulación de asociaciones, cooperativas y productores a instancias que facilitan el desarrollo y soporte de la cadena hortofrutícola 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 municipio, las posibilidades de una mejor oferta institucional pública en infraestructura, asistencia técnica, servicios públicos y sociales, proyectos productivos, entre otros, ofrecería mejores condiciones para el fortalecimiento del aparato productivo. En conjunto, la oferta nacional y municipal contribuye a mejorar la competitividad de los cultivos de papaya.

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. Incide en la competitividad para el desarrollo de una explotación comercial de la cadena hortofrutícola, al facilitar la movilidad de su aparato productivo.

Precisiones de la información: para la espacialización se tomó como referente la existencia de centros de investigación y sedes de Corpoica en los municipios que tengan programas específicos en particular donde hay el programa de red de innovación de hortalizas y red de innovación de cultivos transitorios.

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 las variables se clasificaron de acuerdo con la categoría de aptitud competitiva:

Tiempo de desplazamiento en horas	Aptitud
≤2	A1
2-4	A2
>4	A3

Limitantes de la evaluación de la variable

No se conocen limitaciones para la evaluación de esta variable.

Metodología de procesamiento de la información

- Información.

IGAC. 2012. Cartografía básica, escala 1:100.000.

Mintransporte. 2014. Tramos red vial nacional y departamental.

Corpoica. 2015. Regionales y centros de investigación.

- Precisiones de la información.

Para la espacialización se tomó como referente la existencia de centros de investigación y sedes de Corpoica en los municipios que tengan programas específicos en particular donde hay el programa de red de

innovación de hortalizas y red de innovación de cultivos transitorios.

- La metodología de isócronas.

Empleadas 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.

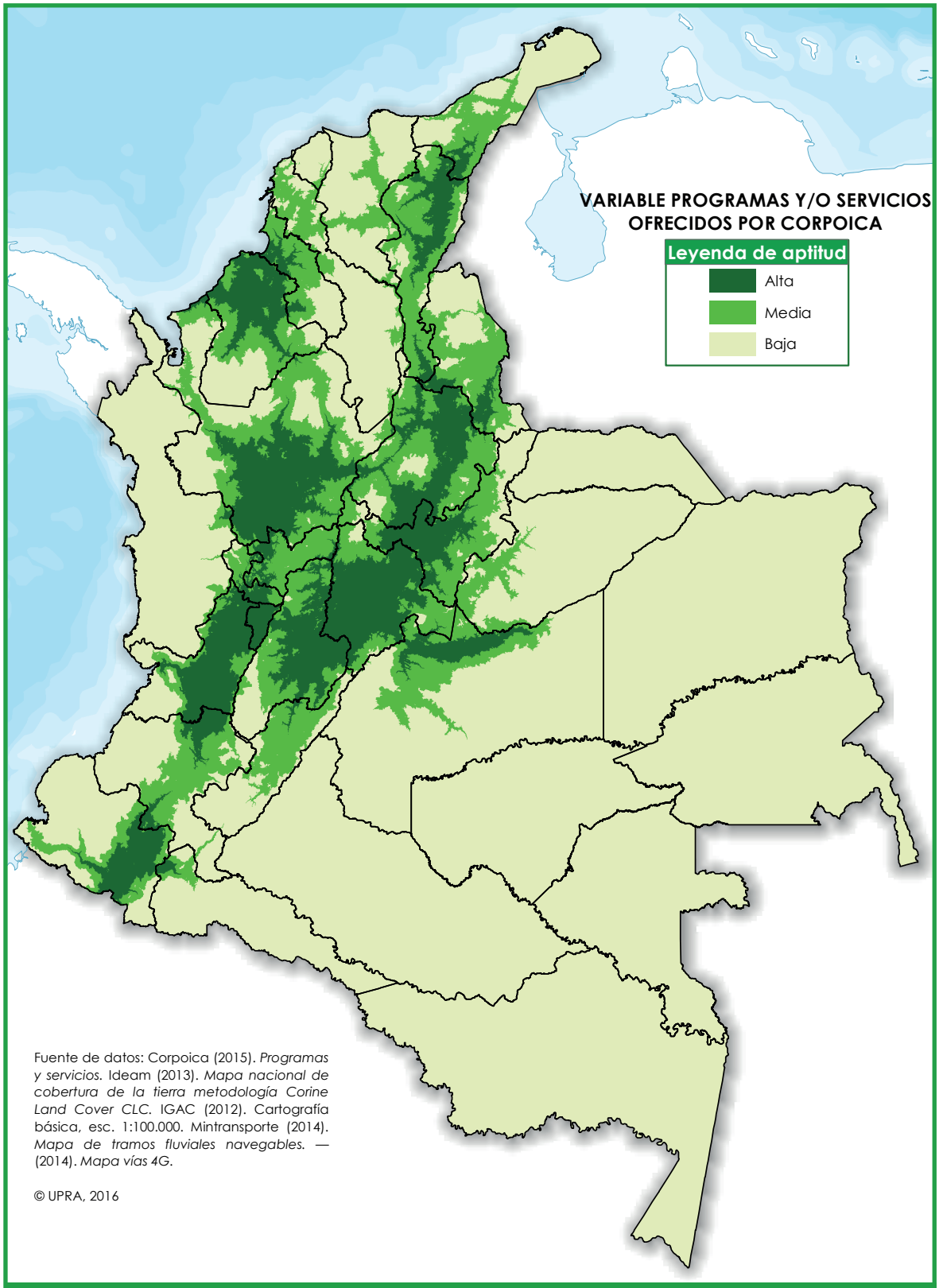
- Tipos de vías terrestres empleadas en el algoritmo de isócronas:
- Tipo 1: pavimentada, carretera de dos o más carriles, transitable todo el año.
- Tipo 2: sin pavimentar, carretera de dos o más carriles, transitable todo el año.
- Tipo 3: pavimentada, carretera angosta, transitable todo el año.
- 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.
- Clasificación de los municipios por aptitud competitiva:

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definieron teniendo en cuenta los tiempos de desplazamiento en horas hasta los centros del Corpoica. Se definieron tres categorías de aptitud competitiva: áreas geográficas de los municipios con centros de investigación Corpoica, que se encuentran a menos de dos horas de distancia del mismo, se consideran con aptitud alta (A1); áreas geográficas de los municipios que se encuentran a más de dos y hasta cuatro horas de los centros de investigación de Corpoica se clasificaron en aptitud media (A2); áreas geográficas de los municipios que se encuentran a más de cuatro horas de distancia de los centros de investigación de Corpoica, se clasificaron en aptitud baja (A3). Estas áreas geográficas, aunque distantes y de difícil acceso a los centros de investigación Corpoica, se encuentran dentro de la cobertura de la institución.

Unidad de análisis

Tiempo de desplazamiento en horas

Representación cartográfica de la variable



Fuente de datos: Corpoica (2015). *Programas y servicios.* Ideam (2013). *Mapa nacional de cobertura de la tierra metodología Corine Land Cover CLC.* IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000. Mintransporte (2014). *Mapa de tramos fluviales navegables.* — (2014). *Mapa vías 4G.*

© UPRA, 2016

CRITERIO INSTITUCIONALIDAD Y ASOCIATIVIDAD

Fuentes de información

- Corpoica. (2015). Programas y servicios. www.corpoica.gov.co
- Ideam. (2013). Mapa nacional de cobertura de la tierra Corine Land Cover CLC.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Mintransporte. (2014). Mapa de tramos fluviales navegables. Mapas vías 4G.

3.5.5 Variable extensión y asistencia técnica sectorial

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung**	
Componente: socioeconómico		
Criterio asociado: institucionalidad y asociatividad		
Variable: extensión y asistencia técnica sectorial	**Unidad de medida:** tiempo de desplazamiento en horas	
Tipo de criterio asociado	Análisis jerárquico	✓
	Condicionante	
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	

Definición

Cercanía de las 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 subsector de papaya, en particular.

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.

Los 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, el desarrollo de

capacidades de gestión y administración de los sistemas productivos y 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:

Tiempo de desplazamiento en horas	Aptitud
≤2	A1
2-4	A2
>4	A3

Limitantes de la evaluación de la variable

La información empleada está basada en las asociaciones que se encuentran referidas en el plan nacional hortofrutícola y se asume que dichas organizaciones cuentan con un ingeniero agrónomo como mínimo, que ofrece la asistencia técnica especializada.

Para la espacialización no se contó con las Unidades Municipales de Asistencia Técnica Agropecuaria (Umata) y sus similares, cuya función es prestar asistencia técnica agropecuaria directa y gratuita a los pequeños productores, debido a que están presentes en todos los municipios del país.

Metodología de procesamiento de la información

- Información.

IGAC. 2012. Cartografía básica, escala 1:100.000.

Mintransporte. 2014. Tramos red vial nacional y departamental.

Asohofrucol. 2015. Plan nacional hortofrutícola.

- Precisiones de la información.

Para la espacialización se tomó como referente la existencia de las asociaciones inscritas en el plan nacional de fomento hortofrutícola.

- La metodología.

De isócronas empleadas 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.
- Clasificación de los municipios por aptitud competitiva.:

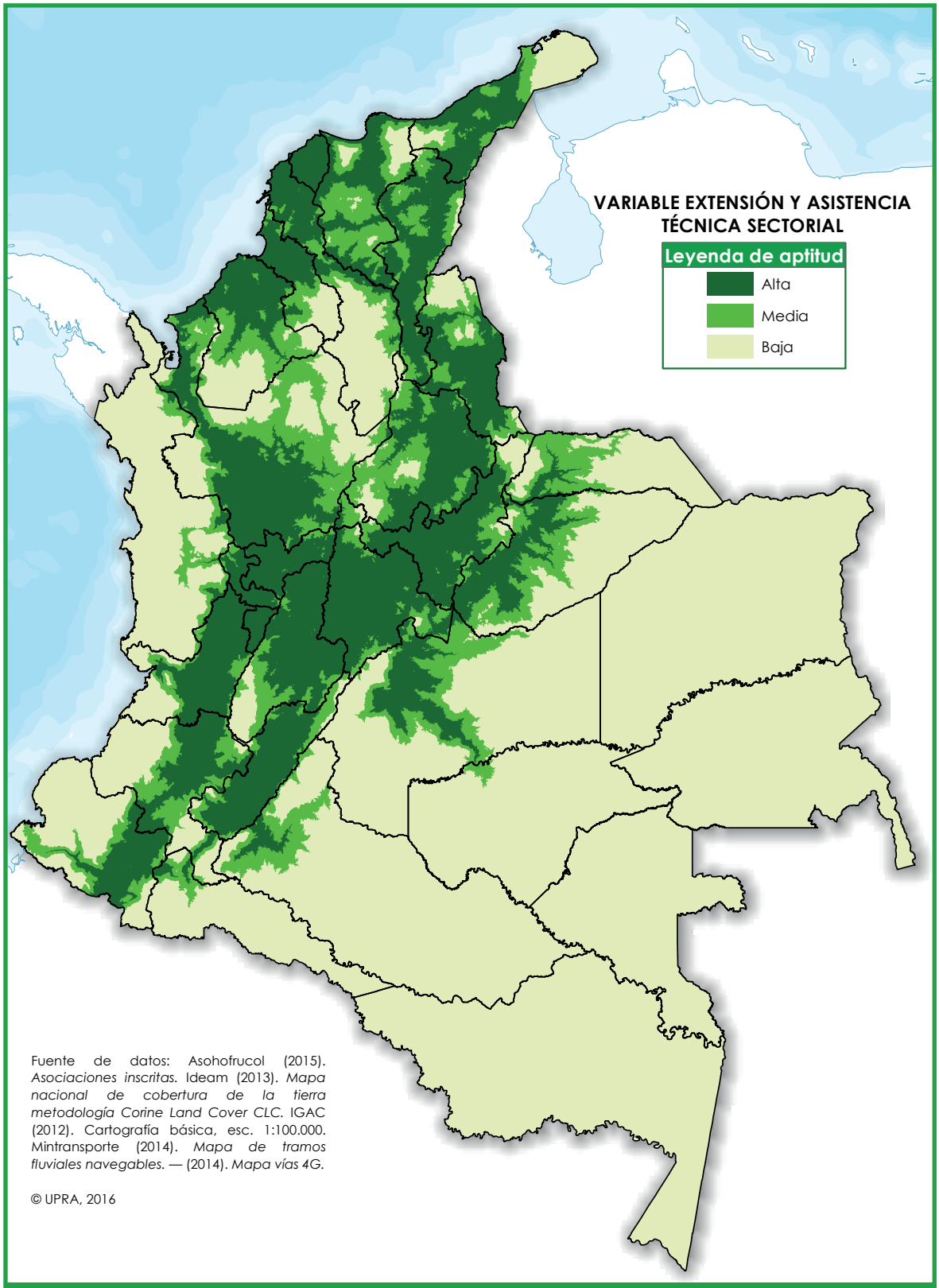
Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definieron teniendo en cuenta los tiempos de desplazamiento en horas hasta las asociaciones. Se definieron tres categorías de aptitud competitiva: áreas geográficas de los municipios con asociaciones, que se encuentran a menos de dos horas de distancia del mismo, se consideran con aptitud alta (A1); áreas geográficas de los municipios que se encuentran a más de dos y hasta cuatro horas de las asociaciones se clasificaron en aptitud media (A2); áreas geográficas de los municipios que se encuentran a más de cuatro horas de distancia de las asociaciones, se clasificaron en aptitud baja (A3). Estas áreas geográficas, aunque distantes y de difícil acceso a las asociaciones, se encuentran dentro de la cobertura de la institución.

- Precisión de la información.

Para medir la presencia de organizaciones de extensión y asistencia técnica, se tuvieron en cuenta los directorios o registros continuos del Plan nacional de fomento hortofrutícola a través de Asohofrucol.

Hay más de 273 municipios con mínimo una asociación y una amplia cobertura a nivel nacional.

Representación cartográfica de la variable



Fuente de datos: Asohofrucol (2015). *Asociaciones inscritas.* Ideam (2013). *Mapa nacional de cobertura de la tierra metodología Corine Land Cover CLC.* IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000. Mintransporte (2014). *Mapa de tramos fluviales navegables.* — (2014). *Mapa vías 4G.*

© UPRA, 2016

CRITERIO INSTITUCIONALIDAD Y ASOCIATIVIDAD

Fuentes de información

- Asohofrucol. (2015). Asociaciones inscritas. www.asohofrucol.com.co
- Ideam. (2013). Mapa de cobertura de la tierra.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Mintransporte. (2014). Mapa de tramos fluviales navegables. Mapa vías 4G.

3.5.6 Variable organizaciones gremiales o de base del sector

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung**	
Componente: socioeconómico		
Criterio asociado: institucionalidad y asociatividad		
Variable: organizaciones gremiales o de base del sector	**Unidad de medida:** presencia de organizaciones gremiales o de base en el municipio	
Tipo de criterio asociado	Análisis jerárquico	✓
	Condicionante	
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	

Definición

Sedes de Asohofrucol que hacen presencia en los municipios.

Importancia de la variable

La presencia gremial indica el nivel de asociatividad y representatividad regional de los productores, frente a los lineamientos de política sectorial del gobierno NacionalGobierno nacional .

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:

Presencia de organizaciones gremiales o de base en el municipio	Aptitud
Con presencia	A1
Sin presencia	A3

Limitantes de la evaluación de la variable

La información podría estar desactualizada y algunas de las organizaciones pueden haberse desintegrado o estar inactivas.

Metodología de procesamiento de la información

- Información.

Asohofrucol. 2015. Base de datos sedes Asohofrucol en Colombia, 2015.

- Precisiones de la información.

Se consultaron los municipios que tiene regionales de Asohofrucol.

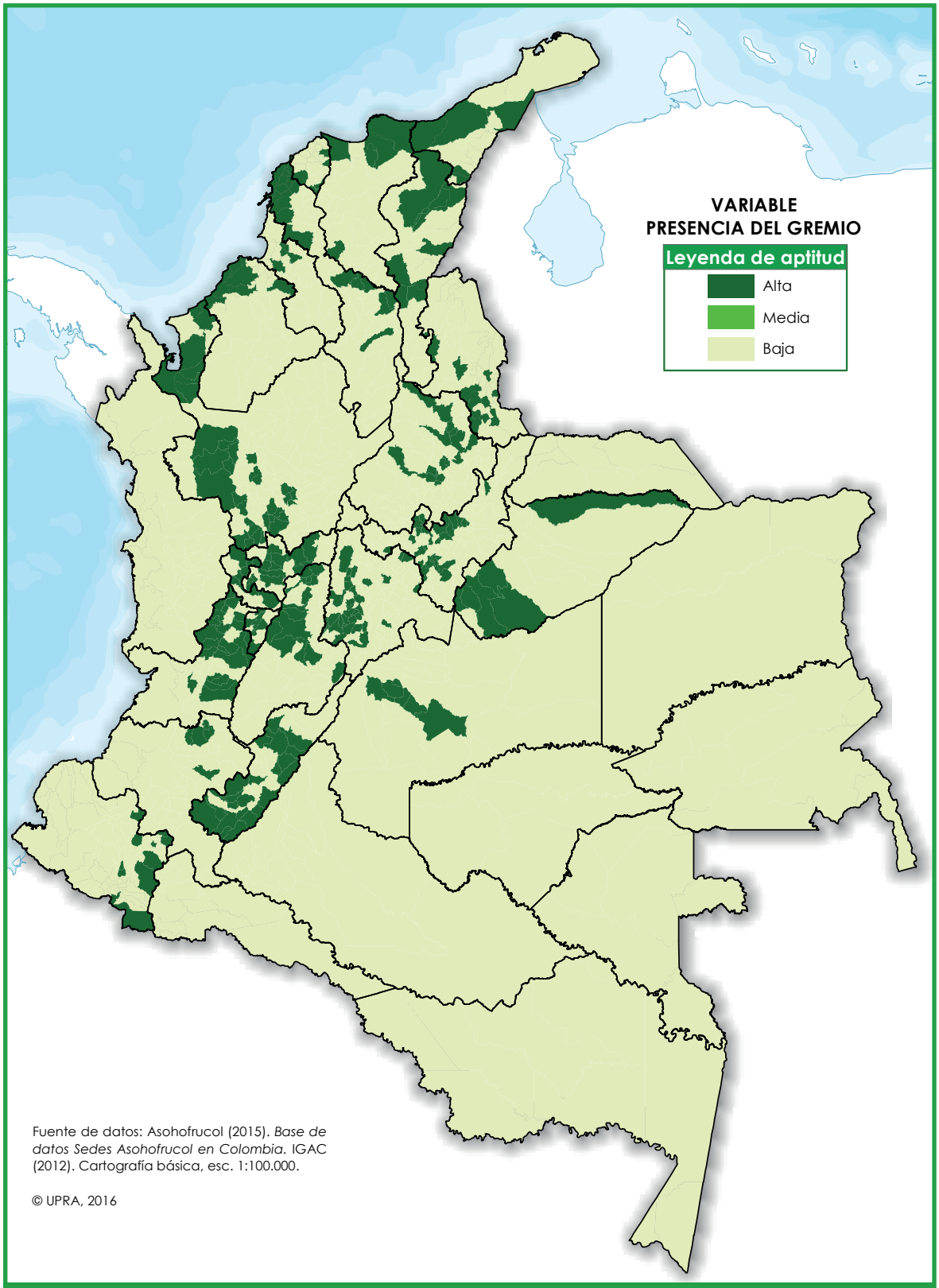
- Clasificación de los municipios por aptitud competitiva.

Municipios con presencia regional de Asohofrucol, se clasificaron en aptitud alta (A1) y aquellos sin presencia con aptitud baja (A3), dado que la Asociación tiene cobertura nacional.

Unidad de análisis

Municipio

Representación cartográfica de la variable



Fuente de datos: Asohofrucol (2015). *Base de datos Sedes Asohofrucol en Colombia*. IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000.

© UPRA, 2016

CRITERIO INSTITUCIONALIDAD Y ASOCIATIVIDAD

Fuentes de información

- Asohofrucol. (2015). Base de datos Sedes Asohofrucol en Colombia.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

3.6 Criterio seguridad ciudadana

Ficha metodológica de criterio		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung**	
Componente: socioeconómico		
Criterio: seguridad ciudadana		
Tipo de criterio	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Variables asociadas al criterio		
Índice de riesgo de amenazas.		

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

Las zonas donde se presentan y repiten hechos delictivos constituyen un riesgo para la vida humana, la integridad física y psicológica de los individuos. Estas zonas podrían estar asociadas a la presencia de grupos armados ilegales y delincuencia común, lo cual puede incidir negativamente en la dinámica del aparato productivo asociado al cultivo.

La seguridad es uno de los factores que determina el clima de inversión y este a su vez afecta la competitividad del municipio. Existe una relación inversa entre el riesgo de amenazas y la aptitud competitiva del municipio.

Las condiciones de seguridad en el ámbito rural han sido restrictivas para la inversión en proyectos productivos, por lo cual una caracterización a través de variables objetivas a nivel municipal cobra importancia para orientar a los inversionistas privados y a los hacedores de política pública del sector agropecuario, particularmente direccionada hacia una posible etapa de posconflicto

Limitantes de la evaluación del criterio

Con la información disponible no se logra caracterizar la incidencia de la delincuencia común ya que los datos usados se refieren en su mayoría a acciones causadas por grupos de delincuencia organizada.

Para la variable riesgo de amenazas, los municipios sin información disponible, bajo el principio de cercanía, se asimilaron a los rangos de aptitud de los municipios con los cuales limitan. Los municipios a los que se hace referencia son Norosí (Bolívar), Tuchín y San José de Uré (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: 4,9 %

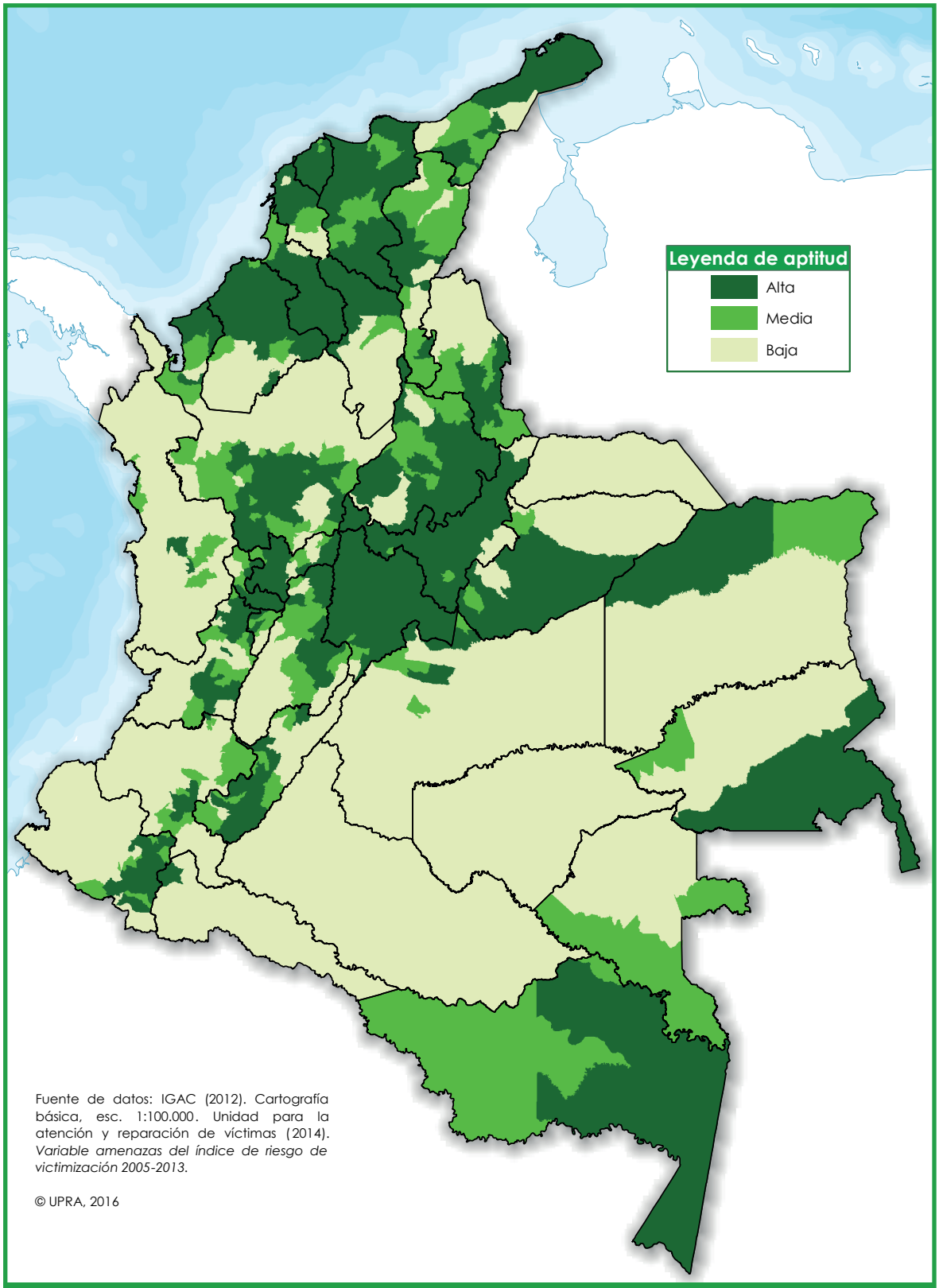
Metodología de evaluación

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

Variables	Unidad de medida	Aptitud		
		A1	A2	A3
Índice de riesgo de amenazas	Índice	≤0,42	>0,42-≤0,58	> 0,58
	Índice de competitividad (IC)	≥0,720	0,519 ≤ IC ≤ 0,720	<0,519

Representación cartográfica del criterio



Fuente de datos: IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000. Unidad para la atención y reparación de víctimas (2014). *Variable amenazas del índice de riesgo de victimización 2005-2013.*

© UPRA, 2016

CRITERIO SEGURIDAD CIUDADANA

Fuentes de información

- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000.
- Unidad para la atención y reparación integral de las víctimas (2014). Variable de amenazas del índice de riesgo de victimización 2005–2013.

3.6.1 Variable índice de riesgo de amenazas

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung**	
Componente: socioeconómico		
Criterio asociado: seguridad ciudadana		
Variable: índice de riesgo de amenazas	**Unidad de medida:** A. Índice de competitividad (IC), y B. índice de riesgo de amenazas	
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 principalmente exógenos, en un determinado tiempo y lugar (UARIV, 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 a la producción de cultivos de papaya.

La seguridad es uno de los factores que determina el clima de inversión de un municipio. Existe una relación inversa 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 riesgo de amenazas Índice de competitividad (IC)	Aptitud
≤0,42	
≥0,720	A1
>0,42 ≤0,58	
0,519 ≤ IC ≤0,720	A2
>0,58	
<0,519	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 del departamento de 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

- Información.

Unidad para la Atención y Reparación Integral de Víctimas. Variable de amenazas del índice de riesgo de victimización, 2005-2013.

- Precisiones de la información.

El cálculo del índice de riesgo de amenazas se realiza a partir de información histórica para el periodo 2 005-2013. Comprende 36 variables agrupadas en cuatro 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 MAP, exámenes médicos legales por presunto delito sexual, militares y civiles heridos por Minas Antipersonal (MAP), personas torturadas, desaparición forzada, militares y civiles muertos por MAP,

masacres, líderes sociales asesinados.

Subíndice Acciones: ataques a aeronaves, ataque a instalaciones de policía, contacto armado, emboscada, hostigamiento, incidentes MAP, puentes y vías destruidas, retenes ilegales.

Subíndice Otros: artefactos explosivos desactivados o incautados, informes de riesgo, notas de seguimiento.

Subíndice Presencia: hectáreas sembradas en coca, presencia 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 a través de un ranking según su nivel de riesgo de amenazas, así:

Bajo entre 0,2025 y 0,3081, Medio Bajo entre 0,3090 y 0,4255; Medio entre 0,4263 y 0,5800; Medio Alto entre 0,5817 y 0,7955, y Alto entre 0,8025 y 1.

- Análisis de la consistencia y preparación de la información.

El índice de riesgo de amenazas 2005-2013 calculado por la fuente, está disponible por municipio.

- 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 tiene el potencial comercial para generar el desarrollo sostenible de los cultivos hortofrutícolas.

Se calcula como el valor absoluto de IC = (I-MIN)/(MAX-MIN);

Donde

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

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

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

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

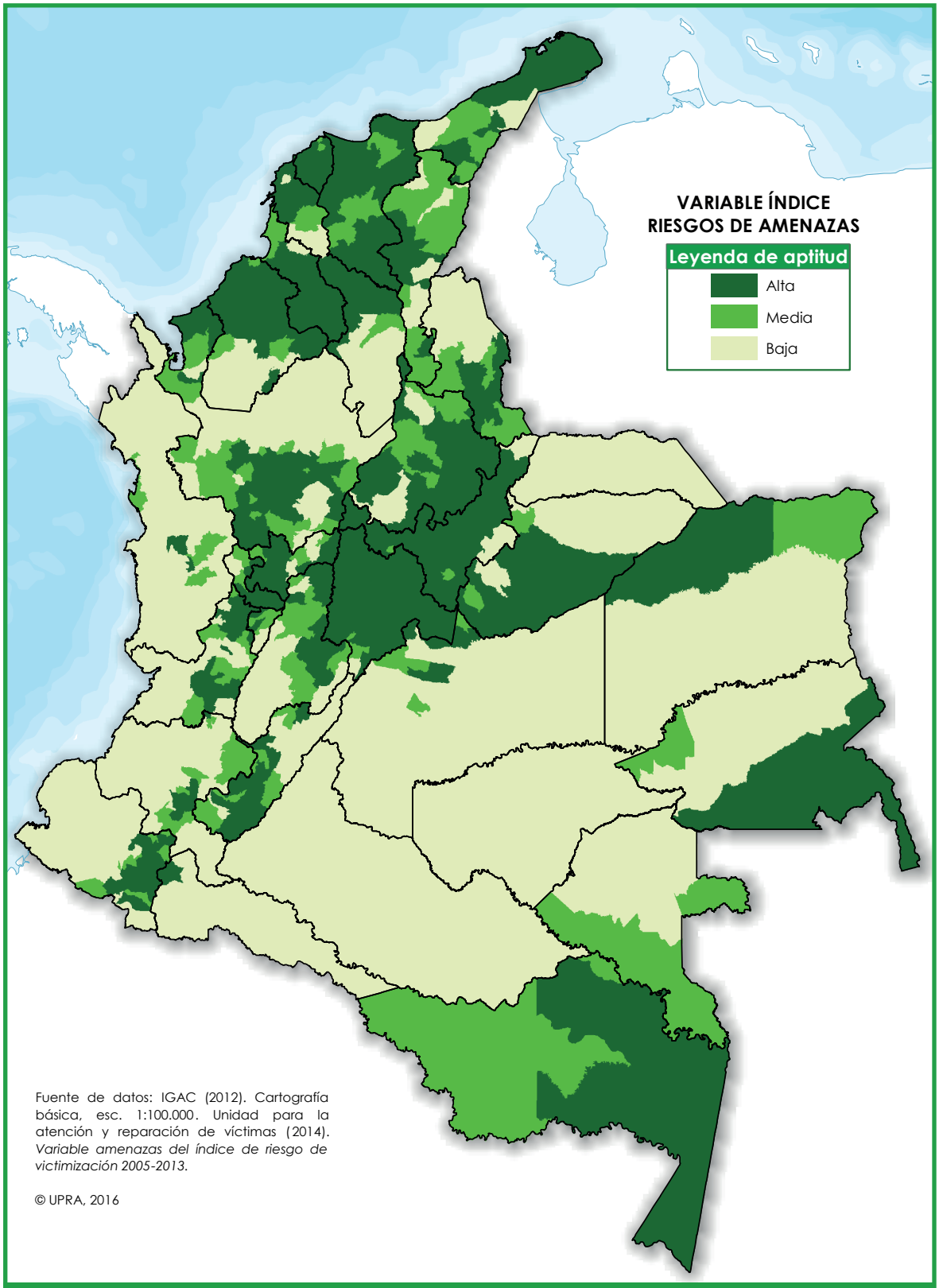
- Clasificación de los municipios por aptitud competitiva.:

De acuerdo con la clasificación de los municipios mediante el índice de riesgo de amenazas, estos se agruparon dentro de las categorías de aptitud competitiva, así: A1 (bajo y medio bajo), A2 (medio) y A3 (alto y medio alto).

Unidad de análisis

Índice de competitividad (IC)

Representación cartografica de la variable



Fuente de datos: IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000. Unidad para la atención y reparación de víctimas (2014). *Variable amenazas del índice de riesgo de victimización 2005-2013.*

© UPRA, 2016

CRITERIO SEGURIDAD CIUDADANA

Fuentes de información

- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000.
- Unidad para la atención y reparación integral de las victimasvíctimas (2014). Variable de amenazas del índice de riesgo de victimización 2005–2013.

3.7 Criterio indicadores económicos

Ficha metodológica de criterio		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung**	
Componente: socioeconómico		
Criterio: indicadores económicos		
Tipo de criterio	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Variables asociadas al criterio		
Grado de participación agropecuaria municipal, expresada en porcentaje (%). Líneas Especiales de Créditos (LEC), expresada en pesos. Incentivo a la Capitalización Rural (ICR), expresada en pesos		

Definición

Son valores estadísticos que muestran el comportamiento de la economía. Estos ayudan a analizar y prever el comportamiento de la misma, representan una realidad económica de manera cuantitativa y directa. Mide las variables durante un cierto periodo.

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, el cual hace parte de las consideraciones en la toma de decisiones para desarrollar las actividades productivas, entre las cuales se encuentra el desarrollo del cultivo comercial de papaya.

Un desempeño económico más alto, mayores créditos y más incentivos a la cadena de la papaya en un municipio son indicadores de la existencia de una mejor relación que con el resto de los municipios de Colombia, en el que el aparato productivo está mejor adecuado a los requerimientos de la actividad de la papaya y que la dinámica del apalancamiento financiero formal es más activa. Por lo tanto, ese municipio se considera más competitivo.

Un mayor dinamismo del apalancamiento financiero de la cadena, indica una mejor acreditación de la actividad de la papaya; permite que nuevos emprendimientos sean mejor entendidos y más ágilmente aceptados para recibir recursos financieros, tanto para acciones propias de la actividad (establecimiento, manejo y cosecha) como para la inversión en bienes de capital a través de créditos y de herramientas como el ICR.

Más recursos financieros de otras fuentes distintas al productor, invertidas en un entorno apropiado para las actividades productivas, mejoran la competitividad de los productores de este cultivo, ya que potencia sus recursos de inversión y mejora su rentabilidad.

Limitantes de la evaluación del criterio

No se encontraron limitantes

Metodología de evaluación

El criterio se construyó a partir de la sumatoria de las variables que lo componen. Las variables calificaron a 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.

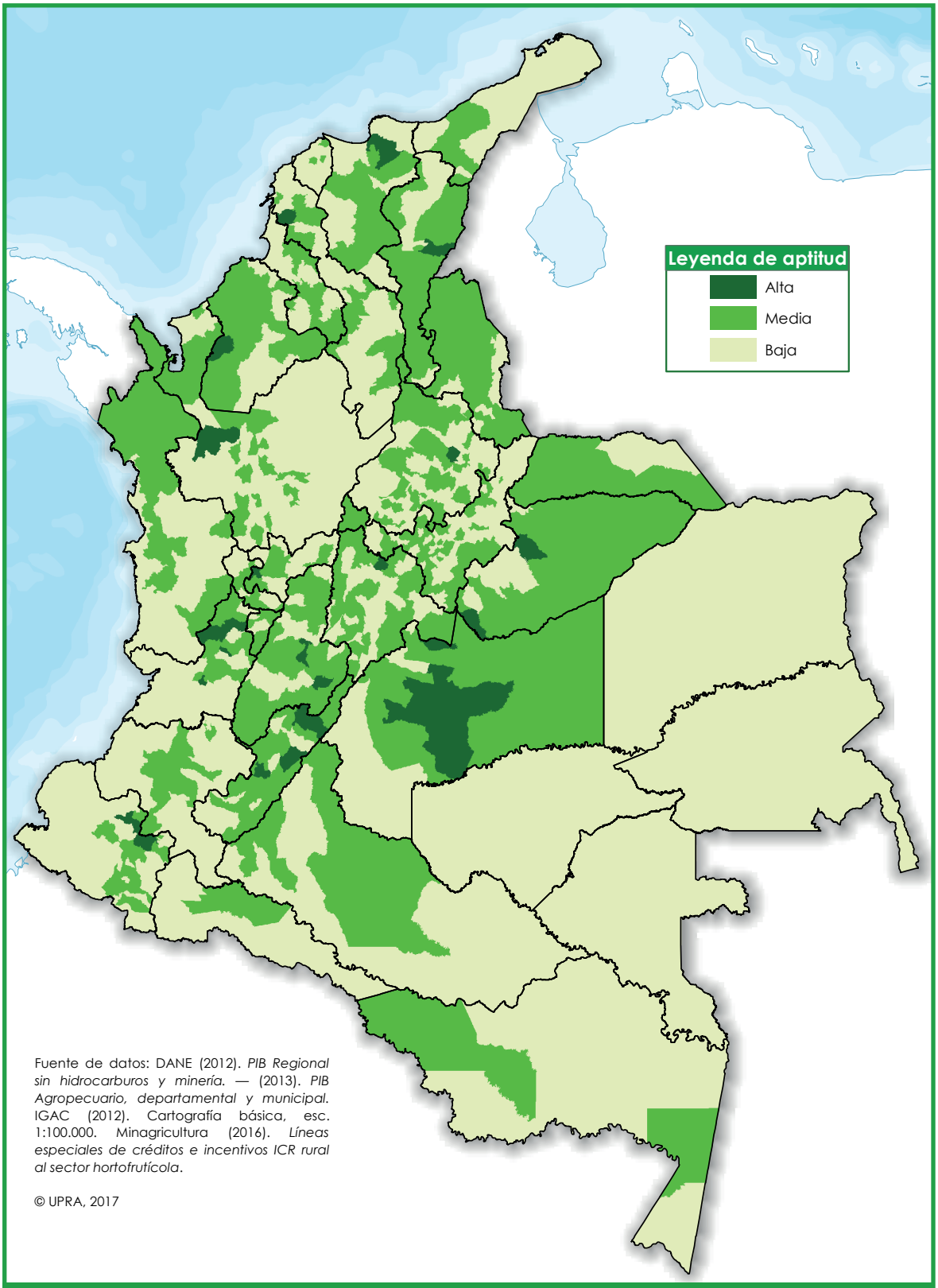
Mediante un árbol de decisión, se sumaron los valores asignados a las categorías de aptitud. Los resultados de esta suma se agruparon en tres categorías de aptitud competitiva para el criterio: A1 (alta); A2 (media) y A3 (baja), como se presentan en la siguiente tabla:

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

Rangos para la asignación de valores de aptitud

Variable	Unidad de medida	Aptitud		
		A1	A2	A3
Grado de participación agropecuaria municipal	Municipio Porcentaje (%)	>27	10-27	< 0
Líneas especiales de créditos (LEC)	Pesos	≥$ 2,3 millones	<$ 2,3 millones	Municipios sin historial
	Índice de competitividad (IC)	≥0,0933	<0,0933	
Incentivo a la capitalización rural (ICR)	Pesos	≥$ 17,5 millones	<$ 17,5 millones	Municipios sin historial
	Índice de competitividad (IC)	≥0,0395	<0,0395	

Representación cartográfica del criterio



Fuente de datos: DANE (2012). *PIB Regional sin hidrocarburos y minería.* — (2013). *PIB Agropecuario, departamental y municipal.* IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000. Minagricultura (2016). *Líneas especiales de créditos e incentivos ICR rural al sector hortofrutícola*.

© UPRA, 2017

CRITERIO INDICADORES ECONÓMICOS

Fuentes de información

- DANE. (2012). PIB Regional, sin hidrocarburos y minería.
- __. (2013) PIB Agropecuario, departamental y municipal.
- IGAC. (2012). Cartografía básica. Bogotá: IGAC.
- Minagricultura (2016). Líneas especiales de Créditos e Incentivos ICR rural al sector hortofrutícola.

3.7.1 Variable grado de participación agropecuaria municipal

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung**	
Componente: socioeconómico		
Criterio asociado: indicadores económicos municipales		
Variable: grado de participación agropecuaria municipal	**Unidad de medida:** porcentaje de participación medida como la relación del valor estimado de la producción agropecuaria	
Tipo de criterio asociado	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

Definición

Busca medir indirectamente el nivel de vocación agropecuaria del municipio, de modo que, si el sector agropecuario tiene una mayor participación porcentual que otros sectores dentro del municipio, su vocación agropecuaria es mayor.

Importancia de la variable

Un mayor grado de participación agropecuaria municipal evidencia una mayor aptitud competitiva para el desarrollo de actividades económicas, porque señala que la dinámica del aparato productivo en el municipio es más adecuada para responder a los requerimientos de dichas actividades, entre las cuales se encuentra la explotación del cultivo comercial de papaya.

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).

Porcentaje de importancia agropecuaria municipal	Aptitud
>27	A1
10-27	A2
<1	A3

Limitantes de la evaluación de la variable

El valor agregado municipal define la cantidad de recursos generados en el municipio para cada sector, como en el país hay varios municipios con un sector minero influyente, es necesario quitar ese sesgo y, por ende, en el análisis se intenta disminuir el impacto del sector explotación de minas y canteras (extracción de carbón, petróleo, minerales metálicos y no metálicos), esto con el fin de tener una medida más realista de la vocación agropecuaria de los municipios en el país.

Metodología de procesamiento de la información

- Información.

La distribución del PIB por sectores por municipio no es fácil de obtener, por tal razón se utilizó una manera indirecta de calcularlo a través de información a nivel de departamento, en el que se distribuye la participación de los municipios del departamento en cada sector económico.

Al tener la participación de un municipio en el PIB departamental según el sector agropecuario, por ejemplo, sólo se necesita saber cuál es el valor nominal del sector en el departamento para saber indirectamente, cualcuál es el valor del sector agropecuario en el municipio.

Este ejercicio se hace para cada sector, cada municipio y cada departamento, y así se obtuvo el valor estimado de la producción agropecuaria municipal.

Se hizo un análisis de participación del valor estimado de la producción agropecuaria municipal por sector sobre el PIB municipal y como se tiene el sesgo de los altos valores que generan el sector minero, se decidió usar el cálculo del PIB municipal sin extracción de minas y canteras, para hacer el ejercicio de ponderación por sector y así calcular la participación del valor estimado de la producción agropecuaria municipal. A mayor participación del sector agropecuario mayor es su vocación y por ende mayor su aptitud.

- Precisión de la información.

Se realizó un promedio del valor estimado de la producción agropecuaria municipal el PIB sin hidrocarburos y minería, con el fin de obtener la participación del sector por municipio.

Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Este indicador sintético marca la potencialidad de cada municipio para generar valor agregado legítimo que se trabaja y se redistribuye en gran parte en la misma región y que su calificación denota territorios con mayor ventaja competitiva de producir y generar ingresos provenientes del sector agropecuario.

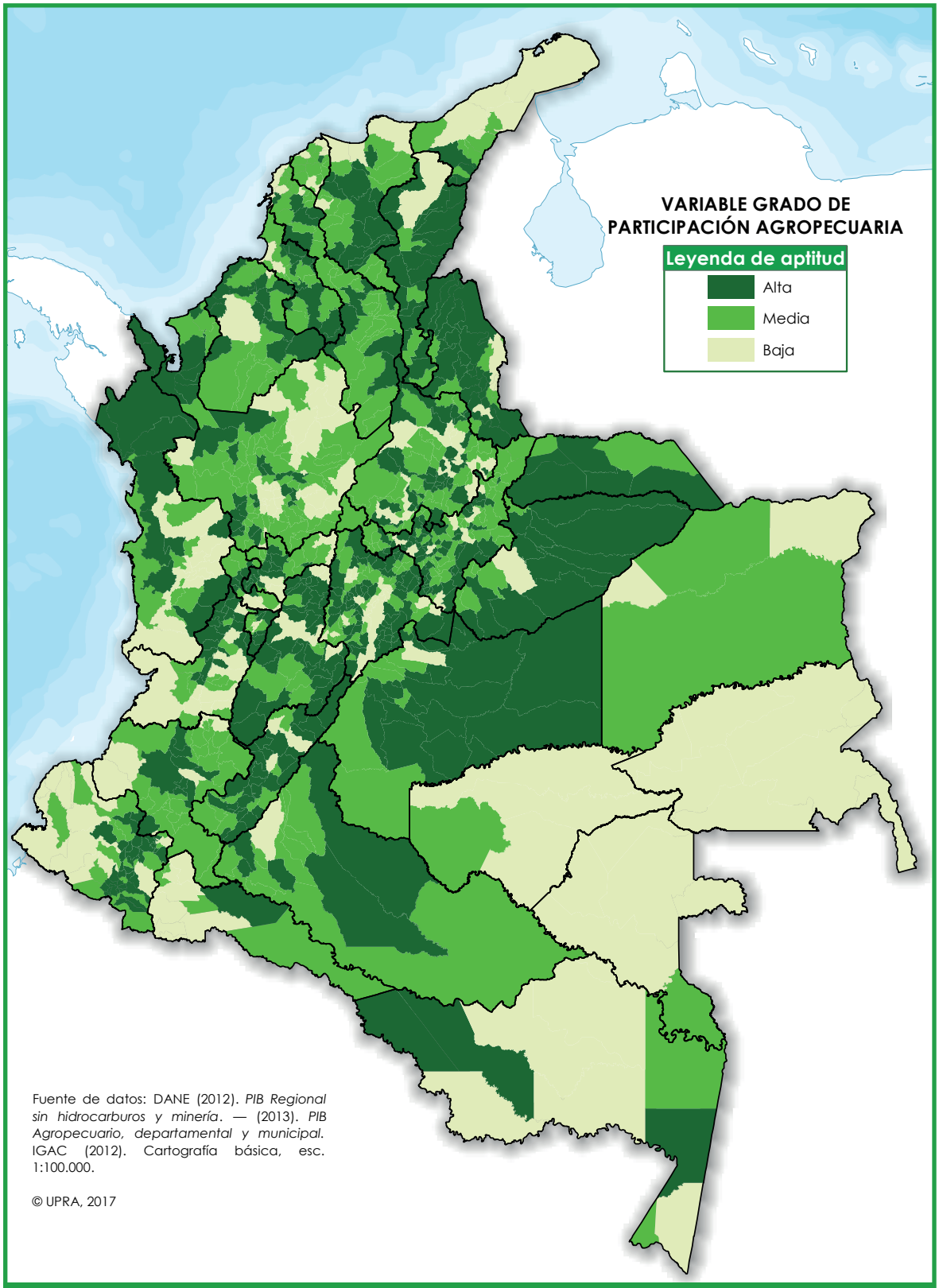
- Clasificación de los municipios por aptitud competitiva.:

Municipios con mayor participación del valor estimado de la producción agropecuaria municipal sobre el PIB sin hidrocarburos y minería del municipio en porcentaje.

Unidad de análisis

Municipio

Representación cartográfica de la variable



Fuente de datos: DANE (2012). *PIB Regional sin hidrocarburos y minería*. — (2013). *PIB Agropecuario, departamental y municipal.* IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000.

© UPRA, 2017

CRITERIO INDICADORES ECONÓMICOS

Fuentes de información

- DANE. (2012). PIB Regional, sin hidrocarburos y minería.
- DANE. (2013) PIB Agropecuario, departamental y municipal.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

3.7.2 Variable líneas especiales de créditos (LEC)

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung**	
Componente: socioeconómico		
Criterio asociado: indicadores económicos municipales		
Variable: líneas especiales de créditos (LEC)	**Unidad de medida:** a. promedio por municipio de las líneas especiales de créditos otorgados al cultivo de papaya en línea LEC, entre 2009 y 2015. b. Índice de competitividad (IC),	
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.

Importancia de la variable

Permite dimensionar el apalancamiento financiero de la explotación comercial del cultivo de la papaya en el municipio, el 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 de créditos otorgados en un periodo de tiempo determinado, reflejan una mejor acreditación para el desarrollo de la actividad comercial del cultivo de la papaya, permitiendo 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).

Valor promedio por municipio de las líneas especiales de crédito LEC, otorgados al sector entre 2009 y 2015 (pesos)

Índice de competitividad (IC)	Aptitud
≥ $2,3 millones	
≥ 0,0933	A1
< $2,3 millones	
< 0,0933	A2
Municipios sin historial	A3

Limitantes de la evaluación de la variable

La consolidación de líneas especiales de créditos e ICR están definidas según el municipio donde son solicitados; en campo se ha constatado que hay solicitudes hechas en municipios diferentes a donde realmente se utiliza el crédito, ya sea por la trayectoria como cliente o por su ubicación de residencia. Esta situación puede mostrar volúmenes de créditos no aplicado al cultivo, en algunos casos.

Metodología de procesamiento de la información

- Información.

Créditos otorgados a la explotación comercial de los productos hortofrutícolas. FINAGRO 2015.

- Precisiones de la Información.

Las cifras de créditos otorgados corresponden al valor total entre 2009 y 2015 en millones de pesos, para todos aquellos municipios que reportan información en el periodoperíodo de análisis.

- Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Se calculó el valor promedio municipal de las líneas especiales de créditos otorgados en millones de pesos para los años 2009-2015 con base en los datos reportados por la fuente. Para este procedimiento, se estableció la aplicación de precios constantes, ya que permite trabajar con valores de diferentes periodos, al ser corregidos el uno con respecto al otro, mediante un deflactor.

- Cálculo del Índice de competitividad y rangos.

El IC 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 una explotación comercial.

Se calcula como el valor absoluto de IC = (I-MIN)/(MAX-MIN);

Donde

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

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

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

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

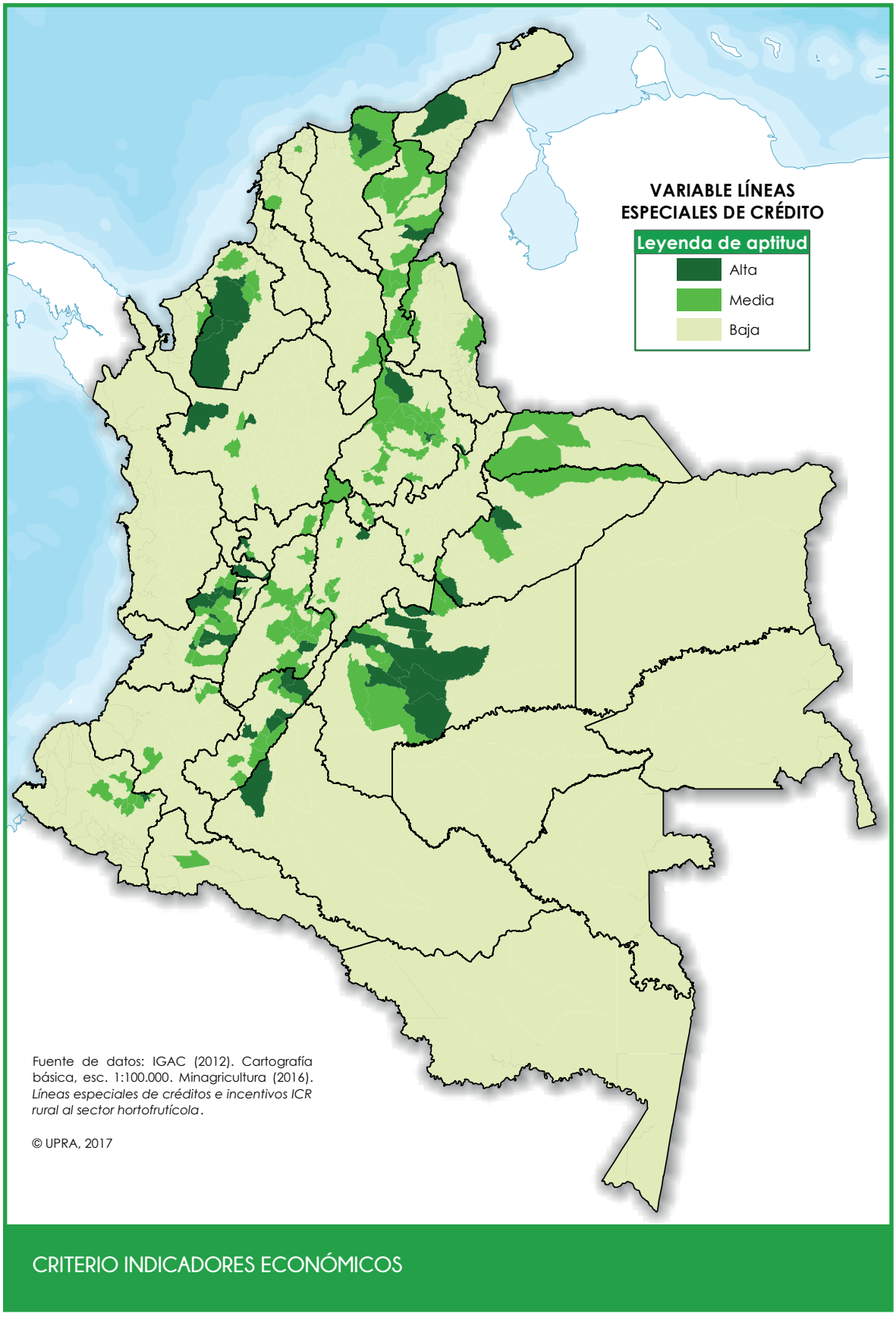
- Clasificación de los municipios por aptitud competitiva.

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definieron teniendo en cuenta las estadísticas descriptivas y la dispersión de los datos de las líneas especiales de créditos otorgados. Para este caso, los estadígrafos de referencia calculados fueron la mediana y el promedio nacional por municipio, a través de pecios constantes.

Unidad de análisis

Municipio

Representación cartográfica de la variable



Fuente de datos: IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000. Minagricultura (2016). *Líneas especiales de créditos e incentivos ICR rural al sector hortofrutícola*.

© UPRA, 2017

CRITERIO INDICADORES ECONÓMICOS

Fuentes de información

- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000.
- Minagricultura. (2016). LineasLíneas especiales de créditos e Incentivos ICR rural al sector hortofrutícola. Bogotá: Minagricultura.

3.7.3 Variable incentivo a la capitalización rural (ICR)

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung**	
Componente: socioeconómico		
Criterio asociado: indicadores económicos		
Variable: incentivo a la capitalización rural (ICR)	**Unidad de medida:** a. Promedio anual 2009-2015 de los ICR otorgados a la cadena en el municipio. b.índice de competitividad (IC).	
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.

Importancia de la variable

Permite dimensionar el apalancamiento financiero del sector de la papaya en el municipio, factor relevante para los agentes económicos en la toma de decisiones de inversión.

Permite mejorar la competitividad de los productores de papaya mediante el apoyo a la inversión en bienes de capital. El incentivo a las inversiones en infraestructura para la producción, transformación y comercialización de la papaya incide en la disminución de los costos de producción, lo que se tradujo en el mejoramiento de su flujo de caja y el aumento de la rentabilidad de su actividad productiva. Los menores costos de producción también implican que el cultivo de papaya puede ofrecer precios más competitivos en el mercado.

Existe una relación directa entre los ICR otorgados y la aptitud competitiva del municipio. Municipios donde se reporta mayor valor promedio anual de ICR reflejan un mayor interés de los productores en el desarrollo del cultivo de la papaya 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 de la papaya 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:

Valor promedio anual 2010-2014 de los ICR otorgados a la cadena en el municipio (pesos)

Índice de competitividad (IC)	Aptitud
> $17,5 millones	
>0,0395	A1
< $17,5 millones	
<0,0395	A2
Municipios sin historial	A3

Limitantes de la evaluación de la variable

La consolidación de líneas especiales de créditos e ICR están definidas según el municipio donde son solicitados, en campo se ha constatado que hay solicitudes hechas en municipios diferentes a donde realmente se utiliza el crédito, ya sea por la trayectoria como cliente o por su ubicación de residencia; esta situación puede mostrar volúmenes de créditos errados en algunos casos.

Metodología de procesamiento de la información

- Información.

Minagricultura. Incentivos ICR otorgados al sector de la papaya, 2009-2014.

- Precisiones de la información.

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

- Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Se calculó el promedio municipal del valor de los ICR otorgados para los años 2010-2014, con base en los datos reportados por la fuente para los años 2009–-2015 con base en los datos reportados por la fuente. Para este procedimiento, se estableció la aplicación de precios

constantes, ya que permite trabajar con valores de diferentes periodos, al ser corregidos el uno con respecto al otro mediante un deflactor.

- Cálculo del índice de competitividad y rangos.

El IC 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-MIN)/(MAX-MIN);

Donde

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

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

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

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

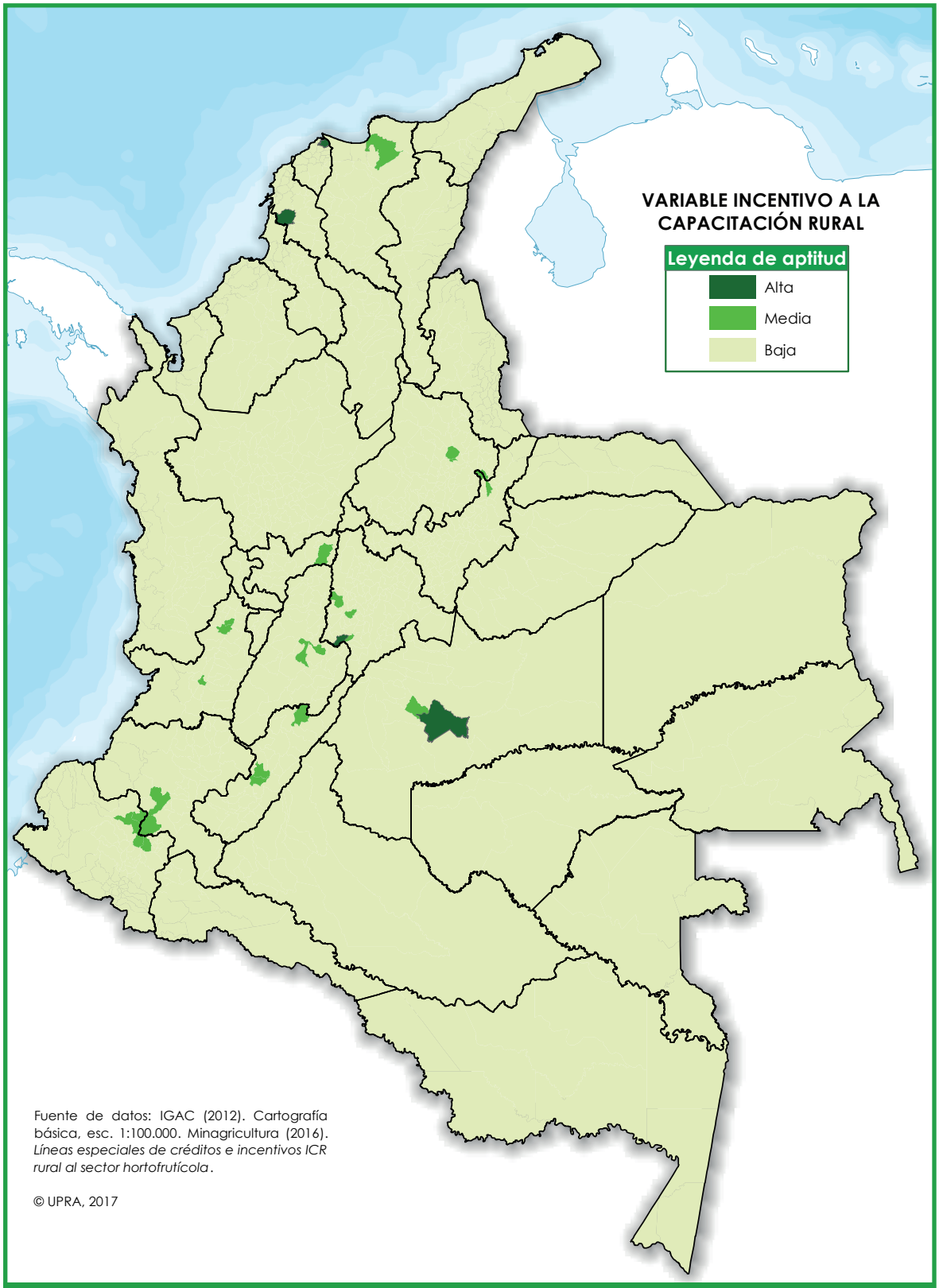
- Clasificación de los municipios por aptitud competitiva.

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definieron teniendo en cuenta la dispersión de los datos de ICR otorgados, a través de pecios constantes.

Unidad de análisis

Municipio

Representación cartográfica de la variable



Fuente de datos: IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000. Minagricultura (2016). *Líneas especiales de créditos e incentivos ICR rural al sector hortofrutícola*.

© UPRA, 2017

Fuentes de información

- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000.
- Minagricultura. (2016). Líneas e speciales de créditos e Incentivos ICR rural al sector Hortofrutícola. Bogotá: Minagricultura.

3.8 Criterio bienestar economico

Ficha metodológica de criterio		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung**	
Componente: socioeconómico		
Criterio: bienestar económico		
Tipo de criterio	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Variables asociadas al criterio		
Índice de pobreza multidimensional (IPM).		

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 al 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 lo 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 IPM 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 solo a nivel nacional, departamental y grandes regiones.

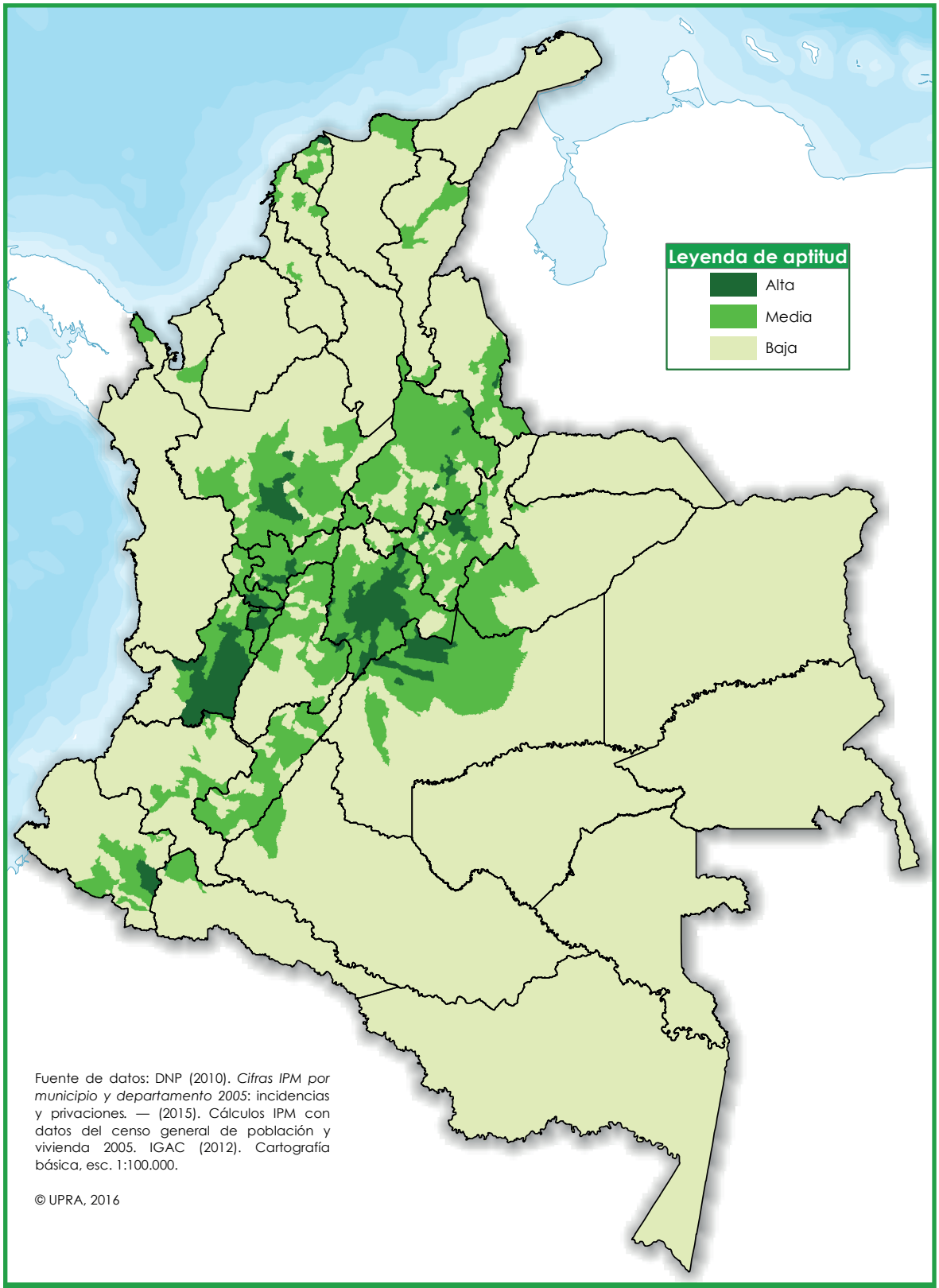
Metodología de evaluación

Debido a que el criterio comprende solo una variable, las categorías de aptitud competitiva de los municipios son equivalentes a las categorías de la variable.

Rangos para la asignación de valores de aptitud

Variable	Unidad de medida	Aptitud		
	A1	A2	A3	
Índice de pobreza multidimensional (IPM)	Índice	<64	64-83	>83
	Índice de competitividad (IC)	>0,46731	0,22069-0,46731	<0,22069

Representación cartográfica del criterio



Fuente de datos: DNP (2010). *Cifras IPM por municipio y departamento 2005*: incidencias y privaciones. — (2015). Cálculos IPM con datos del censo general de población y vivienda 2005. IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000.

© UPRA, 2016

CRITERIO BIENESTAR ECONÓMICO

Fuentes de información

- DNP. (2010). Cifras IPM por municipio y departamento 2005: incidencias y privaciones.
- _. (2015). Cálculos IPM con datos del censo general de población y vivienda 2005.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

3.8.1 Variable índice de pobreza multidimensional (IPM)

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung**	
Componente: socioeconómico		
Criterio asociado: bienestar económico		
Variable: índice de pobreza multidimensional (IPM)	**Unidad de medida:** A. Índice B. Índice de competitividad (IC)	
Tipo de criterio asociado	Análisis jerárquico	✓
	Condicionante	
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	

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 las 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, y otros) cuentan con poblaciones más aptas para participar en las dinámicas socioeconómicas y por tanto requieren una menor inversión social para potenciar sus capacidades.

El IPM es inverso a la aptitud competitiva del municipio. Municipios con mayores IPM reflejan una menor incidencia de la competitividad de los procesos productivos desarrollados en el pasado.

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:

Índice de pobreza multidimensional

Índice de competitividad (IC)	Aptitud
<64	
>0,46731	A1
64-83	
0,22069-0,46731	A2
>83	
<0,22069	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 solo a nivel nacional, departamental y grandes regiones.

Metodología de procesamiento de la información

- Información.

DNP. 2010. Índice de pobreza multidimensional por municipio, calculado con base en el censo general de 2005.

- Precisiones de la información:

El procedimiento y la competencia para calcular el IPM en Colombia se definió y asignó a través del documento CONPES 150, de mayo 28 de 2012.

Las 15 variables incorporadas en el cálculo del indicador son: bajo logro educativo, analfabetismo, inasistencia escolar, rezago escolar, barreras de acceso a servicios para el cuidado de la primera infancia, trabajo infantil, tasa de dependencia económica, empleo informal, sin aseguramiento en salud, barreras de acceso a servicio de salud, sin acceso a fuente de agua mejorada, inadecuada eliminación de excretas,

pisos inadecuados, paredes exteriores inadecuadas y hacinamiento crítico.

- 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.

- 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-MIN)/(MAX-MIN);

Donde

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

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

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

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

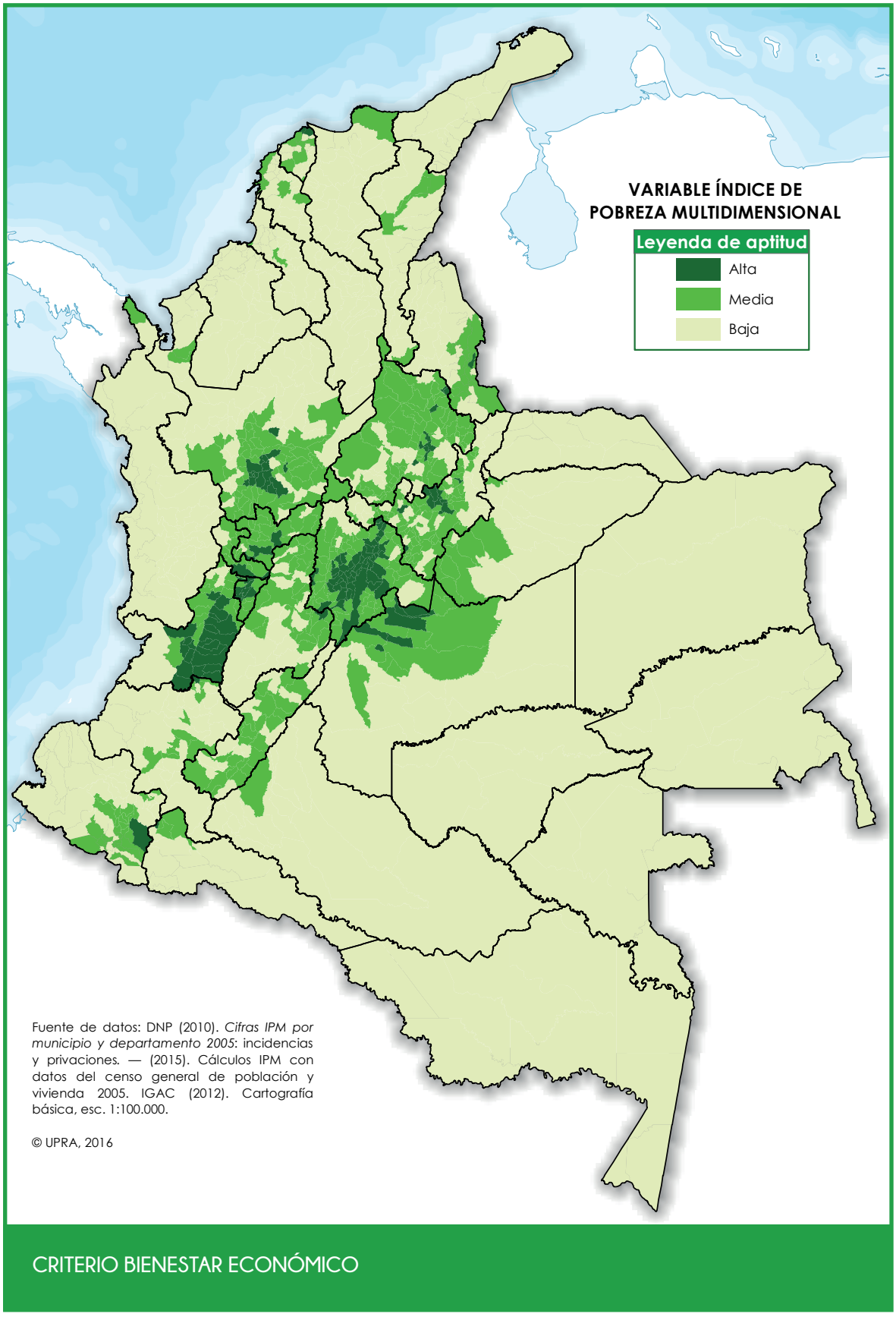
- Clasificación de los municipios por aptitud competitiva.

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definieron teniendo en cuenta la dispersión de los datos del IPM. Se consultó el marco teórico y la línea base. Se analizó la distribución de los datos a partir de la elaboración de histogramas, y se calcularon la mediana y el promedio nacional como estadígrafos de referencia.

Unidad de análisis

Índice de pobreza multidimensional

Representación cartográfica de la variable



Fuente de datos: DNP (2010). *Cifras IPM por municipio y departamento 2005*: incidencias y privaciones. — (2015). Cálculos IPM con datos del censo general de población y vivienda 2005. IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000.

© UPRA, 2016

CRITERIO BIENESTAR ECONÓMICO

Fuentes de información

- DNP. (2010). Cifras IPM por municipio y departamento 2005: incidencias y privaciones.
- _. (2015). Cálculos IPM con datos del censo general 2005. Subdirección de Promoción Social y Calidad de Vida.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

4. Fichas metodológicas de exclusiones técnicas

4.1 Criterio exclusiones legales

Ficha metodológica de criterio		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung**	
Componente: socioeconómico		
Criterio asociado: exclusiones legales		
Tipo de criterio	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	
	Exclusión legal	✓
	Condicionante	
Variables asociadas al criterio		
• Ecosistemas estratégicos: corresponde a los polígonos de páramos. • Áreas protegidas: corresponde a los polígonos de áreas del sistema de parques nacionales naturales, polígonos de parques naturales regionales y polígonos de reservas forestales protectoras, otras áreas protegidas locales y polígonos de zonas de preservación y recuperación para la preservación del Área de Manejo Especial de La Macarena (AMEM). • Áreas urbanas: áreas conformadas por conjuntos de edificaciones y estructuras contiguas agrupadas en manzanas censales que por lo general cuentan con una dotación de servicios esenciales tales como acueducto, alcantarillado, energía eléctrica, hospitales, colegios, entre otros. En esta categoría están incluidas las cabeceras municipales y los centros poblados (DANE, 2018). • Parques arqueológicos: son áreas arqueológicas protegidas, declarados mediante una resolución, los cuales han sido adaptados para recibir visitantes y que se encuentran bajo tutela del Icanh; ello permite realizar labores de conservación e investigación. La declaratoria de un polígono como área arqueológica protegida genera un marco de protección sobre el área marcada y el encargado de ejecutar el PMA cuenta con el apoyo de entidades estatales para asegurar la conservación de estos espacios patrimoniales (Icanh, 2018). • Zonas de Reserva Forestal Nacional de Ley 22 de 1959, tipo A: corresponde a los polígonos identificados como zonas tipo A de las zonas de Reserva Forestal Nacional.		

Definición

Zonas en las cuales, por mandato legal, no se permite el desarrollo de actividades agrícolas productivas. Las siguientes zonas son excluidas del proceso de zonificación de aptitud: ecosistemas estratégicos (páramos), áreas protegidas (áreas del sistema nacional de parques nacionales naturales, parques naturales regionales, reservas forestales protectoras, zonas de preservación y recuperación para la preservación del AMEM), áreas urbanas (ciudades capitales y centros poblados), los parques arqueológicos y reservas forestales nacionales, tipo A.

Importancia del criterio

Permite determinar dónde se puede y no se puede desarrollar actividad productiva agrícola, dados los mandatos legales vigentes.

Las consideraciones legales para la exclusión de la zonificación están dadas por los siguientes instrumentos normativos:

Ecosistemas estratégicos (páramos): en lo referente a los ecosistemas de páramo, el Consejo de Estado indica, en la Providencia del 9 de marzo de 2015, que están absolutamente prohibidas las concesiones mineras, títulos mineros y actividades agropecuarias en los páramos colombianos; asimismo, faculta al Gobierno para cerrar las actividades de explotación minera y agraria que se desarrollan en estos ecosistemas y que van en detrimento de estos. Señala que *«el objetivo central de las normas ambientales es subordinar el interés privado, que representa la actividad económica, al interés público o social, que exige la preservación del ambiente».* La Providencia explica que el Minambiente, el Minagricultura y el Minminas están obligados a iniciar programas de sustitución y capacitación ambiental o de reconversión para las actividades agropecuarias que se desarrollaban en los páramos, antes de la entrada en vigencia de la Ley 1450 de 2011.

Sin embargo, si alguna de dichas labores pone en riesgo el ecosistema, el Estado podrá expropiar el predio para buscar la restauración y conservación ambiental.

En las áreas delimitadas como páramos no se podrán adelantar actividades agropecuarias, ni de exploración o explotación de recursos naturales no renovables, ni construcción de refinerías de hidrocarburos. El MADS delimitará las áreas de páramos al interior del área de referencia definida en la cartografía generada por el IAVH, a escala 1:100.000 o 1:25.000. En esta área, la autoridad ambiental regional deberá elaborar los estudios técnicos que permitan caracterizar el contexto ambiental, social y económico, de conformidad con los términos de referencia expedidos por el MADS. Al interior de dicha área, el MADS deberá delimitar el área de páramo, con base en criterios técnicos, ambientales, sociales y económicos (Ley 1753 de 2015, art. 173).

Áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales: forma parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) y está integrado por los tipos de áreas consagrados en el artículo 329 del Decreto Ley 2811 de 1974 y el Decreto 2372 de 2010, que reglamenta el SINAP, que incluye las figuras de parques nacionales naturales, área natural única, reservas naturales, santuarios de fauna, santuarios de fauna y flora, y vía parque.

Parques naturales regionales: de acuerdo con el Decreto 2372 de 2010, se considera un espacio geográfico en el que paisajes y ecosistemas estratégicos, en la escala regional, mantienen la estructura, la composición y la función, así como los procesos ecológicos y evolutivos que los sustentan y cuyos valores naturales y culturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlas a su preservación, restauración, conocimiento y disfrute.

Reservas forestales protectoras: de acuerdo con el Decreto 2372 de 2010, se considera un espacio geográfico en el que los ecosistemas de bosque mantienen su función, aunque su estructura y composición hayan sido modificadas y los valores naturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su preservación, uso sostenible, restauración, conocimiento y disfrute.

Esta zona de propiedad pública o privada, se reserva para destinarla al establecimiento o mantenimiento y utilización sostenible de los bosques y demás coberturas vegetales naturales.

Otras áreas protegidas locales: de acuerdo con el PBOT del municipio de Puerto López de 2017 y el Acuerdo 12 de Cormacarena de 2012, se establecen como exclusiones las siguientes áreas: bosques de galería, rondas de caño y ríos secundarios buffer de 30 m, rondas principales buffer de 100 m, Parque Municipal Yucao, Reserva Natural del Alto de Menegua y microcuencas que surten acueductos.

Zonas de preservación y recuperación para la preservación del AMEM: de acuerdo con el Decreto 1989 de 1989 «Por el cual se declara Área de Manejo Especial La Macarena, la Reserva Sierra de la Macarena, se clasifica y zonifica su territorio y se fijan sus límites reales». Entre su zonificación se definen zonas para la preservación y recuperación para la preservación en los Distritos de Manejo Integrado que hacen parte del AMEM. Las zonas identificadas como exclusiones son: a) Recuperación para la preservación, b) Recuperación para la preservación norte, c) Vertiente oriental y d) Recuperación para la preservación sur. Se detallan los siguientes polígonos de zonificaciones:

DMI Macarena Norte

- Zona de recuperación para la producción: áreas de uso de preservación
- Zona de recuperación para la preservación: áreas de uso de preservación y áreas de uso de restauración

DMI Losada-Perdido

Zona de recuperación para la producción: áreas de uso de preservación.

Cabecera municipal: área geográfica que está definida por un perímetro urbano, cuyos límites se establecen por acuerdos del Concejo municipal. Corresponde al lugar donde se ubica la sede administrativa de un municipio.

Centro poblado: concentración mínima de veinte viviendas contiguas, vecinas o adosadas entre sí, ubicada en el área resto municipal o en un área no municipalizada (corregimiento departamental). Contempla los núcleos de población de los corregimientos municipales, inspecciones de policía y caseríos.

Parques Arqueológicos: el Decreto 833 de 2002 establece que el patrimonio arqueológico amerita una primordial protección del Estado tendiente a su conservación, cuidado, rehabilitación y divulgación, y a evitar su alto grado de vulnerabilidad, en especial teniendo en consideración que el territorio colombiano, en su totalidad, comporta un potencial espacio de riqueza arqueológica; por lo tanto, cualquier actividad productiva es incompatible con estas zonas. Estas áreas de exclusión legal incluyen solamente los parques arqueológicos.

Zonas de Reserva Forestal Nacional de Ley 22 de 1959, zonas tipo A: las Zonas de Reserva Forestal Nacional (ZRFN) fueron creadas para el desarrollo de la economía forestal y protección de los suelos, las aguas y la vida silvestre, mediante la Ley 22 de 1959. Se compone de siete reservas forestales nacionales: ZRFN del Pacífico, ZRFN Central, ZRFN del río Magdalena, ZRFN de la Sierra Nevada de Santa Marta, ZRFN de la Serranía de Los Motilones, ZRFN del Cocuy y ZRFN de la Amazonia.

La zonificación adelantada por el MADS en las ZRFN definió tres zonas tipo, denominadas A, B y C. Las zonas tipo A son aquellas que garantizan el mantenimiento de los procesos ecológicos básicos necesarios para asegurar la oferta de servicios ecosistémicos, relacionados principalmente con la regulación hídrica y climática; la asimilación de contaminantes del aire y del agua; la formación y protección del suelo; la protección de paisajes singulares y de patrimonio cultural; y el soporte a la diversidad biológica.

Limitantes de la evaluación del criterio

Cada uno de los factores evaluados, presenta limitantes por sus características y elementos particulares, que imposibilitan generalizar este aspecto.

En lo referente a los ecosistemas estratégicos, las áreas delimitadas corresponden al complejo de páramos; abarca grandes extensiones que pueden incluir zonas con algún grado de aptitud. Se debe actualizar esta exclusión con la información resultante de las zonificaciones de los páramos o ajustes en las mismas, que adelanta el MADS con el IAVH.

Respecto a las áreas protegidas la principal limitante para analizar las áreas protegidas se refiere a su dinámica, ya que constantemente se están creando nuevas áreas. Sobre este aspecto, es necesario resaltar que dentro de los criterios condicionantes se evalúa la figura «Zonas de protección y desarrollo de los recursos» (tanto de carácter regional como nacional), en las cuales queda implícito que, en el futuro, una parte de estas áreas será elevada a la categoría área protegida, lo cual implica que cambia de condicionante a exclusión legal. Lo anterior implica la necesidad de mantener actualizada la información cartográfica para que las exclusiones incluyan las nuevas áreas protegidas.

No se contemplan Parques Arqueológicos que han sido declarados, pero carecen de espacialización cartográfica por parte del Icanh. El prescindir de esta información en la zonificación de aptitud, no desconoce la posibilidad de que se requiera adelantar procesos de verificación ante la pretensión de implementar desarrollos productivos en zonas donde existan áreas de interés arqueológico.

Las resoluciones que zonifican las Zonas de Reserva Forestal Nacional establecen que tanto en las zonas tipo A, B o C, se pueden adelantar procesos de sustracción de conformidad con la normatividad vigente (Resolución MADS 1922 de 2013, que corresponde a la adopción de la zonificación de la Zona de Reserva Forestal Central).

Como todas las áreas son susceptibles de solicitud de sustracción, por lo tanto, la información que proviene de este insumo deberá ser actualizada, en función de las nuevas sustracciones realizadas en las reservas.

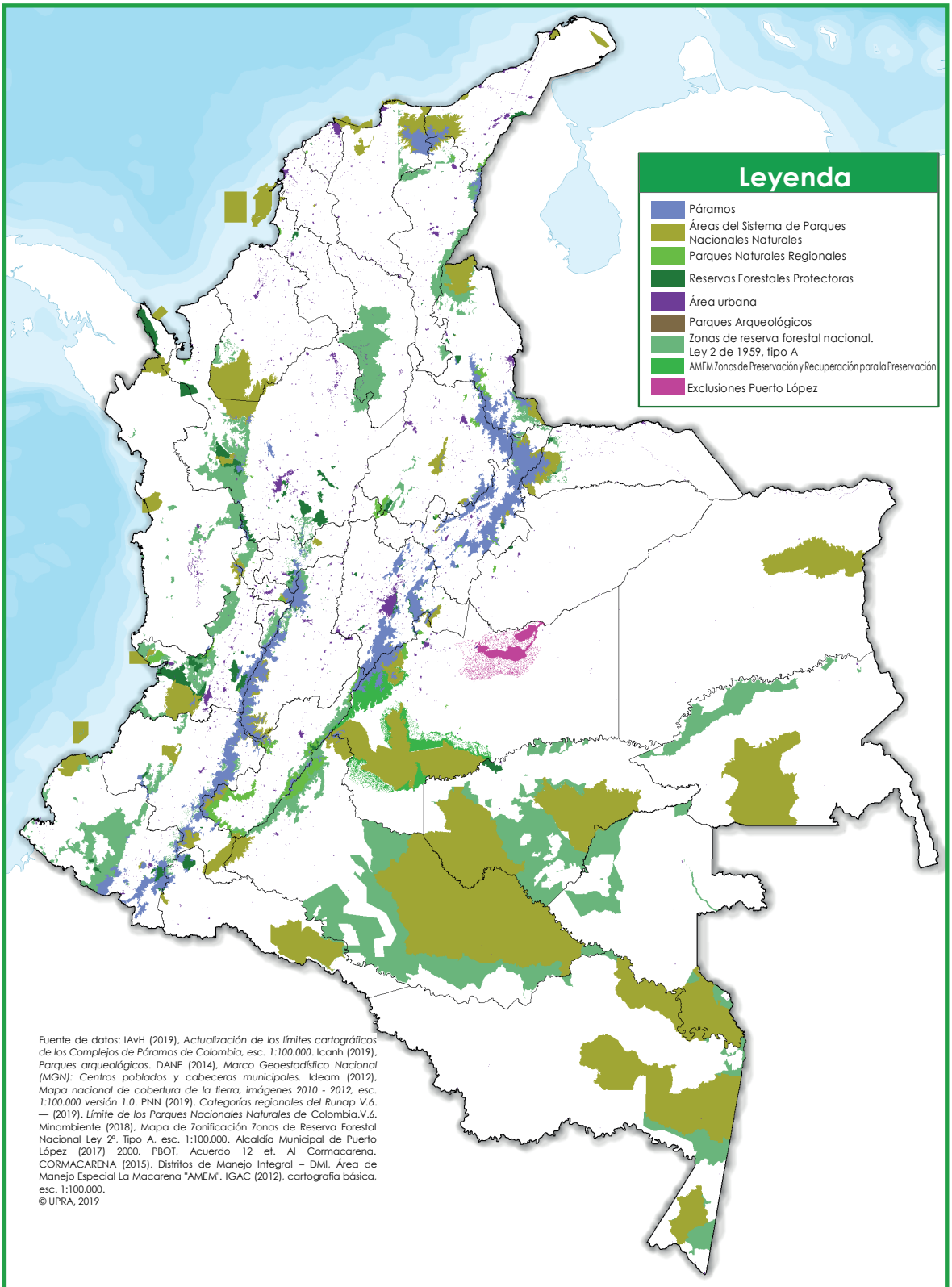
Metodología de evaluación

De forma general, la metodología de evaluación se fundamenta en un análisis profundo de las normas vigentes. Para generar la información espacial, se parte de las capas oficiales que contienen la información espacial actualizada de las áreas de páramo, las áreas protegidas, los parques arqueológicos, las áreas urbanas y las zonas de reserva forestal nacional tipo A. Una vez identificadas las variables presentes en la zona de estudio, se genera un mapa que identifique las variables evaluadas, la cuales serán sujeto de exclusión.

Rangos para la asignación de valores de aptitud

No aplica, por tratarse de una exclusión legal.

Representación cartográfica del criterio



Fuente de datos: IAvH (2019). *Actualización de los límites cartográficos de los Complejos de Páramos de Colombia, esc. 1:100.000*. Icanh (2019). *Parques arqueológicos*. DANE (2014). *Marco Geoestadístico Nacional (MGN): Centros poblados y cabeceras municipales*. Ideam (2012). *Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2010 - 2012, esc. 1:100.000 versión 1.0*. PNN (2019). *Categorías regionales del Runap V.6*. — (2019). *Límite de los Parques Nacionales Naturales de Colombia.V.6*. Minambiente (2018). Mapa de Zonificación Zonas de Reserva Forestal Nacional Ley 2ª, Tipo A, esc. 1:100.000. Alcaldía Municipal de Puerto López (2017) 2000. PBOT, Acuerdo 12 et. Al Cormacarena. CORMACARENA (2015). Distritos de Manejo Integral – DMI, Área de Manejo Especial La Macarena "AMEM". IGAC (2012). cartografía básica, esc. 1:100.000.

© UPRA, 2019

CRITERIO EXCLUSIONES LEGALES

Fuentes de información

- Alcaldía Municipal de Puerto López (2017). PBOT, Acuerdo 12 et al. Cormacarena.
- Cormacarena (2015). Distritos de Manejo Integrado – DMI. Área de Manejo Especial La Macarena (AMEM).
- DANE. (2014). Marco Geodésico Nacional (MGN): centros poblados y cabeceras municipales.
- IAVH. (2019). Actualización de los límites cartográficos de los complejos de páramos, escala 1:100.000
- Icanh. (2019). Parques arqueológicos.
- Ideam (2012). Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2010-2012, escala 1:100.000 versión 1.0.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000
- Minambiente. (2018). Mapa de zonificación de Zonas de Reserva Forestal Nacional Ley 2ª, Tipo A, escala 1:100.000.
- PNN. (2019). Categorías regionales del Runap V.6
- _. (2019). Límite de los Parques Nacionales Naturales de Colombia V.6.

4.1.1 Variable ecosistemas estratégicos (páramos)

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung**	
Criterio asociado:exclusiones legales		
Variable: ecosistemas estratégicos (Páramos)		
Tipo de criterio asociado	Análisis jerárquico	
	Condicionante	
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	✓

Definición

Los ecosistemas estratégicos juegan un papel fundamental en el sostenimiento de procesos naturales, sociales, ecológicos o de otra índole; son prestadores de bienes y servicios ecológicos fundamentales, tales como la regulación del clima y de la humedad, la provisión de agua para el abastecimiento de la población, la generación de energía o el riego, el mantenimiento de climas y suelos adecuados para la producción de alimentos y materias primas o el mantenimiento del sistema natural de prevención de desastres o de control de plagas (Márquez, 2003).

La zonificación considera como ecosistemas estratégicos los páramos, por lo cual estas áreas deberán ser excluidas; las consideraciones le-

gales para la exclusión están dadas por los siguientes instrumentos normativos:

El Consejo de Estado indica en la Providencia del 9 de marzo de 2015, que están absolutamente prohibidas las concesiones mineras, títulos mineros y actividades agropecuarias en los páramos colombianos; asimismo faculta al Gobierno para cerrar las actividades de explotación minera y agraria que se desarrollan en estos ecosistemas y que van su detrimento. Señala que «el objetivo central de las normas ambientales es subordinar el interés privado que representa la actividad económica al interés público o social que exige la preservación del ambiente».

La Providencia explicó que los Ministerios de Ambiente, Agricultura y Minas están obligados a iniciar programas de sustitución y capacitación ambiental o de reconversión para las actividades agropecuarias que se desarrollaban en los páramos, antes de la entrada en vigor de la Ley 1450 del 2011. Sin embargo, si alguna de dichas labores pone en riesgo el ecosistema, el Estado podrá expropiar el predio para buscar la restauración y conservación ambiental.

En los ecosistemas de páramos no se podrán adelantar actividades agropecuarias, ni de exploración o explotación de hidrocarburos y minerales. Para tales efectos se considera como referencia mínima la cartografía contenida en el «Atlas de páramos de Colombia» del Instituto Alexander von Humboldt (IAVH), hasta tanto se cuente con cartografía a escala más detallada (Ley 1450 de 2011, art. 202, parágrafo 1).

De acuerdo con la Resolución MADS 886 de 2018 «Por la cual se adoptan los lineamientos para la zonificación y régimen de usos en las áreas de páramos delimitados y se establecen las directrices para diseñar, capacitar y poner en marcha programas de sustitución y reconversión de las actividades agropecuarias y se toman otras determinaciones», se viene avanzando en la zonificación de los páramos delimitados en relación a las actividades agropecuarias que se venían desarrollando con anterioridad al 16 de junio de 2011 al interior de estas áreas, mediante el diseño de los programas de sustitución y reconversión de las actividades agropecuarias, la capacitación y puesta en marcha de estos programas a cargo del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, a través de la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), la Agencia Nacional de Desarrollo Rural (ADR), la Agencia Nacional de Tierras (ANT) y demás entidades adscritas y vinculadas.

Importancia de la variable

Para los propósitos de la zonificación de aptitud del cultivo comercial de papaya, los ecosistemas estratégicos juegan un papel fundamental en el sostenimiento de procesos naturales, sociales y ecológicos; no solo son áreas de importancia natural, sino que cumplen otras funcio-

nes importantes para la sociedad a través de la prestación de bienes y servicios ecológicos fundamentales para el hombre, por lo que constituyen el máximo nivel de restricción al uso.

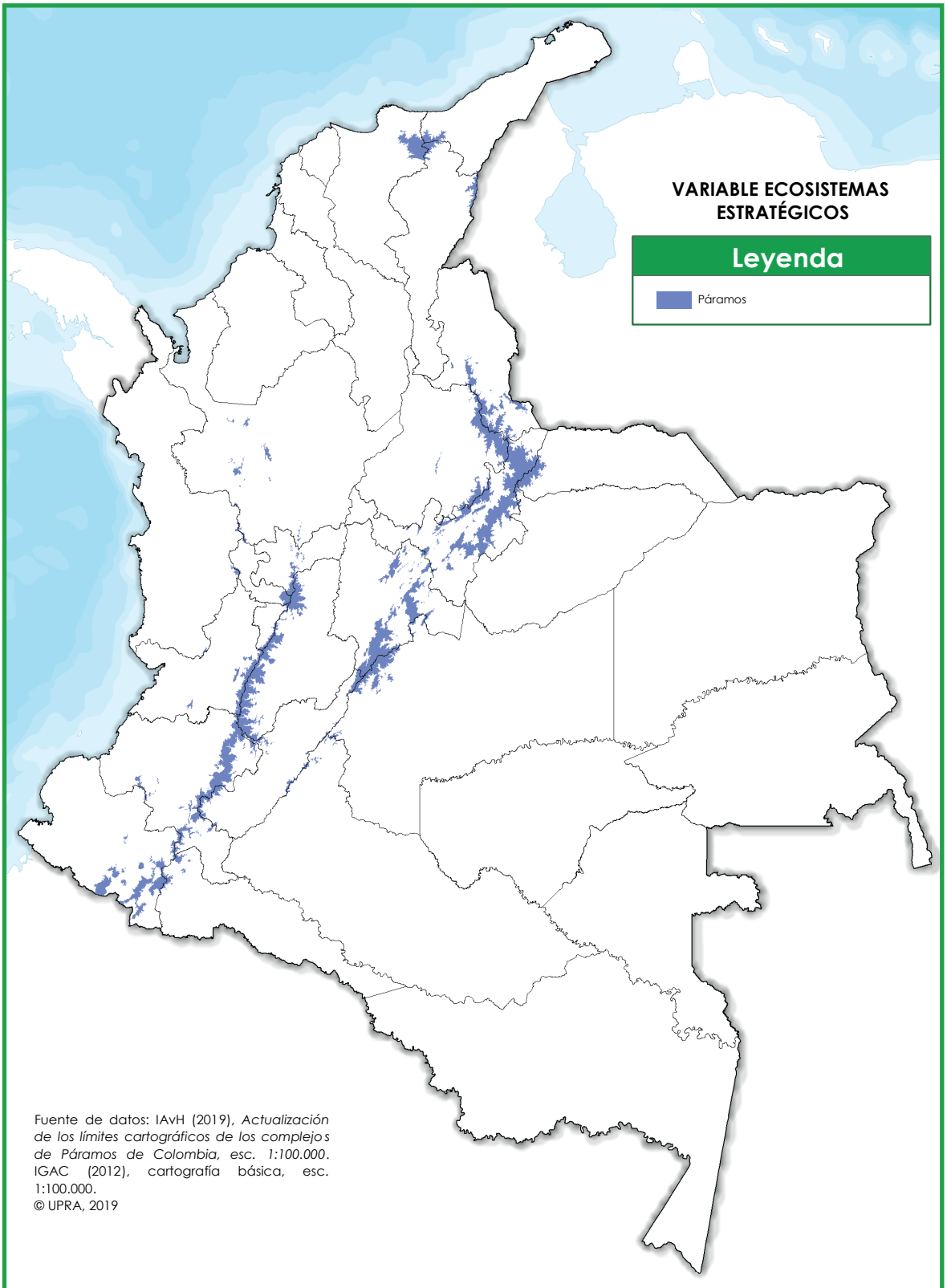
Valor de exclusión

No aplica, por tratarse de una exclusión legal (N2).

Limitantes de la evaluación

Las áreas delimitadas corresponden al complejo de páramos; abarca grandes extensiones que pueden incluir zonas con algún grado de aptitud. Se debe actualizar esta exclusión con la información resultante de las zonificaciones de los páramos o ajustes en las mismas, que adelanta el MADS con el IAVH.

Representación cartográfica de la variable



Fuente de datos: IAvH (2019), *Actualización de los límites cartográficos de los complejos de Páramos de Colombia, esc. 1:100.000*. IGAC (2012), cartografía básica, esc. 1:100.000.
© UPRA, 2019

CRITERIO EXCLUSIONES LEGALES

Unidad de análisis

Polígonos de páramos

Fuentes de información

- IAVH. (2019). Actualización de los límites cartográficos de los complejos de páramos, escala 1:100.000.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

4.1.2 Variable áreas protegidas

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung**	
Criterio asociado:exclusiones legales		
Variable: áreas protegidas		
Tipo de criterio asociado	Análisis jerárquico	
	Condicionante	
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	✓

Definición

Las áreas protegidas consideradas dentro de esta exclusión legal corresponden a:

Áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales: forma parte del SINAP y está integrado por los tipos de áreas consagrados en el artículo 329 del Decreto Ley 2811 de 1974 y el Decreto 2372 de 2010, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, que reglamenta el SINAP, que incluye las figuras de Parques Nacionales Naturales, Área Natural Única, Reservas Naturales, Santuarios de Fauna, Santuarios de Fauna y Flora y Vía Parque. De conformidad con el artículo 30 de Decreto 622 de 1977, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, esta categoría es totalmente incompatible con las actividades agropecuarias e industriales.

Parques Naturales Regionales: de acuerdo con el Decreto 2372 de 2010 compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, se considera como un espacio geográfico en el que los ecosistemas de bosque mantienen su función, aunque su estructura y composición haya sido modificada y los valores naturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su preservación, uso sostenible, restauración, conocimiento y disfrute. Uso: Esta zona de propiedad pública o privada se reserva para destinarla al establecimiento o mantenimiento y utilización sostenible de los bosques y demás coberturas vegetales naturales.

Reservas Forestales Protectoras: de acuerdo con el Decreto 2372 de 2010, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, se considera como un espacio geográfico en el que los ecosistemas de bosque mantienen su función, aunque su estructura y composición haya sido modificada y los valores naturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su preservación, uso sostenible, restauración, conocimiento y disfrute. Uso: Esta zona de propiedad pública o privada se reserva para destinarla al establecimiento o mantenimiento y utilización sostenible de los bosques y demás coberturas vegetales naturales.

Zonas de preservación y restauración para la preservación del AMEM: de acuerdo con el Decreto 1989 de 1989, *«Por el cual se declara Área de Manejo Especial La Macarena, la Reserva Sierra de la Macarena, se clasifica y zonifica su territorio y se fijan sus límites reales»*, entre su zonificación se definen zonas para la preservación y recuperación para la preservación en los Distritos de Manejo Integrado que hacen parte del AMEM. Se consideran exclusiones:

DMI Macarena Norte

Zona de recuperación para la producción: áreas de uso de preservación.

Zona de recuperación para la preservación: áreas de uso de preservación y áreas de uso de restauración.

DMI Losada-Perdido

Zona de recuperación para la producción: áreas de uso de preservación.

Importancia de la variable

Para los propósitos de la zonificación de aptitud del cultivo comercial de papaya, las áreas protegidas representan determinantes ambientales de obligatorio cumplimiento de acuerdo con la normatividad nacional, por lo que constituyen el máximo nivel de restricción al uso.

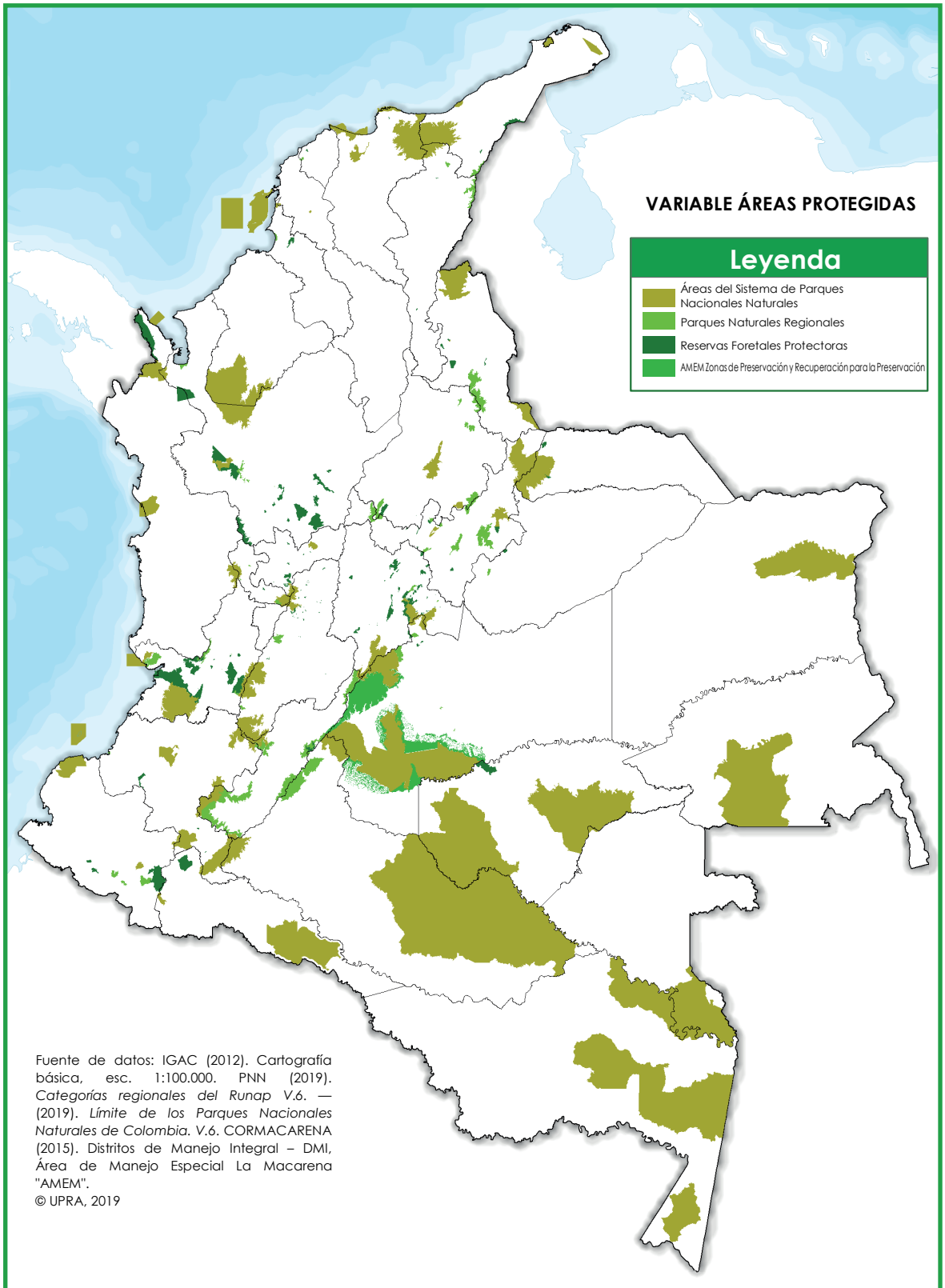
Valor de exclusión de la variable

No aplica, por tratarse de una exclusión legal (N2).

Limitantes de evaluación de la variable

ElLa principal limitante para analizar las áreas protegidas está referido a su dinámica, ya que constantemente se están creando nuevas áreas. Sobre este aspecto, es necesario resaltar que dentro de los criterios condicionantes se evalúa la figura «Zonas de protección y desarrollo de los recursos» (tanto de carácter regional como nacional), en las cuales queda implícito que, en el futuro, es posible que una parte de estas pueda convertirse en un área protegida, lo cual implica que cambia de condicionante a exclusión legal. Lo anterior implica la necesidad de mantener actualizada la información cartográfica para que las exclusiones incluyan las nuevas áreas protegidas que se van creando.

Representación cartográfica de la variable



Fuente de datos: IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000. PNN (2019). *Categorías regionales del Runap V.6.* — (2019). *Límite de los Parques Nacionales Naturales de Colombia. V.6.* CORMACARENA (2015). Distritos de Manejo Integral – DMI, Área de Manejo Especial La Macarena "AMEM".

© UPRA, 2019

CRITERIO EXCLUSIONES LEGALES

Unidad de análisis

Áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales, polígonos de Parques Naturales Regionales y polígonos de las Reservas Forestales Protectoras.

Fuentes de información

- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000.
- PNN. (2019). Categorías regionales del Runap V.6.
- _.(2019). Límite de los Parques Nacionales Naturales de Colombia V.6.

4.1.3 Otras áreas protegidas locales

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung**	
Criterio asociado:exclusiones legales		
Variable: Otras áreas protegidas locales		
Tipo de criterio asociado	Análisis jerárquico	
	Condicionante	
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	✓

Definición

Las áreas protegidas consideradas dentro de esta exclusión legal corresponden a:

Otras áreas protegidas locales: de acuerdo con el PBOT del municipio de Puerto López de 2017 y el Acuerdo 12 de Cormacarena de 2012, se establecen como exclusiones las siguientes áreas: bosques de galería, rondas de caño y ríos secundarios buffer de 30 m, rondas principales buffer de 100 m, Parque Municipal Yucao, Reserva Natural del Alto de Menegua y microcuencas que surten acueductos.

Importancia de la variable

Para los propósitos de la zonificación de aptitud del cultivo comercial de papaya, las áreas protegidas representan determinantes ambientales de obligatorio cumplimiento de acuerdo con la normatividad nacional, por lo que constituyen el máximo nivel de restricción al uso.

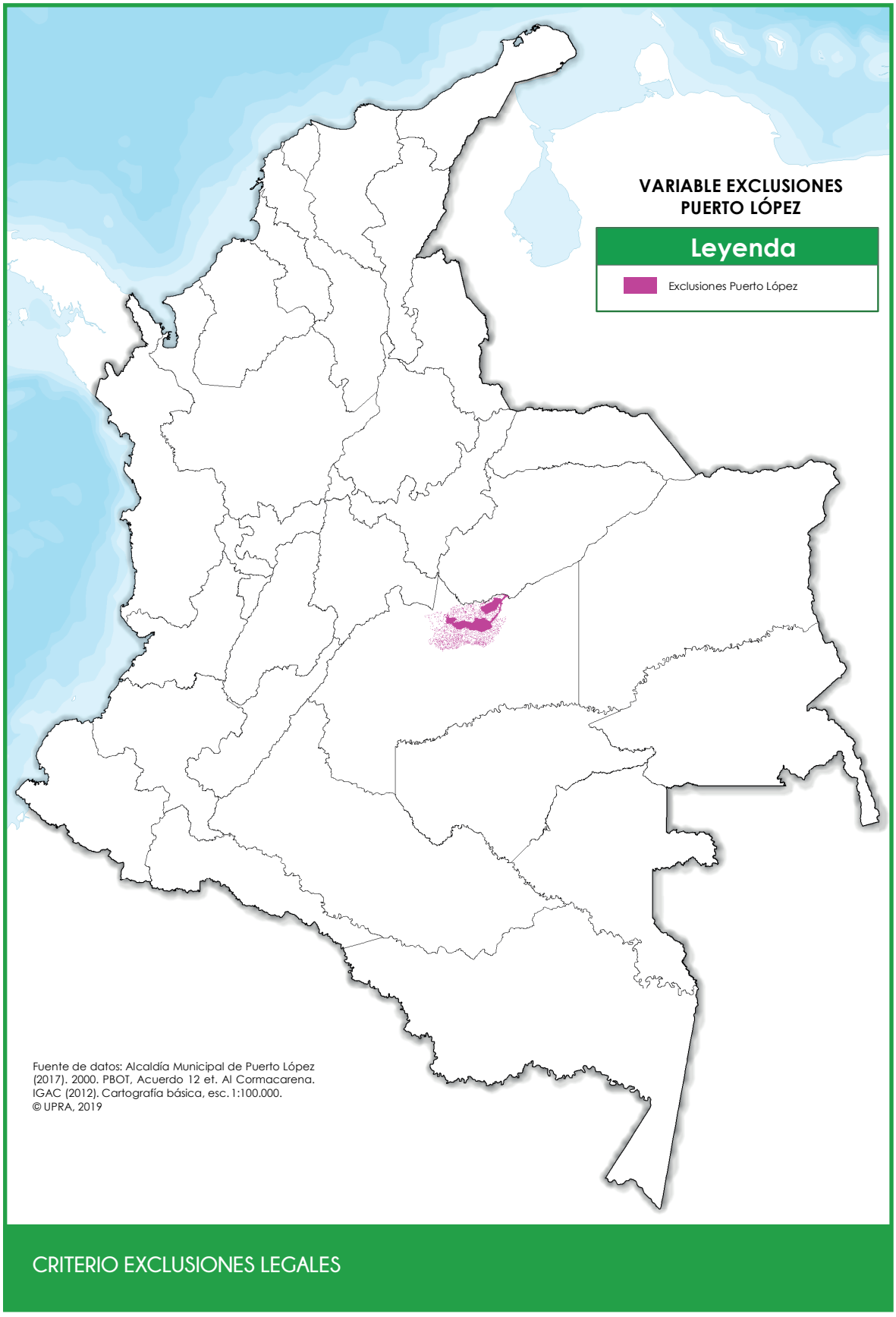
Valor de exclusión de la variable

No aplica, por tratarse de una exclusión legal (N2).

Limitantes de evaluación de la variable

La principal limitante para analizar las áreas protegidas está referido a su dinámica, ya que constantemente se están creando y definiendo nuevas áreas de conservación y protección. que se van creando.

Representación cartográfica de la variable



CRITERIO EXCLUSIONES LEGALES

Unidad de análisis

Zonas de protección declaradas en el PBOT de Puerto López

Fuentes de información

- Alcaldía Municipal de Puerto López (2017). PBOT, Acuerdo 12 et al. Cormacarena.
- Cormacarena (2015). Distritos de Manejo Integrado – DMI. Área de Manejo Especial La Macarena (AMEM).
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000.

4.1.4 Variable áreas urbanas

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung**	
Criterio asociado:exclusiones legales		
Variable: áreas urbanas		
Tipo de criterio asociado	Análisis jerárquico	
	Condicionante	
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	✓

Definición

Áreas conformadas por conjuntos de edificaciones y estructuras contiguas agrupadas en manzanas censales que por lo general cuentan con una dotación de servicios esenciales tales como acueducto, alcantarillado, energía eléctrica, hospitales, colegios, entre otros. En esta categoría están incluidas las cabeceras municipales y los centros poblados (DANE, 2018).

Cabecera municipal: área geográfica que está definida por un perímetro urbano, cuyos límites se establecen por acuerdos del Concejo municipal. Corresponde al lugar donde se ubica la sede administrativa de un municipio.

Centro poblado: concentración mínima de veinte viviendas contiguas, vecinas o adosadas entre sí, ubicada en el área resto municipal o en un área no municipalizada (corregimiento departamental). Contempla los núcleos de población de los corregimientos municipales, inspecciones de policía y caseríos.

Importancia de la variable

Establece la posibilidad de identificar las áreas que, por ser destinadas a usos urbanos, no son aptas para el establecimiento y desarrollo de

actividades productivas agropecuarias, de acuerdo con los lineamientos establecidos por la Ley 388 de 1997.

Valor de exclusión de la variable

No aplica por tratarse de una exclusión legal.

Limitantes de evaluación de la variable

La escala cartográfica para el tratamiento de los datos es 1:100.000, por lo que se recomienda consultar las clases y categorías de usos del suelo establecidas en los Planes de Ordenamiento Territorial por los municipios, previo al desarrollo de la actividad productiva.

Metodología de procesamiento de la información

1. Información.

DANE. 2014. Marco Geoestadístico Nacional. Cabeceras municipales y centros poblados

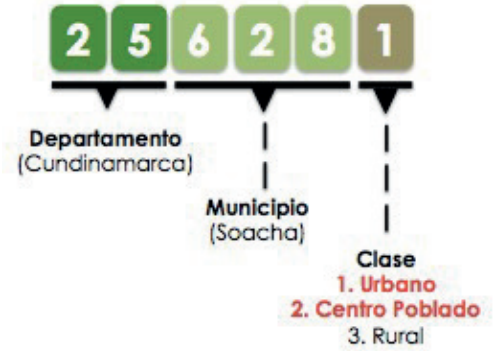
Ideam. 2012. Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2010-2012, escala 1:100.000 versión 1.0

IGAC. 2012. Cartografía básica, escala 1:100.000.

2. Precisiones de la información.

La información del DANE corresponde a las clases 1 (urbano) y 2 (centro poblado) de la posición 6 del código del Marco Geoestadístico Nacional como se muestra a continuación:

Conformación del código del Marco Geoestadístico Nacional



Fuente: Elaboración propia con base en DANE (2018)

Los datos tomados del mapa de coberturas del Ideam corresponden a los polígonos clasificados como territorios artificializados.

En Colombia existen 1112 áreas urbanas que corresponden a cabeceras municipales, áreas metropolitanas o centros poblados. De este grupo 145 tienen una extensión igual o inferior a las 25 ha, es decir que a la escala cartográfica de trabajo no son visibles.

Representación cartográfica de la variable

Fuente de datos: DANE (2014). *Marco Geoestadístico Nacional (MGN): Centros poblados y cabeceras municipales.* Ideam (2012). *Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2010 - 2012, esc. 1:100.000 versión 1.0.* IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000.
© UPRA, 2019

CRITERIO EXCLUSIONES LEGALES

Unidad de análisis

Polígonos correspondientes a cabeceras municipales y centros poblados

Fuentes de información

- DANE. (2018). Manual de uso del Marco Geoestadístico Nacional. Glosario. Recuperado de: <https://www.sen.gov.co/files/RegulacionEstadistica/Manual_MGN.pdf>
- _. (2014). Marco Geoestadístico Nacional (MGN). Cabeceras municipales y centros poblados.
- Ideam (2012). Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2010-2012, escala 1:100.000 versión 1.0
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

4.1.5 Variable parques arqueológicos

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung**	
Criterio asociado:exclusiones legales		
Variable: parques arqueológicos		
Tipo de criterio asociado	Análisis jerárquico	
	Condicionante	
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	✓

Definición

Áreas arqueológicas protegidas declaradas mediante resolución por el Icanh, que pueden incluir terrenos de propiedad pública o particular, para la protección, conservación rehabilitación, divulgación y recuperación del patrimonio cultural de la nación. La integridad de estas áreas se garantiza mediante el Plan de Manejo Arqueológico que apruebe el Icanh.

Plan de Manejo Arqueológico: concepto técnico de obligatoria atención emitido o aprobado por la autoridad competente respecto de específicos contextos arqueológicos, bienes muebles e inmuebles integrantes de dicho patrimonio o zonas de influencia arqueológica. El Plan de Manejo establece oficiosamente o a solicitud de sus tenedores, los niveles permitidos de intervención, condiciones de manejo y planes de divulgación (numeral 10, art. 1°, Decreto 833 de 2002, Mincultura).

Importancia de la variable

Los parques arqueológicos debidamente delimitados y con titularidad a nombre de entidades públicas, son exclusiones legales dado que tienen autonomía para establecer el manejo de esta área geográfica.

Adicionalmente, el Decreto 833 de 2002, que reglamenta la Ley General de Cultura 397 de 1997 en materia de Patrimonio Arqueológico, en concordancia con los artículos 63 y 72 de la Constitución política de Colombia menciona: *«los bienes muebles e inmuebles de carácter arqueológico (…) integran el patrimonio arqueológico, el cual pertenece a la nación, es inalienable, imprescriptible e inembargable» y más adelante en la norma complementa: «…los bienes integrantes del patrimonio arqueológico son bienes de interés cultural que hacen parte del patrimonio cultural de la nación».*

Se debe tener en cuenta que la condición de "inembargables, imprescriptibles e inalienables" de acuerdo con las leyes 397 del 1997 y 1185 del 2008 hace referencia a los bienes de interés cultural de propiedad de entidades públicas.

Valor de exclusión de la variable

No aplica por tratarse de una exclusión legal.

Limitantes de evaluación de la variable

No se contemplan parques arqueológicos que han sido declarados, pero carecen de espacialización cartográfica por parte del Icanh. El prescindir de esta información en la zonificación de aptitud no desconoce la posibilidad de que se requiera adelantar procesos de verificación ante la pretensión de implementar desarrollos productivos en zonas donde existan áreas de interés arqueológico.

Metodología de procesamiento de la información

Los datos fueron analizados de la información cartográfica facilitada por el Icanh (2019), Parques arqueológicos declarados. Los parques arqueológico definidos como exclusiones son:

Parque Arqueológico	Zona
Tierradentro	Segovia
	El Tablón
	Alto de San Andrés
Sogamoso	Directa

Parque Arqueológico	Zona
Tequendama	Directa
Alto de Las Piedras	Directa
El Abra	Directa
El Infiernito	Directa

Parque Arqueológico	Zona
San Agustín	Mesitas
Hacienda El Carmen	Directa
Cerro El Volador	Directa
Alto de Los Ídolos	Directa
UPTC Tunja	Directa
Ciudad Perdida	Directa
	Área de influencia
Piedras Blancas	Directa

Parque Arqueológico	Zona
La Lindosa	Raudal
	Nuevo Tolima
	Los Alpes
	Limoncillo
	Campanilla
	Cerro Azul
Serranía del Chibiriquete	Directa

Representación cartográfica de la variable

Fuentes de información

Fuente de datos: Icanh (2019). *Parques arqueológicos.* IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000.
© UPRA, 2019

CRITERIO EXCLUSIONES LEGALES

- Icanh. (2019). Parques arqueológicos declarados a la fecha
- IGAC. (2012). Cartografía básica escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

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

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung**	
Criterio asociado:exclusiones legales		
Variable: Zonas de Reserva Forestal Nacional de Ley 2.ª de 1959, tipo A		
Tipo de criterio asociado	Análisis jerárquico	
	Condicionante	
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	✓

Definición

Las Zonas de Reserva Forestal Nacional fueron creadas para el desarrollo de la economía forestal y protección de los suelos, las aguas y la vida silvestre, mediante la Ley 2.ª de 1959. Se compone de siete Zonas Reservas Forestales Nacionales (ZRFN): ZRFN del Pacífico, ZRFN Central, ZRFN del río Mag dalena, ZRFN de la Sierra Nevada de Santa Marta, ZRFN de la Serranía de Los Motilones, ZRFN del Cocuy y ZRFN de la Amazonia.

La zonificación adelantada por el MADS en las Zonas de Reserva Forestal Nacional definió 3 zonas tipo, denominadas A, B y C, y donde se establece que las Zonas tipo A, son las zonas que garantizan el mantenimiento de los procesos ecológicos básicos necesarios para asegurar la oferta de servicios ecosistémicos, relacionados principalmente con la regulación hídrica y climática; la asimilación de contaminantes del aire y del agua; la formación y protección del suelo; la protección de paisajes singulares y de patrimonio cultural; y el soporte a la diversidad biológica (Resolución MADS 1922 de 2013, que corresponde a la adopción de la zonificación de la Zona de Reserva Forestal Central).

Estas zonas tipo A son tomadas como exclusión para esta zonificación. Las zonificaciones se adoptaron mediante las siguientes resoluciones:

Resolución 1922 de 2013, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal Central, establecida en la Ley 2.ª de 1959.

Resolución 1923 de 2013, mediante la cual se adopta la zonificación y ordenamiento de la Reserva Forestal de la Serranía de los Motilones, establecida en la Ley 2.ª de 1959.

Resolución 1924 de 2013, mediante la cual se adopta la zonificación

y el ordenamiento de la Reserva Forestal del Ríorío Magdalena, establecida en la Ley 2.ª de 1959.

Resolución 1925 de 2013, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Amazonía, establecida en la Ley 2.ª de 1959, para los departamentos de Caquetá, Guaviare y Huila.

Resolución 1926 de 2013, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del Pacífico, establecida en la Ley 2.ª de 1959.

Resolución 1275 de 2014, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del Cocuy, establecida en la Ley 2.ª de 1959.

Resolución 1276 de 2014, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Sierra Nevada de Santa Marta, establecida en la Ley 2.ª de 1959.

Resolución 1277 de 2014, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Amazonía, establecida en la Ley 2.ª de 1959, para los departamentos de Amazonas, Cauca, Guainía, Putumayo y Vaupés.

Importancia de la variable

Para los propósitos de la zonificación, las zonas tipo A de las Zonas de Reserva Forestal Nacional son consideradas como determinantes ambientales de obligatorio cumplimiento de acuerdo con la normatividad nacional, por lo que constituyen el máximo nivel de restricción al uso.

Valor de exclusión de la variable

No aplica, por tratarse de una exclusión legal (N2).

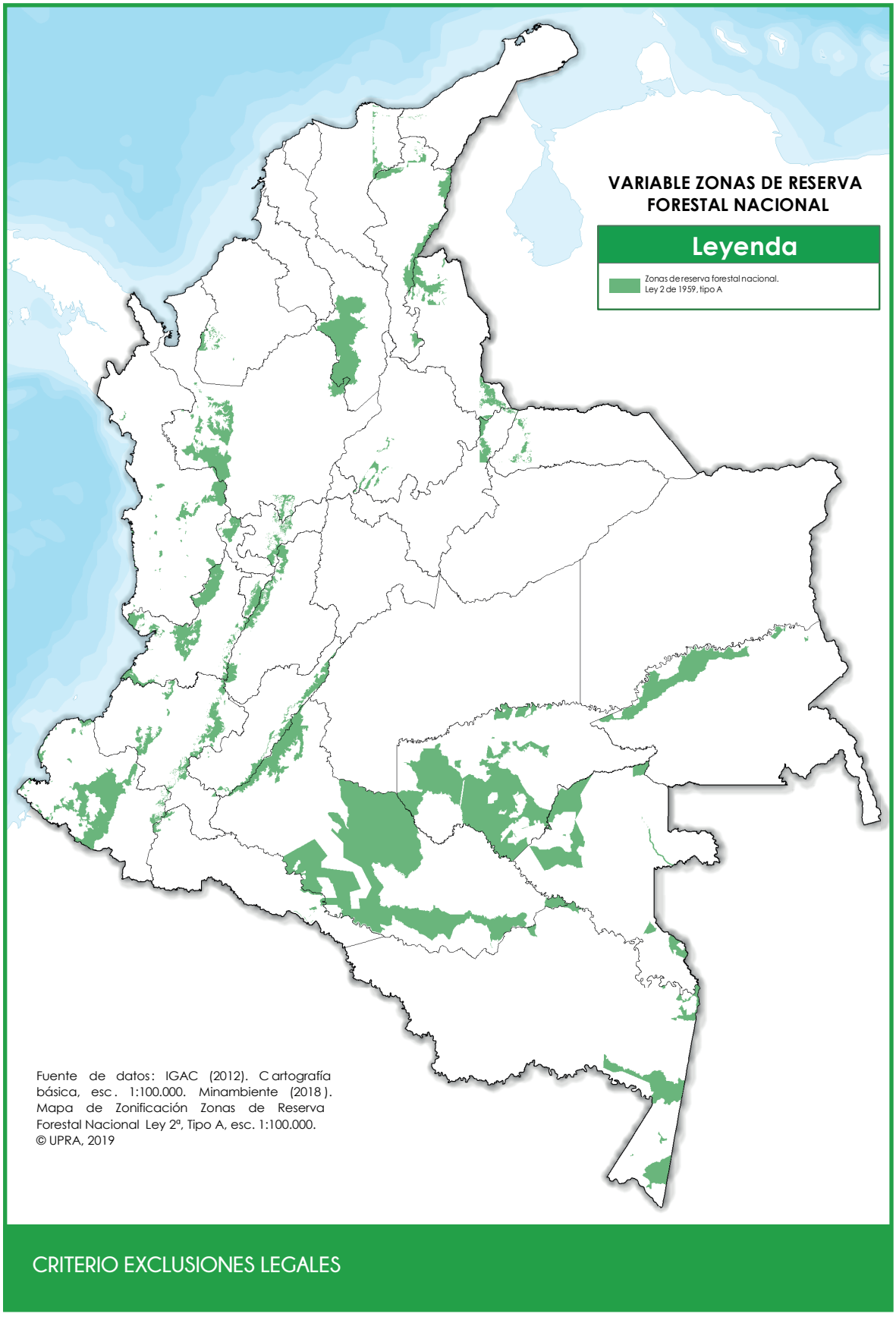
Limitantes de evaluación de la variable

Las resoluciones que zonifican las Zonas de Reserva Forestal Nacional establecen que tanto en las zonas tipo A, B o C, se pueden adelantar procesos de sustracción de conformidad con la normatividad vigente. Como todas las áreas son susceptibles de solicitud de sustracción, es importante que, la información de sustracciones sea actualizada regularmente,

Metodología de procesamiento de la información

Para la generación de la información cartográfica se parte de las zonificaciones de cada una de las Reservas Forestales Nacionales de Ley 2.ª de 1959 adelantadas por el MADS, donde se identifican las zonas tipo A.

Representación cartográfica de la variable



Fuente de datos: IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000. Minambiente (2018). Mapa de Zonificación Zonas de Reserva Forestal Nacional Ley 2ª, Tipo A, esc. 1:100.000.
© UPRA, 2019

CRITERIO EXCLUSIONES LEGALES

Fuentes de información

- Minambiente (2018). Mapa de zonificación de Zonas de Reserva Forestal Nacional Ley 2ª, Tipo A, escala 1:100.000.
- IGAC. (2012). Cartografía básica escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

5. Fichas metodológicas de condicionantes legales

5.1 Criterio condicionantes legales

Ficha metodológica de criterio		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung**	
Componente: socioecosistémico		
Criterio asociado: condicionantes legales		
Tipo de criterio	Análisis jerárquico	
	Condicionante	✓
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	
Variables asociadas al criterio		
Ecosistemas estratégicos: polígonos de bosque seco tropical, polígonos de manglares, polígonos de humedales y buffer 30 m a lado y lado de los cauces sencillos. Áreas protegidas: polígonos de distritos de manejo integrado (DMI), polígonos Zonas de Producción y Recuperación para la Producción del AMEM, polígonos de distritos de conservación de suelos (DCS), polígonos de áreas de recreación, polígonos de reservas naturales de la sociedad civil, polígonos de zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medio ambiente. Zonas de Reserva Forestal Nacional: polígonos de las zonas tipo B y C de las Zonas de Reserva Forestal Nacional. Distinciones internacionales: polígonos de Reservas de la Biosfera y polígonos de humedales Ramsar. Áreas de interés cultural y social: polígonos de tierras de las comunidades negras, polígonos de áreas reservadas para las comunidades negras, polígonos de resguardos indígenas, polígonos de zonas de reserva campesina, polígonos de paisaje cultural cafetero y polígonos de áreas arqueológicas protegidas.		

Definición

Zonas que, independientemente de la categoría de aptitud, requieren de un análisis complementario de tipo legal, social, cultural y/o ambiental para el establecimiento y desarrollo del cultivo comercial de papaya.

Importancia del criterio

Los condicionantes agrupan todos aquellos factores de orden ecológico o social, cuyo soporte legal implica que se supediten o puedan modificar algunos elementos de la producción comercial, sin que ello represente una restricción misma al uso, o la reducción de la aptitud del territorio para su implementación. Por este motivo requieren detalles adicionales que deben ser estudiados en conjunto con las autoridades ambientales competentes o con las comunidades allí establecidas, es decir, las áreas bajo condicionantes podrán ser reclasificadas en la zonificación, dependiendo del nivel de conocimiento que se tenga en el

futuro o de solicitudes expresas de autoridades de ciertas áreas (territorios indígenas y afrocolombianos) o de aclaración de determinantes legales puedan ser incluidos en la evaluación.

Limitantes de la evaluación del criterio

No existen limitantes para la evaluación del criterio, puesto que la normatividad permite el establecimiento y desarrollo de cultivos comerciales, y solo se exige el cumplimiento de los condicionantes legales o las líneas de política determinados en cada caso.

Metodología de evaluación

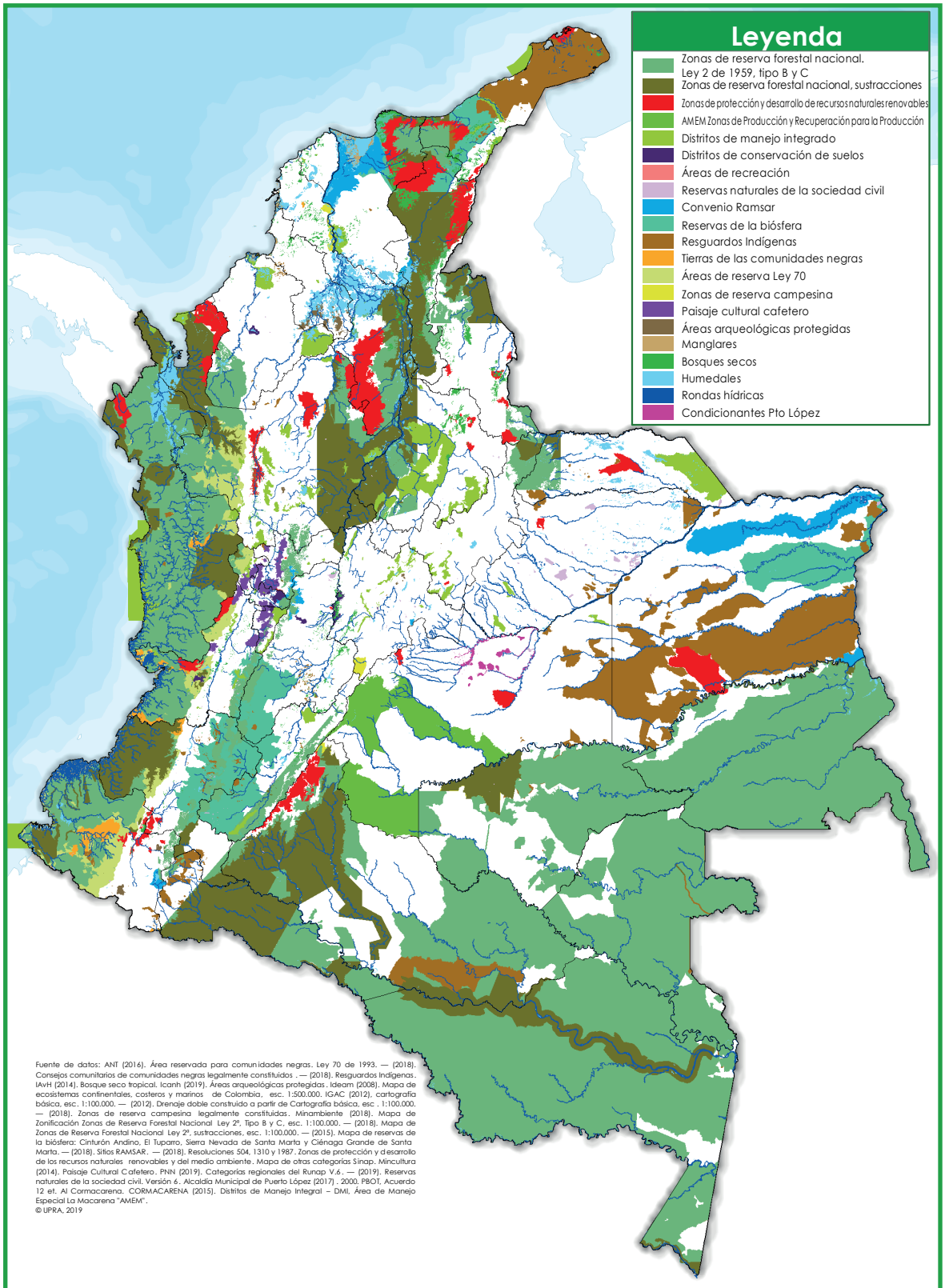
La metodología de evaluación consistió en analizar a profundidad las normas vigentes, revisar las fuentes y, posteriormente, obtener la cartografía oficial de la información.

Por medio de esta información es posible identificar si en la zona de estudio se localiza alguna de las variables que conforman los condicionantes legales. De ser el caso, se espacializa y se genera el mapa correspondiente.

Rangos para la asignación de valores de aptitud

No aplican rangos para los condicionantes.

Representación cartográfica del criterio



Fuente de datos: ANT (2016). Área reservada para comunidades negras. Ley 70 de 1993. — (2018). Consejos comunitarios de comunidades negras legalmente constituidas . — (2018). Resguardos Indígenas. IAvH (2014). Bosque seco tropical. Icanh (2019). Áreas arqueológicas protegidas . Ideam (2008). Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia, esc. 1:500.000. IGAC (2012), cartografía básica, esc. 1:100.000. — (2012). Drenaje doble construido a partir de Cartografía básica, esc . 1:100.000. — (2018). Zonas de reserva campesina legalmente constituidas. Minambiente (2018). Mapa de Zonificación Zonas de Reserva Forestal Nacional Ley 2ª. Tipo B y C, esc. 1:100.000. — (2018). Mapa de Zonas de Reserva Forestal Nacional Ley 2ª, sustracciones, esc. 1:100.000. — (2015). Mapa de reservas de la biósfera: Cinturón Andino, El Tuparro, Sierra Nevada de Santa Marta y Ciénaga Grande de Santa Marta. — (2018). Sitios RAMSAR. — (2018). Resoluciones 504, 1310 y 1987. Zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medio ambiente. Mapa de otras categorías Sinap. Mincultura (2014). Paisaje Cultural Cafetero. PNN (2019). Categorías regionales del Runap V.6. — (2019). Reservas naturales de la sociedad civil. Versión 6. Alcaldía Municipal de Puerto López (2017) . 2000. PBOT, Acuerdo 12 et. Al Cormacarena. CORMACARENA (2015). Distritos de Manejo Integral – DMI, Área de Manejo Especial La Macarena "AMEM".

© UPRA, 2019

CRITERIO CONDICIONANTES LEGALES

Fuentes de información

- Alcaldía Municipal de Puerto López (2017). PBOT, *Acuerdo 12 et al. Cormacarena.*
- ANT. (2016). *Áreas reservadas para comunidades negras. Ley 70 de 1993.*
- _. (2018). Consejos comunitarios de comunidades negras legalmente constituidos.
- _. (2018). *Resguardos indígenas.*
- Cormacarena. (2015). *Distrito de manejo integral –DMI-, Área de Manejo Especial La Macarena "AMEM".*
- IAVH. (2014). *Bosque seco tropical.*
- Icanh. (2019). *Áreas arqueológicas protegidas.*
- Ideam et al. (2008). *Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia, escala 1:500.000.*
- IGAC. (2012). Drenaje doble construido a partir de cartografía básica, escala 1:100.000.
- _. (2018). *Zonas de reserva campesina legalmente constituidos.*
- _. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Minambiente. (2018). *Mapa de zonificación Zonas de Reserva Forestal Nacional de la Ley 2.ª Tipos B y C, escala 1:100.000.*
- _. *(2018). Mapa de zonas de Reserva Forestal Nacional Ley 2.ª, sustracciones, escala 1:100.000*
- _. (2015). *Mapa de reservas de la biósfera: Ciénaga Grande de Santa Marta, Cinturón Andino, El Tuparro y Sierra Nevada de Santa Marta.*
- _. (2018). *Sitios Ramsar.*
- _. (2015). *Resoluciones 504, 1310 y 1987. Zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medio ambiente. Mapa de otras categorías Sinap.*
- Mincultura. (2014). *Paisaje Cultural Cafetero.*
- PNN. (2019). *Categorías regionales del Runap V. 6.*
- _. (2019). *Reservas naturales de la sociedad civil. Versión 6.*

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

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung**	
Criterio asociado: condicionantes legales		
Variable: ecosistemas estratégicos (manglares, humedales, rondas hídricas y bosque seco tropical)		
Tipo de criterio asociado	Análisis jerárquico	
	Condicionante	✓
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	

Definición

Agrupa aquellos ecosistemas y zonas de importancia ambiental que se han priorizado para su protección y conservación debido a su importancia ecosistémica o su nivel de amenaza, y que son incompatibles con el desarrollo del cultivo comercial de papaya. Las consideraciones definidas para esta variable se muestran a continuación:

Los ecosistemas de manglar y los humedales son considerados zonas de importancia ambiental que se han priorizado para su protección y conservación debido a su importancia ecosistémica o su nivel de amenaza, por lo cual son incompatibles con el cultivo comercial de papaya.

Desde el punto de vista ambiental, el ecosistema de manglar reduce el impacto de las mareas depositando barro y formando pantanos donde se fijan los organismos. Igualmente, sirve como estabilizador de la línea costera ayudando en el control de erosión y constituye una barrera natural de amortiguamiento que protege a las costas de marejadas y vientos huracanados a manera de cortina rompevientos.

Económicamente, el manglar ha sido base de subsistencia de muchas comunidades a lo largo de las costas colombianas, quienes han utilizado su madera a pequeña escala y para uso local. Igualmente, del manglar es posible obtener alcohol, papel para envolver cigarrillos, colorantes, fibras sintéticas, incienso, palo de fósforos y pegamentos. La corteza de algunas especies se aprovecha para la extracción de taninos, químicos que facilitan el proceso de la curtiembre.

Por su parte, los humedales son ecosistemas estratégicos de gran importancia ecológica, ya que ofrecen una gran variedad de bienes y servicios a las comunidades aledañas. Estos ecosistemas han ido desapareciendo debido a diversos factores que alteran sus características físicas, biológicas y químicas, afectando así la flora y la fauna presente

en ellos. El Decreto 1640 de 2012 plantea, en su artículo 2.º, la existencia de ecosistemas de importancia estratégica para la conservación de recursos hídricos, entendiéndolos como aquellos que garantizan la oferta de servicios ecosistémicos relacionados con el ciclo hidrológico y, en general, con los procesos de regulación de disponibilidad del recurso hídrico en un área determinada.

La ronda hídrica se considera la faja paralela a las líneas de mareas máximas o al cauce permanente de ríos y lagos de hasta 30 m, las cuales son un bien inembargable e imprescriptible del Estado, excepto si existen derechos adquiridos (Decreto 2811 de 1974).

El Decreto 1449 de 1977 consagra en su artículo 3.º, literal b, que los propietarios de predios rurales tienen la obligación de mantener cobertura boscosa en áreas forestales protectoras, dentro de las cuales define como tal una faja de terreno no inferior a 30 m de ancho, paralela a las líneas máximas de marea, a los lados de los cauces y alrededor de lagos o depósitos de agua.

El artículo 204 establece: «[...] Se entiende por área forestal protectora la zona que debe ser conservada permanentemente con bosques naturales o artificiales, para proteger estos mismos recursos u otros naturales renovables. En el área forestal protectora debe prevalecer el efecto protector y solo se permitirá la obtención de frutos secundarios del bosque». (Decreto 2811 de 1974).

La ronda, de conformidad con el artículo 10 de la Ley 388 de 1997, es una determinante ambiental que debe ser tenida en cuenta como norma de superior jerarquía por los municipios y distritos (Consulta 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.º, literal b, que los propietarios de predios rurales tienen la obligación de mantener cobertura boscosa en áreas forestales protectoras, dentro de las cuales define como tal una faja de terreno no inferior a 30 m de 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.º señala que las rondas hidráulicas hacen parte de la categoría de áreas de conservación y protección ambiental, por ser áreas de especial importancia ecosistémica.

El ecosistema de bosque seco se considera una zona de importancia ambiental que se ha priorizado para su protección y conservación debido a su importancia ecosistémica o su nivel de amenaza; se requiere de un análisis detallado del área, previo a cualquier establecimiento de un cultivo.

Importancia de la variable

Permite identificar áreas donde el establecimiento del cultivo no es compatible con los usos vocacionales en estos ecosistemas estratégicos y, por tanto, su uso está condicionado a estudios con mayor nivel de detalle.

Valor de exclusión de la variable

No aplica, por tratarse de un condicionante legal (C1).

Limitantes de evaluación de la variable

Generalmente estas zonas no cuentan con una delimitación a escala regional, lo cual motiva que sean considerados como figuras normativas que requieren de un análisis complementario de tipo legal, social, cultural y/o ambiental para el desarrollo de actividades agropecuarias. Es necesario determinar si la autoridad ambiental regional ha definido y reglamentado las normas que fijan la Estructura Ecológica Principal de su territorio; si estas áreas aparecen identificadas y reglamentadas deberán ser tratadas como una exclusión legal.

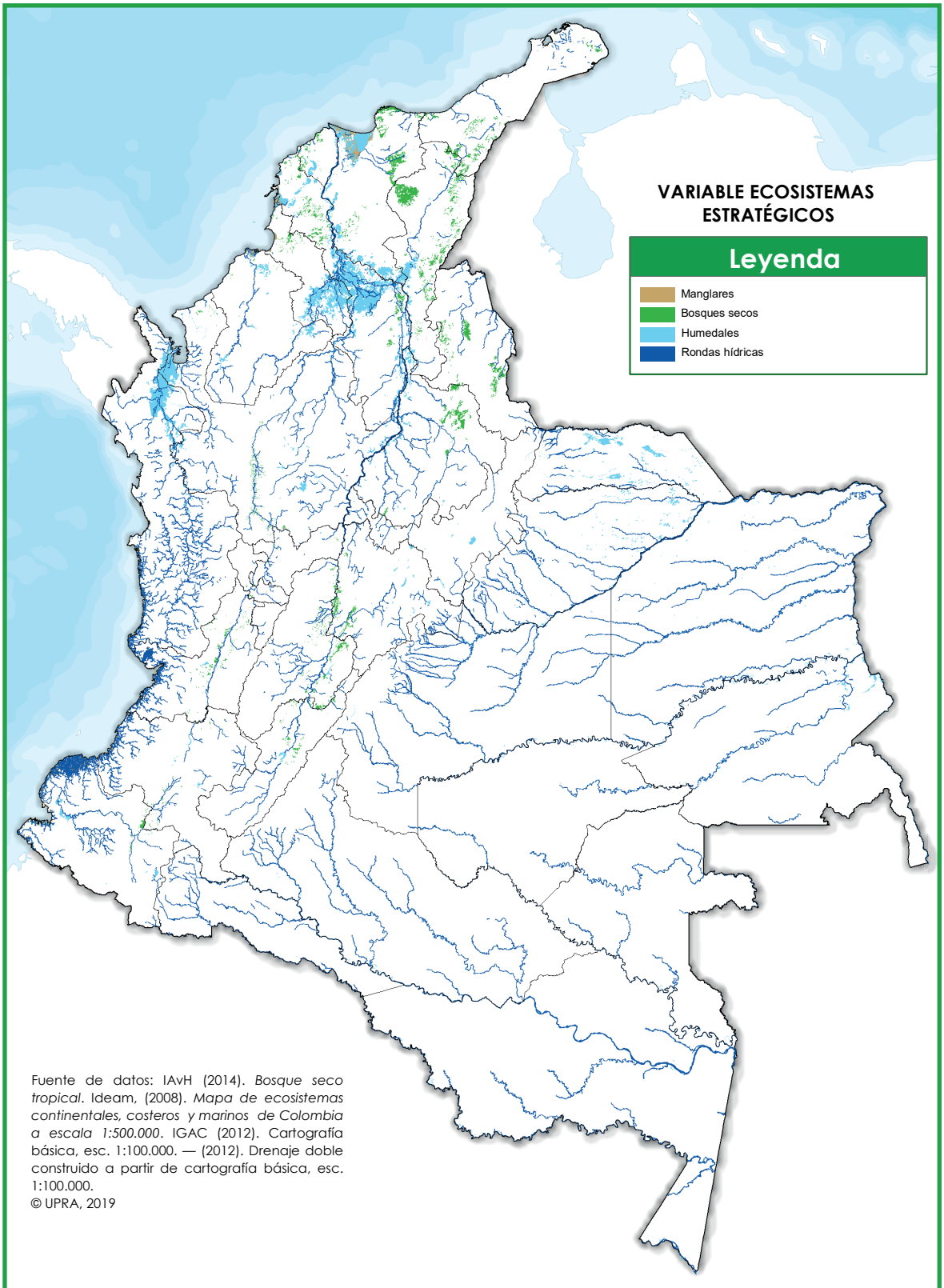
En lo referente a rondas hídricas, es necesario mencionar que la delimitación específica de cada cauce, debe obedecer a lo que establezcan las autoridades ambientales respectivas. Para la zonificación de aptitud se toman 30 m; no obstante, estas podrán tener una mayor o menor longitud.

Es función de las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR) efectuar, en el área de su jurisdicción y en el marco de sus competencias, el acotamiento de la faja paralela a los cuerpos de agua a que se refiere el literal d del artículo 83 del Decreto Ley 2811 de 1974, y el área de protección o conservación aferente, para lo cual se deberán realizar los estudios correspondientes, conforme a los criterios que defina el Gobierno nacional (Ley 1450 de 2011).

Metodología de procesamiento de la información

Para la generación de la información cartográfica, se parte de las capas que contienen la información espacial actualizada de las áreas de bosque seco tropical, humedales y manglares. Para las rondas hídricas se emplea la cartografía básica del IGAC, donde se definen los cauces sencillos. Una vez definidos los cauces se toman un buffer de 30 m, a lado y lado del cauce.

Representación cartográfica de la variable



Fuente de datos: IAvH (2014). *Bosque seco tropical*. Ideam, (2008). *Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia a escala 1:500.000*. IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000. — (2012). Drenaje doble construido a partir de cartografía básica, esc. 1:100.000.

© UPRA, 2019

CRITERIO CONDICIONANTES LEGALES

Unidad de análisis

Polígonos que comprenden las áreas de bosque seco tropical, humedales, manglares. Para la generación de la información cartográfica se parte de la cartografía básica del IGAC, donde se definen los cauces sencillos. Una vez definidos los cauces se toman un buffer de 30 m, a lado y lado del cauce.

Fuentes de información

- IAVH. (2014). Bosque seco tropical.
- Ideam (2010). Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia.
- Ideam et al. (2008). Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia, escala 1:500.000.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2012). Drenaje doble construido a partir de cartografía básica, escala 1:100.000.
- Ideam (2010). Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia.

5.1.2 Variable áreas protegidas

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung**	
Criterio asociado: condicionantes legales		
Variable: áreas protegidas		
Tipo de criterio asociado	Análisis jerárquico	
	Condicionante	✓
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	

Definición

Agrupa aquellas áreas protegidas cuyas categorías de manejo requieren de un análisis complementario de tipo legal, social, cultural y/o ambiental para el desarrollo y establecimiento de cultivo comercial de papaya; aunque no prohíba la actividad como tal, sisí g enera un condicionamiento al posible uso de dichas áreas. Las consideraciones legales para esta variable se muestran a continuación:

Distritos de manejo integrado (DMI): de acuerdo con el artículo 14 del Decreto 2372 de 2010, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, son espacios geográficos en los que los paisajes y ecosistemas mantienen su composición y función, aunque su estructura haya sido modificada, y cuyos valores naturales y cultu-

rales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su uso sostenible, preservación, restauración, conocimiento y disfrute.

Distritos de conservación de suelos (DCS): el Decreto 2372 de 2010, compilado por el Decreto 1076 de 2015 define que son espacios geográficos cuyos ecosistemas estratégicos, en la escala regional, mantienen su función, aunque su estructura y composición hayan sido modificadas; aportan esencialmente a la generación de bienes y servicios ambientales, cuyos valores naturales y culturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su restauración, uso sostenible, preservación, conocimiento y disfrute, por las restricciones debidas a su orientación de manejo para la recuperación de suelos alterados o degradados o la prevención de fenómenos que causen alteración o degradación en áreas especialmente vulnerables por sus condiciones físicas o climáticas o por la clase de utilidad que en ellas se desarrolla.

Áreas de recreación: conforme al artículo 15 del Decreto 2372 de 2010, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental , son espacios geográficos en los que los paisajes y ecosistemas estratégicos en la escala regional mantienen la función, aunque su estructura y composición hayan sido modificadas, con un potencial significativo de recuperación, y cuyos valores naturales y culturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su restauración, uso sostenible, conocimiento y disfrute; por esa razón, esta categoría impone restricciones similares a las de los distritos de manejo integrado.

Zonas de producción y recuperación para la producción del AMEM: de acuerdo con el Decreto 1989 de 1989 *«Por el cual se declara Área de Manejo Especial La Macarena (AMEM), la Reserva Sierra de La Macarena, se clasifica y zonifica su territorio y se fijan sus límites reales»*, entre su zonificación se definen las siguientes zonas: a) recuperación para la producción occidente, b) preservación vertiente oriental, c) producción Ariari-Guayabero, d) recuperación para la preservación sur y e) recuperación para la producción sur.

Se consideran condicionantes:

DMI Macarena Norte

Zona de recuperación para la producción: áreas de uso de restauración y áreas de uso sostenible (áreas de uso para el desarrollo y áreas de uso para el aprovechamiento sostenible)).

DMI Losada-Perdido

Zona de recuperación para la producción: áreas de uso de restauración para la preservación, áreas de uso de restauración para recuperación-rehabilitación y áreas de uso sostenible.

Reservas naturales de la sociedad civil (RNSC): hace referencia a la totalidad o una parte del área de un inmueble que conserve una muestra de un ecosistema natural y sea manejado bajo los principios de sustentabilidad en el uso de los recursos naturales y que, por la voluntad de su propietario, se destina para su uso sostenible, preservación o restauración con vocación de largo plazo (Decreto 2372 de 2010). Estas RNSC tienen una zonificación y un plan de manejo que deben ser previamente consultados, si se pretende desarrollar algún proyecto productivo dentro de esta zona.

Otras áreas protegidas: de acuerdo con el PBOT del municipio de Puerto López de 2017 y el Acuerdo 12 Cormacarena de 2012, se consideran como condicionantes las siguientes áreas: lagunas, zonas de amenaza y riesgo por inundación, zonas de amenaza y riesgos por deslizamientos y el resguardo Humapo-La Victoria.

Zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medioambiente: por medio de la Resolución 1628 de 2015 y de la Resolución 1814 de 2015 del MADS, se declaran las zonas de protección como medida de precaución de carácter nacional (áreas protegidas nacionales en proceso de declaratoria por parte de Parques Nacionales Naturales) y de carácter regional (áreas protegidas regionales en proceso de declaratoria por parte de las CAR). La Resolución 1987 de 2018, prorroga la duración de estas zonas, adicionalmente modifica por aumento o disminución de área dichas zonas.

Importancia de la variable

Alerta a los planificadores y productores, con respecto a las áreas que, aunque posean aptitud para el cultivo, cuentan con regímenes especiales que condicionan el desarrollo de las actividades agropecuarias en el territorio. Cada una de las categorías consideradas genera un condicionante a su uso, pues si bien no lo prohíbe, requiere de una revisión de la zona apta en relación a las condiciones normativas de la figura o figuras con la que se superpone.

Valor de exclusión de la variable

No aplica, por tratarse de un condicionante legal (C1).

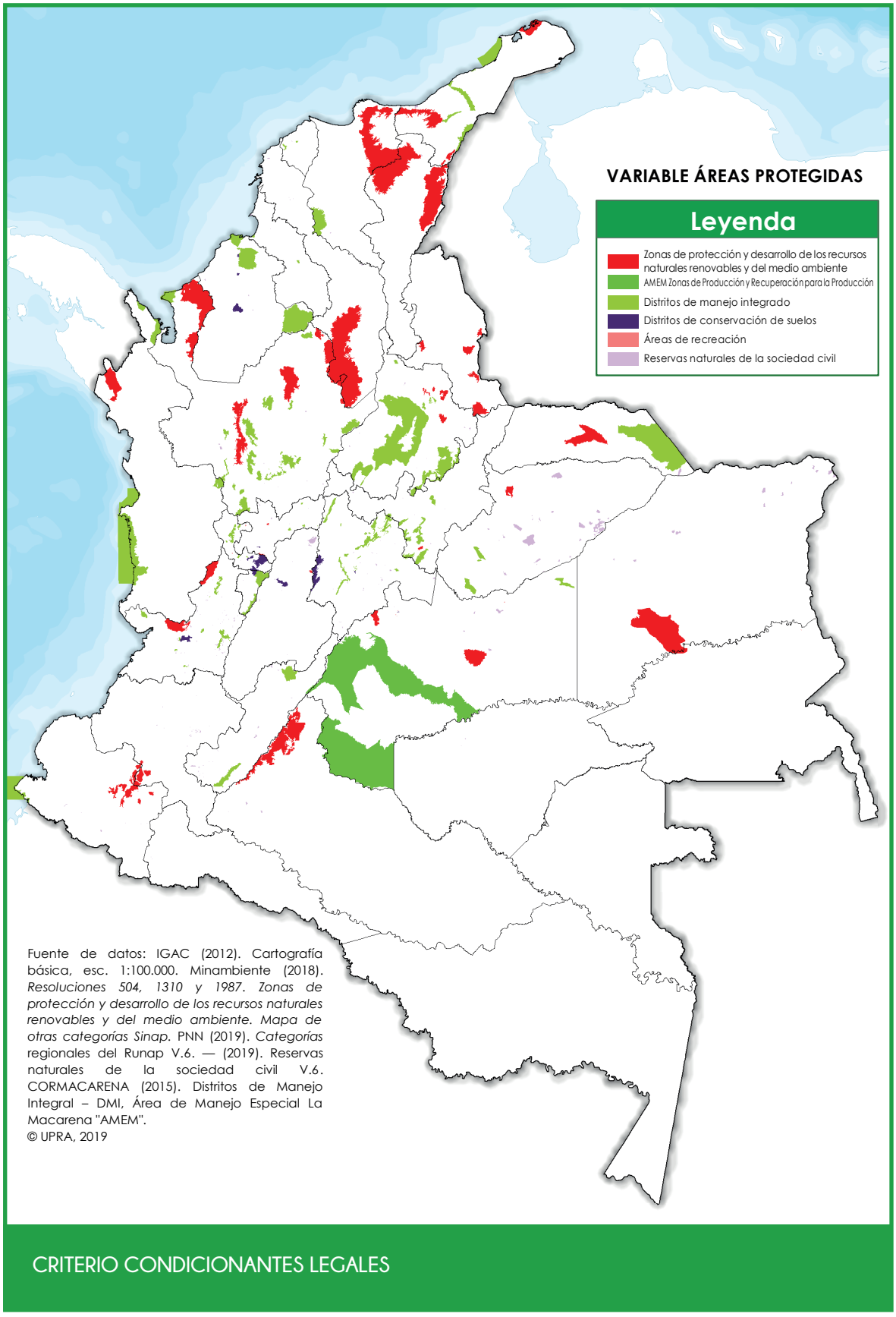
Limitantes de evaluación de la variable

Cada una de las figuras protegidas en teoría debe contar con su respectivo plan de manejo, en el cual se definen los usos permitidos del área que aparece bajo una figura de protección. Sin embargo, no todas las áreas protegidas tienen un plan de manejo formulado, lo cual implica que, a pesar de que estén delimitadas, aún no tienen definido el uso por lo cual no es posible definir en qué zonas si es posible desarrollar cultivo comercial de papaya o en las que por el contrario está prohibido el desarrollo de actividades productivas.

Metodología de procesamiento de la información

Para la generación de cartografía, se parte de las capas que contienen la información espacial de cada una de las figuras consideradas. Por medio de esta información, es posible identificar si en la zona de estudio se localiza alguna de las figuras de protección que integran esta variable.

Representación cartográfica de la variable



Fuente de datos: IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000. Minambiente (2018). *Resoluciones 504, 1310 y 1987. Zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medio ambiente. Mapa de otras categorías Sinap.* PNN (2019). *Categorías* regionales del Runap V.6. — (2019). Reservas naturales de la sociedad civil V.6. CORMACARENA (2015). Distritos de Manejo Integral – DMI, Área de Manejo Especial La Macarena "AMEM".

© UPRA, 2019

CRITERIO CONDICIONANTES LEGALES

Fuentes de información

- Cormacarena (2015). Distrito de manejo integral –DMI-, Área de Manejo Especial La Macarena "AMEM".
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Minambiente. (2015). Resoluciones 1814 y 1628. Zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medio ambiente. Mapa de otras categorías Sinap.
- PNN. (2019). Categorías regionales del Runap V.6.
- _. (2019). Reservas naturales de la sociedad civil. Versión 6.

5.1.3 Otras áreas protegidas locales

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung**	
Criterio asociado: condicionantes legales		
Variable: Otras áreas protegidas locales		
Tipo de criterio asociado	Análisis jerárquico	
	Condicionante	✓
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	

Definición

Las áreas protegidas consideradas dentro de esta condicionante legal corresponden a:

Otras áreas protegidas locales: de acuerdo con el PBOT del municipio de Puerto López de 2017 y el Acuerdo 12 Cormacarena de 2012, se consideran como condicionantes las siguientes áreas: lagunas, zonas de amenaza y riesgo por inundación, zonas de amenaza y riesgos por deslizamientos y el resguardo Humapo-La Victoria.

Importancia de la variable

Alerta a los planificadores y productores, con respecto a las áreas que, aunque posean aptitud para el cultivo, cuentan con regímenes especiales que condicionan el desarrollo de las actividades agropecuarias en el territorio.

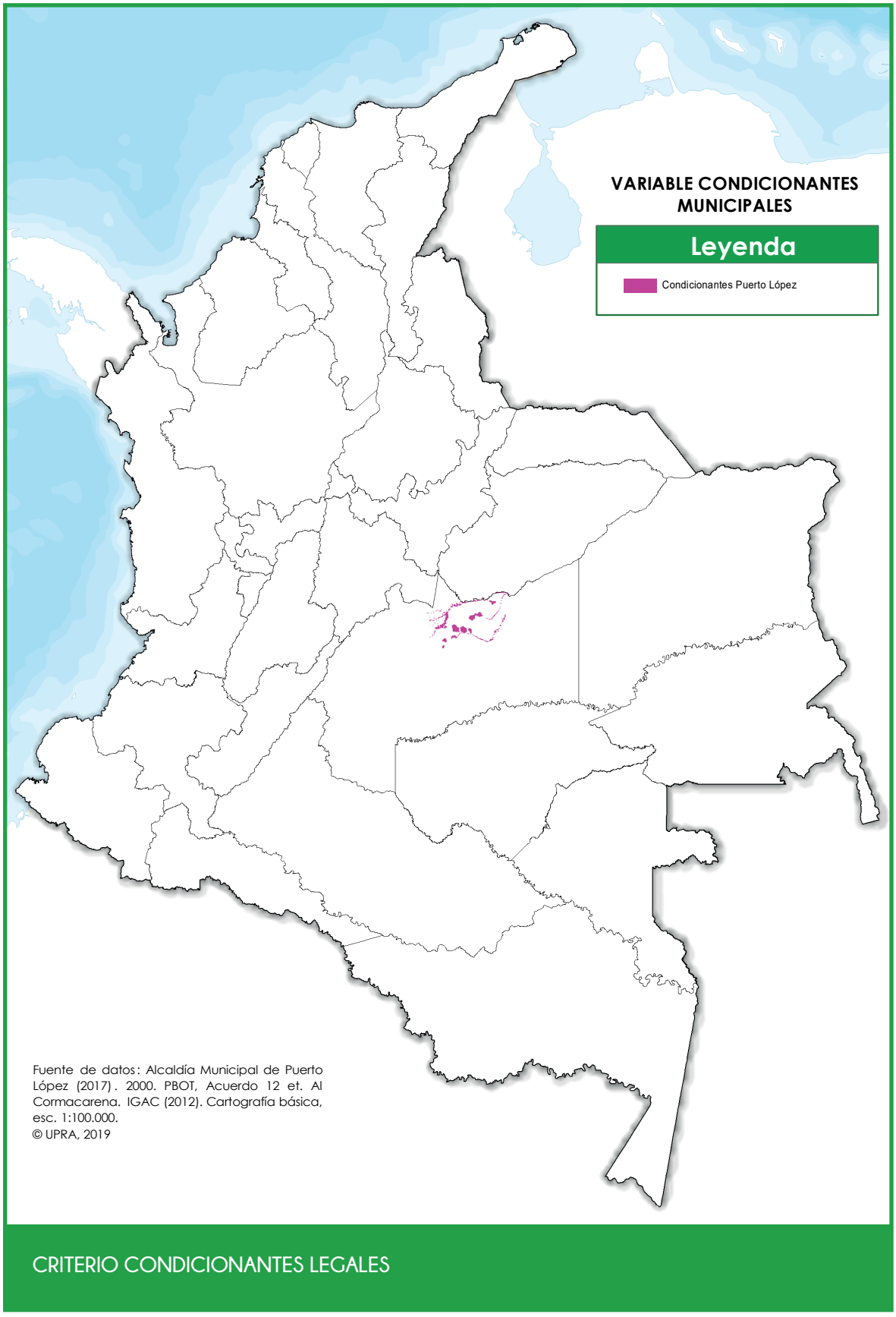
Valor de exclusión de la variable

No aplica, por tratarse de una condicionante legal (N2).

Limitantes de evaluación de la variable

ElLa principal limitante para analizar las áreas protegidas está referido a su dinámica, ya que constantemente se están creando y definiendo nuevas áreas de conservación y protección. que se van creando.

Representación cartográfica de la variable



CRITERIO CONDICIONANTES LEGALES

Unidad de análisis

Zonas de protección declaradas en el PBOT de Puerto López

Fuentes de información

- Alcaldía Municipal de Puerto López (2017). PBOT, Acuerdo 12 et al. Cormacarena.
- Cormacarena (2015). Distritos de Manejo Integrado – DMI. Área de Manejo Especial La Macarena (AMEM).
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000.

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

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung**	
Criterio asociado: condicionantes legales		
Variable: Zonas de Reserva Forestal Nacional de Ley 2.ª de 1959, Tipo B y C		
Tipo de criterio asociado	Análisis jerárquico	
	Condicionante	✓
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	

Definición

Las Zonas de Reserva Forestal Nacional fueron creadas para el desarrollo de la economía forestal y protección de los suelos, las aguas y la vida silvestre, mediante la Ley 2.ª de 1959. Se compone de siete reservas forestales nacionales (ZRFN): ZRFN del Pacífico, ZRFN Central, ZRFN del río Magdale na, ZRFN de la Sierra Nevada de Santa Marta, ZRFN de la Serranía de Los Motilones, ZRFN del Cocuy y ZRFN de la Amazonia.

Esta condicionante comprende las zonas B y C de la zonificación de las Zonas de Reserva Forestal Nacional. Las zonas son definidas de la siguiente manera:

Zona tipo B: zonas que se caracterizan por tener coberturas favorables para un manejo sostenible del recurso forestal mediante un enfoque de ordenación forestal integral y la gestión integral de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. (Resolución MADS 1922 de 2013, que corresponde a la adopción de la zonificación de la Zona de Reserva Forestal Central).

Zona tipo C: zonas que por sus características biofísica ofrecen condiciones para el desarrollo de las actividades productivas agroforestales, silvopastoriles y otras compatibles con los objetivos de la Reserva Forestal, que deben incorporar el componente forestal y que no impli-

quen la reducción de las áreas de bosque natural presentes en sus diferentes estados sucesionales. (Resolución MADS 1922 de 2013, que corresponde a la adopción de la zonificación de la Zona de Reserva Forestal Central).

Las zonificaciones se adoptaron mediante las siguientes resoluciones:

Resolución 1277 de 2014, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Amazonía, establecida en la Ley 2.ª de 1959, para los departamentos de Amazonas, Cauca, Guainía, Putumayo y Vaupés.

Resolución 1276 de 2014, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Sierra Nevada de Santa Marta, establecida en la Ley 2.ª de 1959.

Resolución 1275 de 2014, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del Cocuy, establecida en la Ley 2.ª de 1959.

Resolución 1926 de 2013, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del Pacífico, establecida en la Ley 2.ª de 1959.

Resolución 1925 de 2013, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Amazonía, establecida en la Ley 2.ª de 1959, para los departamentos de Caquetá, Guaviare y Huila.

Resolución 1924 de 2013, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del río Magdalena, establecida en la Ley 2.ª de 1959.

Resolución 1923 de 2013, mediante la cual se adopta la zonificación y ordenamiento de la Reserva Forestal de la Serranía de los Motilones, establecida en la Ley 2.ª de 1959.

Resolución 1922 de 2013, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal Central, establecida en la Ley 2.ª de 1959.

En lo referente a las sustracciones de reserva forestal nacional, se facultó al MADS a reservar, alinderar y sustraer las reservas forestales nacionales. La sustracción se evalúa y otorga exclusivamente para la actividad que fue solicitada; por este motivo las zonas sustraídas son solo para tal fin (numeral 18, art. 5.º de la Ley 99 de 1993, en concordancia con el Decreto Ley 3570 de 2011).

Importancia de la variable

Para los propósitos de los ejercicios de zonificación, las reservas forestales de la Ley 2.ª de 1959, permiten identificar aquellas zonas que,

independientemente de la categoría de aptitud, requieren de un análisis complementario de tipo legal, social, cultural y/o ambiental para el desarrollo y establecimiento de cultivo comercial de papaya.

Valor de exclusión de la variable

No aplica, por tratarse de un condicionante legal (C1).

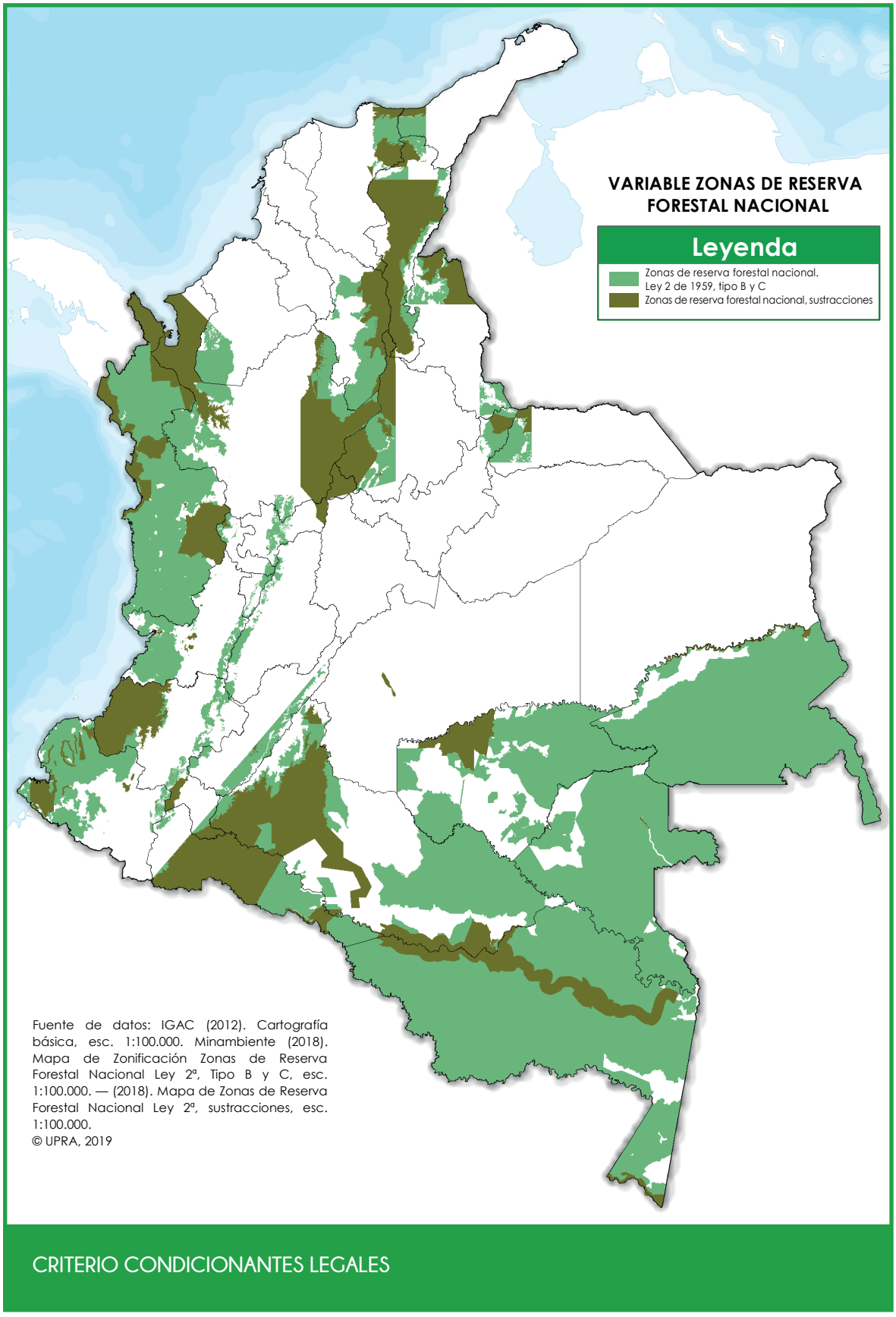
Limitantes de evaluación de la variable

En 2015 las Zonas de Reserva Forestal Nacional se establecen que tanto en las zonas tipo A, B o C, se pueden adelantar procesos de sustracción de conformidad con la normatividad vigente. Como todas las áreas son susceptibles de solicitud de sustracción, la información de este insumo deberá ser actualizada, en función de las nuevas sustracciones realizadas en las reservas.

Metodología de procesamiento de la información

Para la generación de la información cartográfica se parte del mapa de Reservas Forestales Nacionales de Ley 2.ª de 1959, identificando las zonas tipo B y C y del análisis cartográfico del mapa de sustracciones de Reserva Forestal Nacional de Ley 2.ª de 1959 oficial del MADS.

Representación cartográfica de la variable



Fuente de datos: IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000. Minambiente (2018). Mapa de Zonificación Zonas de Reserva Forestal Nacional Ley 2ª, Tipo B y C, esc. 1:100.000. — (2018). Mapa de Zonas de Reserva Forestal Nacional Ley 2ª, sustracciones, esc. 1:100.000.

© UPRA, 2019

CRITERIO CONDICIONANTES LEGALES

Unidad de análisis

Polígonos correspondientes las ZRFN y sustracciones de Reserva Forestal Nacional, tipos B y C

Fuentes de información

- IGAC. (20129. Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Minambiente (2018). Mapa de zonificación de Zonas de Reserva Forestal Nacional de la Ley 2.ª2ª, Tipos B y C, escala 1:100.000.
- _. (2012). Mapa de sustracciones de reservas forestales nacionales de la Ley 2.ª2.ª, escala 1:100.000.
- _. (2018). Mapa de zonas de Reserva Forestal Nacional Ley 2.ª, sustracciones, escala 1:100.000.

5.1.5 Variable distinciones internacionales

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung**	
Criterio asociado: condicionantes legales		
Variable: distinciones internacionales		
Tipo de criterio asociado	Análisis jerárquico	
	Condicionante	✓
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	

Definición

Los condicionantes por distinciones internacionales agrupan aquellos lugares que por factores de orden ecológico motivan el reconocimiento de su importancia a nivel internacional, y que el país reconoce mediante su adscripción a tratados. El soporte legal de estos implica que se supediten o puedan modificar algunos elementos de la producción comercial, sin que ello represente una restricción misma al uso, o la reducción de la aptitud del territorio para su implementación.

Las consideraciones legales para esta variable se muestran a continuación:

Reservas de la biosfera: de acuerdo con la Convención sobre la protección del patrimonio mundial, cultural y natural (<www.unesco.org>), los Estados parte se obligan a prestar su concurso para identificar, proteger, conservar y revalorizar el patrimonio cultural y natural (art. 6),°), y a no tomar medidas que le puedan causar daño, directa o indirectamente (cinturón andino, El Tuparro, Sierra Nevada de Santa Marta, Ciénaga Grande de Santa Marta, Seaflower).

Ramsar: la *«Convención sobre los humedales de importancia internacional»*, conocida como Convención Ramsar, es un tratado intergubernamental desarrollado para coordinar las acciones en el ámbito nacional y la cooperación internacional para garantizar la conservación y el uso racional de los humedales de importancia regional (en el trayecto de rutas de aves migratorias) y sus recursos.

Colombia, mediante la Ley 357 de 1997, aprueba la *«Convención relativa a los humedales de importancia internacional, especialmente como hábitat de aves acuáticas»;* se obliga como parte contratante de la convención a elaborar y aplicar su planificación de forma que favorezca la conservación de los humedales incluidos en la lista y, en la medida de lo posible, el uso racional de los humedales de su territorio (art. 3.º), así como a fomentar la conservación de los humedales y de las aves acuáticas creando reservas naturales en aquellos (artículo 4.º).

Importancia de la variable

Permite identificar áreas donde el establecimiento y el desarrollo del cultivo deben ser analizados en mayor detalle para identificar la compatibilidad de estos ecosistemas de importancia internacional.

Valor de exclusión de la variable

No aplica, por tratarse de un condicionante legal (C1).

Limitantes de evaluación de la variable

La delimitación de las reservas de la biosfera no representa una identidad ecosistémica sino los vértices de polígonos, por lo cual se incorporan áreas en diferentes niveles de valores ecosistémicos; teniendo en cuenta lo anterior, no toda el área tiene la misma importancia ecosistémica y la restricción en su interior ha de estudiarse con mayor detalle.

Por este motivo requieren estudios adicionales que deben ser analizados en conjunto con las autoridades ambientales competentes. De esta forma, las áreas bajo distinción internacional podrán ser reclasificadas en la zonificación, dependiendo del nivel de conocimiento que se tenga en el futuro o de aclaración de determinantes ambientales que puedan ser incluidos en la evaluación.

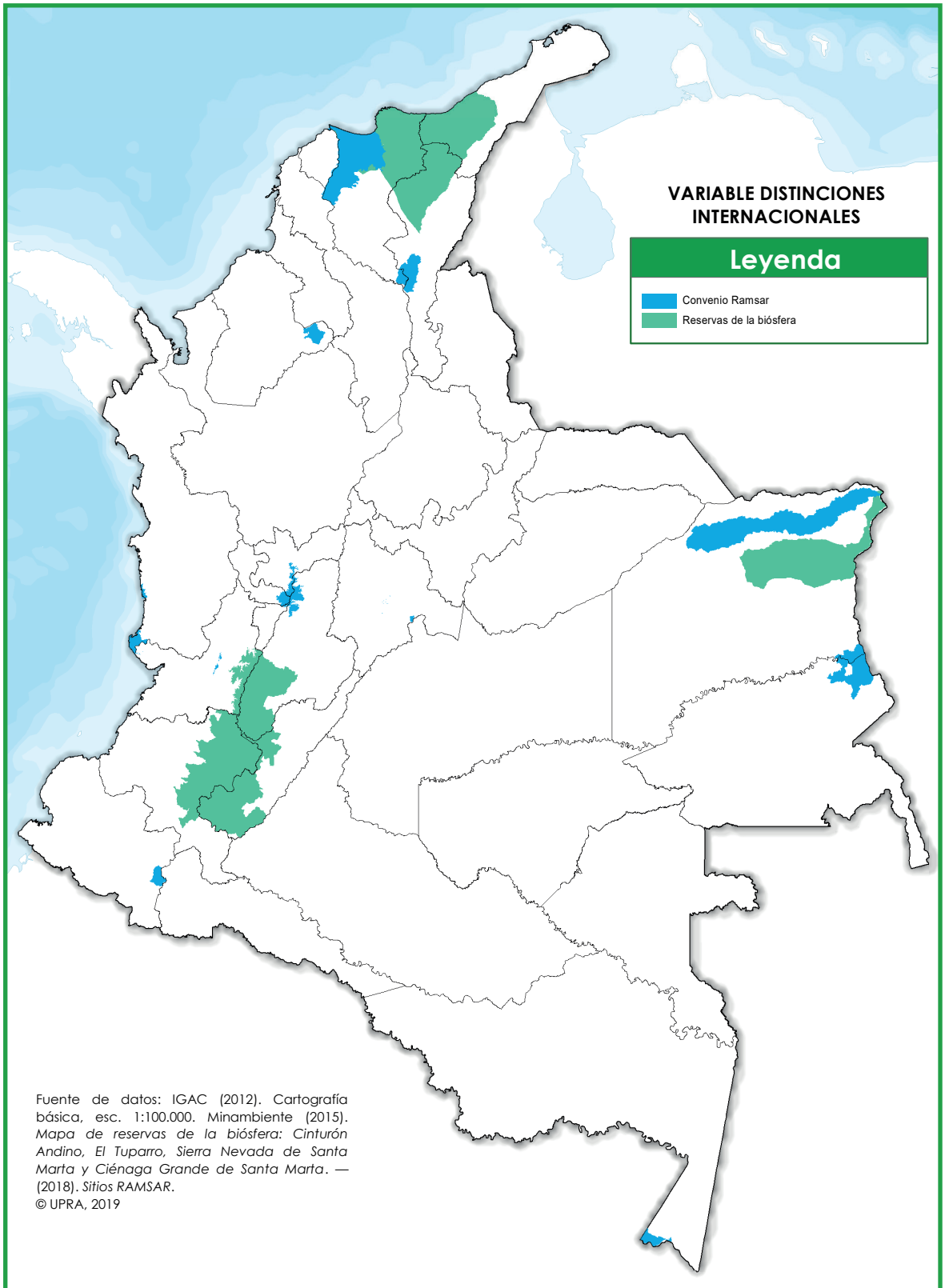
Las áreas definidas por su importancia biológica, y el compromiso internacional adquirido y ratificado por el país para la protección y conservación de la biodiversidad, así como la preexistencia de comunidades humanas, que representan un patrimonio étnico de interés para el país, cuyos principios de vida, cultura y relacionamiento con el entorno natural, han de respetarse para no ponerse en riesgo. En estos lugares, la producción comercial ha de proceder a través de me-

canismos de consulta, precaución u otros que determine la legislación colombiana.

Metodología de procesamiento de la información

Para la generación de la representación cartográfica, se parte de las capas que contienen la información espacial de cada una de las figuras consideradas. Por medio de esta información, es posible espacializar e identificar las distinciones internacionales presentes en la zona de estudio.

Representación cartográfica de la variable



Fuente de datos: IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000. Minambiente (2015). *Mapa de reservas de la biósfera: Cinturón Andino, El Tuparro, Sierra Nevada de Santa Marta y Ciénaga Grande de Santa Marta*. — (2018). *Sitios RAMSAR*.

© UPRA, 2019

CRITERIO CONDICIONANTES LEGALES

Unidad de análisis Humedales Ramsar y Reservas de la Biósfera, de acuerdo con las fuentes de información oficial

Fuentes de información

- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Minambiente. (2015). Mapa de reservas de la biosfera: Ciénaga Grande de Santa Marta, Cinturón Andino, El Tuparro y Sierra Nevada de Santa Marta.
- _. (2018). Sitios Ramsar.
- Organización de la Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco). (1994). Convención relativa a los humedales de importancia internacional especialmente como hábitat de aves acuáticas (Convenio de Ramsar). París: Unesco. Recuperado de: <http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/current_convention_text_s.pdf>

5.1.6 Variable áreas de interés cultural y social

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de papaya híbrido Tainung**	
Criterio asociado: condicionantes legales		
Variable: áreas de interés cultural y social		
Tipo de criterio asociado	Análisis jerárquico	
	Condicionante	✓
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	

Definición

Comprende aquellas zonas delimitadas por el Estado para el reconocimiento, protección y desarrollo de la diversidad étnica y la identidad cultural de las comunidades que las habitan, o por ser un patrimonio arqueológico nacional. Por disposiciones legales, estas áreas cuentan con regímenes especiales para el acceso y aprovechamiento de los recursos disponibles en sus territorios.

Las figuras legales que conforman esta variable son:

Tierras de las comunidades negras: terrenos en los que tiene su asentamiento histórico y ancestral las comunidades negras para uso colectivo, que constituye su hábitat, y sobre los cuales desarrollan sus prácticas tradicionales de producción, en relación a las que se profiere el acto administrativo, que reconoce la propiedad colectiva (ANT, 2017). Para recibir en propiedad colectiva las tierras adjudicables, cada comunidad debe conformar un Consejo Comunitario como forma de

administración interna de las tierras de propiedad colectiva (Ley 70 de 1993).

Áreas reservadas para comunidades negras: son las tierras baldías en las zonas rurales ribereñas de los ríos de la cuenca del Pacífico , reconocidas a las comunidades negras, que han venido ocupando de acuerdo con sus prácticas tradicionales de producción, como propiedad colectiva. Esto tiene el fin de proteger la identidad cultural y de los derechos de las comunidades negras de Colombia como grupo étnico, y el fomento de su desarrollo económico y social, con el fin de garantizar que estas comunidades obtengan condiciones reales de igualdad de oportunidades, frente al resto de la sociedad colombiana (Ley 70 de 1993).

Resguardos indígenas: son territorios de propiedad colectiva de las comunidades indígenas, que conforme a los artículos 63 y 329 de la Constitución Política, tienen el carácter de inalienables, imprescriptibles e inembargables. Los resguardos indígenas, son una institución legal y sociopolítica de carácter especial conformada por una o más comunidades indígenas, que, con un título de propiedad colectiva, gozan de las garantías de la propiedad privada y poseen su territorio. Estas comunidades tienen una organización autónoma amparada por el fuero indígena y su sistema normativo propio (Art. 21, Decreto Minagricultura 2164 de 1995).

Zonas de reserva campesina: son tierras baldías de la nación adjudicadas a los campesinos de escasos recursos, con el fin de fomento de la pequeña propiedad rural, con sujeción a las políticas de conservación del área, medio ambiente y los recursos naturales renovables y a los criterios de ordenamiento territorial y de la propiedad rural que se señalen (Ley 160 de 1994).

Paisaje Cultural Cafetero: es un área donde se encuentra el paisaje cultural productivo en el que se combinan elementos naturales, económicos y culturales con un extraordinario grado de homogeneidad en la forma de las plantaciones del café y del paisaje. Este paisaje fue reconocido como Patrimonio Cultural de la Nación y como bien inscrito en la Lista de Patrimonio Mundial de la Unesco, que consiste en un territorio compuesto por zonas de especial interés arqueológico, histórico y cultural (Resolución Minagricultura 2079 de 2011).

Áreas Arqueológicas Protegidas (APP): es un polígono o zona delimitada en el territorio de colombiano que, por las particularidades y características únicas de sus evidencias arqueológicas, requiere de una especial protección y conservación, con miras a abrir las posibilidades para la investigación, divulgación y, en algunos casos, el turismo responsable en ella (http://www.icanh.gov.co/nuestra_entidad/grupos_investigacion/grupo_patrimonio/Areas_arqueologicas_protegidas).

Importancia de la variable

Alerta a los planificadores y productores, con respecto a las áreas que, aun cuando posean aptitud para el cultivo, cuentan con regímenes especiales –culturales y normativos– que condicionan las actividades económicas y productivas a desarrollar en esas áreas.

En las zonas aptas para el cultivo, previo a la formulación de proyectos de inversión, se deberán considerar los siguientes aspectos:

En áreas donde existan resguardos indígenas y tierras de las comunidades negras, se deberán surtir procesos de Consulta previa en orden a lo dispuesto en el Decreto 1320 de 1998 del Ministerio del Interior.

Para el caso de las Zonas de Reserva Campesina, los proyectos deberán ser agrosostenibles, contribuir al cumplimiento del Plan de Desarrollo Sostenible de la zona, y/o ser socializados con la comunidad y demás entidades territoriales competentes, en el marco de una audiencia pública según lo establece el Acuerdo 021 de 1996 del Incora.

Respecto al Paisaje Cultural Cafetero, se deberá realizar el estudio de impacto de nuevos proyectos productivos en coordinación con el Mincultura, las Corporaciones Autónomas Regionales, la Federación Nacional de Cafeteros y entidades del orden local. Con esto se determinarán los posibles cambios del Valor Universal Excepcional del Paisaje Cafetero y los manejos específicos que se deben dar para evitar su modificación. Asimismo, se debe considerar lo dispuesto en el Conpes 3803 de 2014, a fin de garantizar la sostenibilidad económica, cultural, social y ambiental de este paisaje cultural.

Para las áreas arqueológicas protegidas o zonas de influencia de las mismas, los Planes de Manejo Arqueológico determinarán los niveles permitidos de intervención, condiciones de manejo y planes de divulgación para estos bienes. Dichas zonas de influencia arqueológica y Planes de Manejo deberán ser aprobados por el Icanh de conformidad con el artículo 54 del Decreto Nacional 763 de 2009 (compendiado en el Decreto único 1080 de 2015 del sector cultura).

En lo que respecta a las áreas de influencia arqueológica, de acuerdo con el artículo 4.° del Decreto 833 de 2002 se precisa que: «en ningún caso la inexistencia de la declaratoria de una zona de influencia arqueológica, o la inexistencia de un Plan de manejo arqueológico, faculta la realización de alguna clase de exploración o excavación sin la previa autorización del Instituto Colombiano de Antropología e Historia».

Valor de exclusión de la variable

No aplica por tratarse de un criterio condicionante.

Limitantes de evaluación de la variable

La información espacializada contempla únicamente las tierras de las comunidades negras, resguardos indígenas y Zonas de Reserva Campesina que están constituidos mediante un acto administrativo de la entidad competente (ANT).

Las áreas de régimen especial declaradas no permiten diferenciar el origen del título (colonial o republicano). Para ello se requiere que la entidad competente clarifique la vigencia legal de los títulos coloniales existentes, y los reclasifique en las categorías que se incluyen en esta variable.

El prescindir de esta información en la zonificación de aptitud no desconoce la posibilidad de que se requiera adelantar procesos de consultas previas, audiencias públicas, estudios de impacto, o verificaciones in situ al momento de implementar desarrollos productivos en áreas donde existan ampliaciones o procesos de saneamiento en resguardos indígenas en curso, áreas con ocupación ancestral por parte de comunidades negras, o zonas de reserva campesina con acto administrativo para dar inicio al proceso de constitución.

Metodología de procesamiento de la información

Información.

ANT. 2018. Resguardos indígenasindígenas legalmente constituidos.

ANT. 2018. Consejos comunitarios legalmente constituidos.

Icanh. 2019. Áreas Arqueológicas Protegidas.

IGAC. 2012. Cartografía básica, escala 1:100.000.

IGAC. 2018. Zonas de reserva campesina legalmente constituidas.

Mincultura. 2014. Paisaje Cultural Cafetero.

- Precisiones de la información.

La información espacializada corresponde a la cartografía expedida por la fuente oficial a la fecha en que esta fue suministrada a la UPRA, por lo cual es posible que existan nuevas áreas que cuenten con acto administrativo vigente, pero que a la fecha no hayan sido incorporadas al sistema de información geográfica de la entidad emisora.

A continuación, se precisa información sobre las características de las figuras incorporadas:

- Tierras de las comunidades negras.

En los departamentos de Chocó, Nariño, Cauca y Valle del Cauca se ubican el 95 % de los territorios de comunidades negras, de los cuales

el 54 % se encuentran en el Chocó, cifra que equivale a 3.065.265 ha y que abarca casi la totalidad de las subregiones Pacífico Sur y San Juan. Nariño es el segundo departamento con mayor proporción de territorio bajo esta figura con 1.206.257 ha, seguido del Cauca y Valle del Cauca con 713.445 ha y 447.828 ha, respectivamente. Sin embargo, en departamentos como La Guajira, Magdalena, Antioquia y Bolívar, también se reportan Consejos Comunitarios de extensiones que no superan las 500 ha.

Los Consejos Comunitarios más extensos del país se ubican en los municipios de Riosucio (Chocó) y Buenaventura (Valle del Cauca), los cuales abarcan entre 422 mil y 451 mil ha. A su vez, se destacan los municipios con mayor representatividad de esta comunidad étnica, los cuales son Nóvita, El Cantón del San Pablo y Medio San Juan en el Chocó, donde más del 98 % del municipio, está bajo esta figura de protección sociocultural.

- Áreas reservadas para comunidades negras.

De las cerca de 10 millones de ha reservadas para las comunidades negras, el 79 % se encuentran en los departamentos del Chocó, Nariño y Antioquia, y el 21 % restante está en los departamentos del Cauca, Valle del Cauca, Risaralda y Caldas. Los municipios con menor área reservada para la constitución de consejos comunitarios son Guachucal (Nariño), Riosucio (Caldas) y Betania (Antioquia) con 37 ha, 62 ha y 65 ha, respectivamente.

Se destaca aquí que, en las subregiones del Urabá, occidente y suroeste antioqueño existen municipios donde más del 97 % de su área total ha sido reservado para comunidades negras. Este mismo fenómeno ocurre en otros departamentos, donde pese a estar la totalidad del municipio reservado para comunidades negras, a la fecha se reportan consejos comunitarios constituidos en extensiones bastante reducidas. Un ejemplo de ello son los municipios de El Cairo, Dagua, Versalles y El Dovio (Valle del Cauca) donde la extensión de los consejos constituidos equivale a menos del 10 % del total del territorio reservado para este grupo étnico. En los municipios de Pueblo Rico (Risaralda) y Argelia (Cauca) esta cifra es del 18 %.

- Resguardos indígenas.

Son territorios de propiedad colectiva de las comunidades indígenas, que conforme a los artículos 63 y 329 de la Constitución Política, tienen el carácter de inalienables, imprescriptibles e inembargables. Los resguardos indígenas, son una institución legal y sociopolítica de carácter especial conformada por una o más comunidades indígenas, que, con un título de propiedad colectiva, gozan de las garantías de

la propiedad privada y poseen su territorio. Estas comunidades tienen una organización autónoma amparada por el fuero indígena y su sistema normativo propio (Art. 21, Decreto Minagricultura 2164 de 1995).

- Zonas de Reserva Campesina.

Las áreas constituidas como Zonas de reserva campesina (ZRC) suman alrededor de 875.592 ha., por lo que representan menos del 1 % de la extensión territorial de Colombia. Entre 1996 y 2018 se han constituido siete ZRC en todo el país, las más antiguas datan de los años 1997-1999 y son las de Pato-Balsillas en el municipio de San Vicente del Caguán (Caquetá), Arenal-Morales en el departamento de Bolívar, y la ZRC Guaviare, que abarca parte de los municipios de Calamar, El Retorno y San José del Guaviare. Esta última es la de mayor extensión (463.600 ha).

En el año 2000 se constituyeron las ZRC de Cabrera (Cundinamarca), Perla Amazónica (Puerto Asís, Putumayo) y la del Valle del río Cimitarra que se ubica en la región del Magdalena medio entre los departamentos de Bolívar y Antioquia. La más reciente constitución de ZRC tuvo lugar el 16 de abril de 2018 en la región de los Montes de María entre las inmediaciones de los departamentos de Sucre y Bolívar, cuyo nombre es Montes de María 2 y cuenta tiene una extensión de 44.481 ha.

Paisaje Cultural Cafetero.

Esta figura tiene una extensión total de 351.291 hectáreas a nivel nacional y abarca parte de los departamentos de Caldas, Risaralda, Valle del Cauca, Quindío, Antioquia y Chocó. En 19 de los 27 municipios del departamento de Caldas hay Paisaje cultural cafetero, el cual representa el 35% del total del área la figura, esto equivale a 124.250 ha aproximadamente. Por otra parte, en Risaralda y Quindío hay cerca de 149.000 ha declaradas, mientras que en el Valle del Cauca su extensión es de alrededor de 80.000 ha.

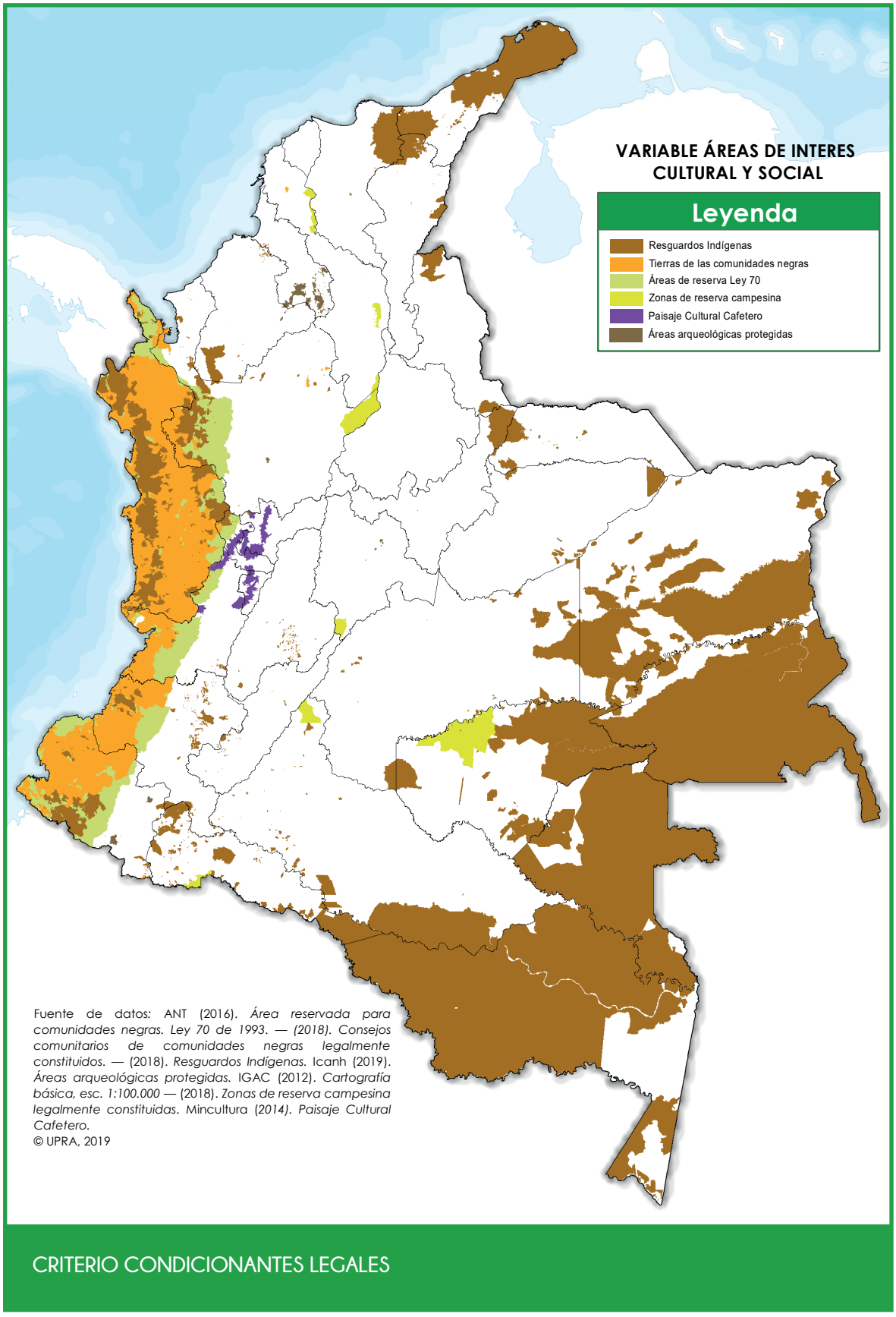
En los departamentos de Antioquia y Chocó se encuentra que el Paisaje cultural cafeteroCultural Cafetero no supera las 50 ha. En el primer caso, este se reporta únicamente en el municipio de Caramanta (43 ha), y en el segundo caso, los municipios de San José del Palmar y Litoral del San Juan suman poco más de 30 ha.

Áreas Arqueológicas Protegidas.

Se identifican 16 áreas arqueológicas protegidas, que incluyen zonas directas e indirectas, así:

Áreas Arqueológicas Protegidas	Zona		Áreas Arqueológicas Protegidas	Zona
Santa María de la Antigua del Darién	Directa		Piedras del Tunjo	Directa
El Salado	Directa		UPTC Tunja	Directa
Pueblito	Directa		Pupiales	Directa
La Lindosa	Raudal			Área de influencia
	Pizarra		Tequendama	Directa
	Nuevo Tolima		La Mojana	Directa
	Los Túneles		El Abra	Directa
	Los Alpes		El Infiernito	Directa
	Limoncillo		Arboleda	Directa
	Campanilla			Área de influencia
	Cerro Azul		Mongua	Directa
Las Salinas	Directa			Área de influencia
	Área de influencia		Valle alto del RioRío Checua	Directa
Piedras Blancas	Directa			Área de influencia

Representación cartográfica de la variable



Fuente de datos: ANT (2016). *Área reservada para comunidades negras. Ley 70 de 1993. — (2018). Consejos comunitarios de comunidades negras legalmente constituidos.* — (2018). *Resguardos Indígenas.* Icanh (2019). *Áreas arqueológicas protegidas.* IGAC (2012). *Cartografía básica, esc. 1:100.000* — (2018). *Zonas de reserva campesina legalmente constituidas.* Mincultura (*2014*). *Paisaje Cultural Cafetero.*

© UPRA, 2019

CRITERIO CONDICIONANTES LEGALES

Fuentes de información

- Agencia Nacional de Tierras (ANT). (2018). Resguardos Indígena-sindígenas legalmente constituidos.
- _. (2018). Consejos Comunitarios legalmente constituidos.
- _. (2018). Zonas de Reserva Campesina legalmente constituidas.
- Icanh. (2019). Áreas Arqueológicas Protegidas.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Mincultura. (2014). Paisaje Cultural Cafetero.