El campo es de todos

Minagricultura

Cultivo comercial de piña

híbrido MD-2

Identificación de zonas aptas en Colombia, escala 1:100.000

upra
Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Cultivo comercial de piña

híbrido MD-2

Identificación de zonas aptas en Colombia, escala 1:100.000

Iván Duque Márquez
Presidente de la República de Colombia

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

Juan Gonzalo Botero Botero
Viceministro de Asuntos Agropecuarios

Juan Camilo Restrepo Gómez
Viceministro de Desarrollo Rural

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

Mercedes Vásquez de Gómez
Secretaria general

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

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

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

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

Editores
Felipe Fonseca Fino
Daniel Alberto Aguilar Corrales

Dirección Técnica
Daniel Alberto Aguilar Corrales

Coordinación técnica
Ricardo Fabián Siachoque Bernal
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
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 piña híbrido MD-2. Identificación de zonas aptas en Colombia, escala 1:100.000.* Bogotá: UPRA.

Elaborado en 2019.

UPRA, 2020.

ISBN: 978-958-5552-63-0

Tabla de contenido

Índice de tablas 7
Índice de figuras 10
Abreviaturas, acrónimos y siglas 13
Signos y símbolos 15
Glosario 16
Resumen 17
Introducción 19
1. Antecedentes 23
1.1 Antecedentes sobre la zonificación del cultivo de piña en Colombia 24
1.2 Contexto sectorial 24
1.2.1 El cultivo de piña 24
1.2.1.1 Caracterización de los sistemas de producción 24
1.2.1.2 Clasificación taxonómica 25
1.2.1.3 Descripción botánica y morfología 25
1.2.1.4 Cultivares 26
1.2.1.5 Aspectos fitosanitarios 27
1.2.1.6 Recomendaciones de manejo 28
1.2.1.6.1 Previo a la siembra 28
1.2.1.6.2 Durante el desarrollo del cultivo 29

1.2.1.6.3 En la poscosecha 30

1.2.2 Contexto mundial 30

1.2.2.1 Dinámica de mercados a nivel global 30

1.2.3 Contexto nacional 37

1.2.3.1 Importancia económica 38

1.2.3.2 Principales zonas de producción de piña en Colombia 40

1.2.3.3 Dinámica del mercado nacional 41

1.2.3.4 Importancia ambiental 42

1.3 Marco político 44

1.4 Marco normativo 45

1.5 Alcances y limitaciones 49

2. Marco conceptual 51

3. Marco metodológico 55

3.1 Definición del TUT 59

3.1.1 Descripción de la cadena productiva de la piña 59

3.2 Criterios de análisis jerárquico 60

3.2.1 Criterios físicos 60

3.2.2 Criterios socioecosistémicos 68

3.2.3 Criterios socioeconómicos 71

3.3 Rangos de aptitud y exclusiones técnicas 78

3.4 Exclusiones legales y condicionantes legales 86

3.5 Análisis multicriterio 97

3.5.1 Proceso analítico jerárquico 97
3.5.2 Matriz del proceso analítico jerárquico 98
3.6 Análisis espacial y modelo cartográfico 101
3.7 Proceso de validación de los mapas 104
3.7.1 Socialización con los actores de la cadena productiva de piña híbrido MD-2 104
3.7.2 Validación en campo 107
4. Resultados 110
5. Conclusiones 122
Referencias bibliográficas 124
Fichas metodológicas 129
Anexos 129

Índice de tablas

Tabla 1. Países con mayor producción de piña en 2017 32

Tabla 2. Países con mayor área sembrada de piña en 2017 33

Tabla 3. Rendimiento de los principales países productores de piña en 2017 34

Tabla 4. Importaciones de piña por países en 2015 35

Tabla 5. Balanza comercial de piña en Colombia 37

Tabla 6. Exportaciones colombianas de piña (miles de USD) 37

Tabla 7. Área, producción y rendimiento del cultivo de piña en Colombia (2017-2014) 37

Tabla 8. Área sembrada de piña por departamento (ha) 2010-2015 38

Tabla 9. Rendimiento del cultivo de la piña por departamento, promedio 2010-2015 39

Tabla 10. Evolución de la producción de piña 39

Tabla 11. Principales zonas de producción de piña en Colombia 40

Tabla 12. Rendimiento y participación en producción y área sembrada por zonas de producción en Colombia (2010-2015) 40

Tabla 13. Suministro de piña en Corabastos (2014) 41

Tabla 14. Suministro de piña híbrido MD-2 a Corabastos (2014) 41

Tabla 15. Suministro de piña a la Central Mayorista de Antioquia (2014) 42

Tabla 16. Suministro de piña híbrido MD-2 a la Central Mayorista de Antioquia (2014) 42

Tabla 17. Marco de políticas y lineamientos relacionados con la zonificación de aptitud del cultivo comercial de piña en Colombia 45

Tabla 18. Normograma para la zonificación del cultivo comercial de piña en Colombia 46

Tabla 19. Participación del área del cultivo de la piña y de las explotaciones según tamaño 60

Tabla 20. Variables del subcomponente climático 62

Tabla 21. Criterios y variables del subcomponente edáfico 63

Tabla 22. Variables del subcomponente fitosanitario 67

Tabla 23. Criterios y variables del componente socioecosistémico 69

Tabla 24. Criterios y variables del componente socioecosistémico 74

Tabla 25. Categorías para la zonificación de aptitud de cultivos comerciales 79

Tabla 26. Rangos de aptitud definidos desde el componente físico 80

Tabla 27. Rangos de aptitud definidos desde el componente socioecosistémico 82

Tabla 28. Rangos de aptitud definidos desde el componente socioeconómico 84

Tabla 29. Exclusiones legales 87

Tabla 30. Condicionantes legales 91

Tabla 31. Escala de preferencia o importancia dentro del proceso analítico jerárquico 97

Tabla 32. Esquema de la matriz de comparación a nivel de criterio 98

Tabla 33. Matriz de evaluación multicriterio para el componente biofísico (físico y socioecosistémico) 99

Tabla 34. Matriz de evaluación multicriterio del componente socioeconómico 100

Tabla 35. Matriz de paso para el cruce de componente para la aptitud del cultivo comercial de piña híbrido MD-2 en Colombia 100

Tabla 36. Áreas según categorías de aptitud para el desarrollo del cultivo comercial de piña híbrido MD-2 en Colombia 111

Tabla 37. Resultado del mapa de zonificación para el cultivo comercial de piña híbrido MD-2 en Colombia, escala 1:100.000 113

Tabla 38. Principales municipios con aptitud para el cultivo comercial de piña híbrido MD-2 en Colombia 115

Tabla 39. Principales departamentos con aptitud alta (A1) en ha para el cultivo comercial de piña híbrido MD-2 en Colombia 116

Tabla 40. Principales departamentos con aptitud media (A2) en ha para el cultivo comercial de piña híbrido MD-2 en Colombia 116

Tabla 41 Departamentos con mayor aptitud baja (A3) en ha para el cultivo comercial de piña híbrido MD-2 en Colombia 117

Tabla 42. Principales municipios con aptitud alta (A1) en ha para el cultivo comercial de piña híbrido MD-2 en Colombia 118

Tabla 43. Principales municipios con aptitud media (A2) en ha para el cultivo comercial de piña híbrido MD-2 en Colombia 119

Tabla 44. Principales municipios con aptitud baja (A3) en ha para el cultivo comercial de piña híbrido MD-2 en Colombia 120

Índice de figuras

Figura 1. Aspectos morfológicos de la planta de piña (*Ananas comosus* L.) 26

Figura 2. Producción mundial de piña entre 2008 a 2017 en t 30

Figura 3. Área mundial sembrada en piña entre 2008 a 2017 en ha 31

Figura 4. Rendimiento mundial de piña entre 2008 a 2017 en t/ha 31

Figura 5. Principales países productores de piña en 2017 32

Figura 6. Principales países con área sembrada durante 2017 33

Figura 7. Rendimientos de los principales países en 2017 34

Figura 8. Tendencia mundial de las exportaciones e importaciones de piña (t) 36

Figura 9. Exportaciones e importaciones colombianas de piña (t) 36

Figura 10. Marco conceptual para la zonificación de aptitud de cadenas productivas 52

Figura 11. Tipos de criterios utilizados en la zonificación de aptitud de cultivos comerciales 57

Figura 12. Esquema metodológico de la zonificación de aptitud de cultivos comerciales 57

Figura 13. Esquema de la cadena productiva de la piña 59

Figura 14. Criterios y variables del componente físico 61

Figura 15. Relación entre los atributos y criterios de estructura, función y dinámica para la interpretación socioecosistémica 68

Figura 16. Criterios y variables del componente socioecosistémico 69

Figura 17. Criterios y variables del componente socioeconómico 73

Figura 18. Mapa de exclusiones legales 90

Figura 19. Mapa de condicionantes legales 96

Figura 20. Proceso de análisis de información espacial para la obtención del mapa de zonificación de aptitud 101

Figura 21. Modelo cartográfico integral 103

Figura 22. Estrategia de socialización y validación de la zonificación de aptitud 104

Figura 23. Registro fotográfico del taller de socialización en Corpoica Palmira, Valle del Cauca (25 de julio de 2016) 105

Figura 24. Registro fotográfico del taller de socialización en Bogo 105

Figura 25. Registro fotográfico del taller de socialización en Villavicencio (Meta) (26 al 30 de septiembre de 2016) 106

Figura 26. Registro fotográfico del taller de socialización en Corpoica Villavicencio (Meta) (26 al 30 de septiembre de 2016) 106

Figura 27. Registro fotográfico de los recorridos de campo en el C. I. Corpoica Palmira (Valle del Cauca) 107

Figura 28. Registro fotográfico de los recorridos de campo en el pie de monte del Meta 108

Figura 29. Registro fotográfico de los recorridos de campo en el departamento del Casanare 108

Figura 30. Mapa de zonificación de aptitud para el cultivo comercial de piña híbrido MD-2 en Colombia, a escala 1:100.000 112

Figura 31. Principales departamentos con aptitud para el cultivo comercial de piña híbrido MD-2 en Colombia 113

Figura 32. Principales municipios con aptitud para el cultivo comercial de piña híbrido MD-2 en Colombia 115

Figura 33. Principales departamentos con aptitud alta (A1) para el cultivo comercial de piña híbrido MD-2 en ha 116

Figura 34. Principales departamentos con aptitud media (A2) para el cultivo comercial de piña híbrido MD-2 en ha 117

Figura 35. Principales departamentos con aptitud baja (A3) en ha para el cultivo comercial de piña híbrido MD-2 118

Figura 36. Principales municipios con aptitud alta (A1) en ha para el cultivo comercial de piña híbrido MD-2 en Colombia 119

Figura 37. Principales municipios con aptitud media (A2) en ha para el cultivo comercial de piña híbrido MD-2 en Colombia 120

Figura 38. Principales municipios con aptitud baja (A3) en ha para el cultivo comercial de piña híbrido MD-2 en Colombia 121

Abreviaturas, acrónimos y siglas

AC Áreas críticas para especies migratorias en agroecosistemas

ACES Área de concentración de especies sensibles en el territorio

AICA Áreas de importancia para la conservación de aves

Agrosavia Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica hasta 22 de mayo de 2018)

AHP (por sus siglas en inglés) Proceso analítico jerárquico *(Analytic Hierarchy Process)*

ANH Agencia Nacional de Hidrocarburos

APC Áreas prioritarias de conservación

Asocolpiña Asociación Colombiana de Productores de Piña

Asohofrucol Asociación Hortofrutícola de Colombia

Bancóldex Banco de desarrollo empresarial y comercio exterior de Colombia

BPA Buenas Prácticas Agrícolas

CECN Conectividad estructural de las coberturas naturales

CIC Capacidad de intercambio catiónico

CMA Central Mayorista de Antioquia

CONPES Consejo Nacional de Política Económica y Social

Corabastos Corporación de Abastos de Bogotá S.A.

Corpoica Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia desde 22 de mayo de 2018)

DANE Departamento Administrativo Nacional de Estadística

DCS Distrito de conservación de suelos

DMI Distrito de manejo integrado

DNP Departamento Nacional de Planeación

ENA Estudio nacional del agua

ETP Evapotranspiración potencial

ETR Evapotranspiración real

FAG Fondo Agropecuario de Garantías

FAO (por sus siglas en inglés) Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación *(Food and Agriculture Organization of the United Nations)*

Finagro Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario

FOB Libre a bordo *(Free On Board)*. Cláusula de comercio internacional

IAVH Instituto Alexánder von Humboldt

IC Índice de competitividad

ICA Instituto Colombiano Agropecuario

Icanh Instituto Colombiano de Antropología e Historia

ICR Incentivo a la capitalización rural

Ideam Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

IE Integridad ecológica

IGAC Instituto Geográfico Agustín Codazzi

Inat Índice de naturalidad por subzonas hidrográficas

Incoder Instituto Colombiano de Desarrollo Rural

IPM Índice de pobreza multidimensional

ISRIC International Soil Reference and Information Centre

IUA Índice de uso de agua

LEC Línea especial de crédito

MAVDT Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

Minagricultura Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural

Minambiente	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Mincultura	Ministerio de Cultura
Mineducación	Ministerio de Educación Nacional
Minhacienda	Ministerio de Hacienda y Crédito Público
Minprotección	Ministerio de la Protección Social
Minsalud	Ministerio de Salud y Protección Social
Mintransporte	Ministerio de Transporte
m s.n.m.	Metros sobre el nivel del mar
PEA	Población económicamente activa
PET	Población en edad de trabajar
pH	Potencial de hidrógeno (medida de acidez o alcalinidad)
PIB	Producto interno bruto
PNN	Parques Nacionales Naturales de Colombia
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PRAN	Programa Nacional de Reactivación Agropecuaria
PSI	Porcentaje de sodio intercambiable
Runap	Registro Único Nacional de Áreas Protegidas
SENA	Servicio Nacional de Aprendizaje
SGC	Servicio Geológico Colombiano
SMMLV	Salario mínimo mensual legal vigente
SINA	Sistema Nacional Ambiental
Sinap	Sistema Nacional de Áreas Protegidas
SIG	Sistemas de información geográfica
SIOC	Sistema de información de gestión y desempeño de organizaciones de cadenas
SRTM	Misión topográfica Shuttle Radar *(Shuttle Radar Topography Mission)*
SZH	Subzona hidrográfica
TLC	Tratado de libre comercio
TUT	Tipo de utilización de la tierra
UAF	Unidad agrícola familiar
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
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)	Departamento de Agricultura de los Estados Unidos *(United States Department of Agriculture)*
WWF (por sus siglas en inglés)	Fondo mundial para la Naturaleza *(The World Wide Fund for Nature)*

Signos y símbolos

>	mayor que
<	menor que
≥	mayor o igual que
≤	menor o igual que
°C	grado Celsius
bar	unidad de presión
cm	centímetro
cmol	centimol (10-2 mol)
dS	decisiemens (10-1 S)
h	hora
ha	hectárea
kg	kilogramo
km	kilómetro
kPa	kilopascal (103 Pa)
L	litro
ln	logaritmo natural
m	metro
m2	metro cuadrado
m3	metro cúbico
me	miliequivalente
mm	milímetro
mol	cantidad de sustancia
Pa	pascal (unidad de presión)
ppm	partes por millón
S	siemens (medida de conductancia eléctrica)
t	toneladas métricas

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 sujetarla y lograr un efecto hermético.

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

Aptitud de la tierra: valoración de la adaptabilidad en un área dada para un tipo específico de uso (FAO, 1976), producto de la combinación de las cualidades de la tierra y los requerimientos de un tipo de utilización (FAO, 2003).

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

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

Condicionante legal: zonas que, independientemente de la categoría de aptitud, requieren 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.

Cultivos protegidos: los que son producidos parcial o totalmente en condiciones ambientales modificadas respecto a las imperantes en el entorno.

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: zonas en las cuales, 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.

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

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

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

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

Resumen

Se presenta la memoria técnica de la zonificación de aptitud para el cultivo comercial de piña (*Ananas comosus* L. Merr.) híbrido MD-2 en Colombia, 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 direccionar la inversión del sector agropecuario.

El documento contiene cuatro secciones, la primera, presenta unos antecedentes del sector en términos de su importancia internacional y nacional, zonificaciones existentes y marco político y normativo de la cadena; la segunda parte, 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 sección consiste en el desarrollo metodológico de la zonificación, desde la definición del tipo de utilización de tierras hasta la evaluación de la matriz de paso y la última parte, presenta los resultados de la zonificación, plasmados en el mapa de aptitud para el cultivo comercial de piña híbrido MD-2 a nivel nacional a escala 1:100.000 con una serie de conclusiones y recomendaciones.

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 piña híbrido MD-2. En este mapa se identificó que se tienen 14.821.526 ha aptas, de las cuales 4.641.500 ha (4,1 %) corresponden a una aptitud alta (A1); 7.017.698 ha (6,2 %) a aptitud media (A2) y 3.162.329 ha (2,8 %) a aptitud baja (A3).

Palabras clave: piña golden, criterios biofísicos, criterios socioeconómicos, análisis multicriterio, mapa de aptitud, zonas aptas.

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 más equidad a la población rural. Para lograr lo anterior, el Gobierno nacional requiere, entre otras directrices, promover el uso eficiente del suelo y de los recursos naturales por medio 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 Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (Minagricultura), con el apoyo de la UPRA y Agrosavia, impulsar el desarrollo de procesos de planificación agropecuaria integrales; y el numeral XV: Pacto por la descentralización: conectar territorios, gobiernos y poblaciones, línea 1: Políticas e inversiones para el desarrollo, el ordenamiento y fortalecimiento de la asociatividad, objetivo 2: Armonizar la planeación para el desarrollo y la planeación para el ordenamiento territorial: para garantizar el logro de este objetivo es necesario emprender una estrategia de política pública con enfoque integrador (entre ordenamiento y desarrollo, y entre niveles y sectores con incidencia en el ordenamiento nacional, regional, y entidades territoriales). Para su efectiva implementación se requerirán desarrollos reglamentarios para los niveles regionales (departamentos y esquemas asociativos) complementados con el fortalecimiento del ordenamiento territorial, la generación de cartografía y catastro en el nivel municipal. Además, lo anterior se enmarcará en un sólido sistema de seguimiento al ordenamiento y el desarrollo para identificar acciones de mejora, buenas prácticas y alertas tempranas sobre conflictos de uso del suelo y corrupción en el ordenamiento territorial y la estrategia: adoptar la Política General de Ordenamiento Territorial, y la reglamentación de los instrumentos de ordenamiento de nivel intermedio de planeación.

La UPRA fue creada por el Decreto 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 5º 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 la definición de políticas más acordes con el medio geográfico.

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

En 2014, la UPRA realizó la propuesta de zonificación forestal con fines comerciales para Colombia, tomando como base el enfoque de la FAO en lo relativo a su forma de aplicación, incorporando los aspectos socioecosistémicos, socioeconómicos (referidos a la competitividad de las áreas), así como los de política y gobernabilidad. De igual manera, planteó una metodología fundamentada en el análisis multicriterio, cuyos criterios y variables de los componentes físicos, socioecosistémicos y socioeconómicos, los cuales 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 seis cadenas productivas a escala 1:100.000, que contaron, en sus diferentes fases, con la participación de los diferentes actores de la cadena productiva y 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 piña híbrido MD-2 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 base en la metodología propuesta, del mapa de zonas aptas para el cultivo comercial de piña híbrido MD-2, 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 piña, así como los marcos político y normativo asociados al cultivo. El segundo describe los fundamentos conceptuales sobre los cuales se basa la zonificación de aptitud. El tercero describe la metodología empleada, incluyendo los criterios usados dentro de los tres componentes, su evaluación y ponderación, para la obtención de los mapas de zonificación de aptitud, así como las técnicas de análisis utilizadas; por último, el cuarto capítulo presenta los resultados obtenidos, identificando las áreas aptas para el cultivo comercial de piña híbrido MD-2 en Colombia.

Al final se presentan las conclusiones del proceso de zonificación de aptitud a escala 1:100.000 y el anexo que contiene las fichas metodológicas de los criterios y variables utilizados en la zonificación de aptitud para el cultivo comercial de piña híbrido MD-2 en Colombia.

1. Antecedentes

El mapa de zonificación para el cultivo comercial de piña híbrido MD-2 en Colombia, a escala 1:100.000, contribuye a atender los objetivos y funciones de la UPRA, fortalece el desarrollo de políticas del sector, la consolidación de posibles núcleos productivos y define inversiones a nivel 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.

1.1 Antecedentes sobre la zonificación del cultivo de piña en Colombia

Desde 2009, el Programa de Transformación Productiva (PTP), ha venido trabajando 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 es estratégico para la seguridad alimentaria y presenta un alto potencial para impulsar el desarrollo económico y social de la nación, 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 la identificación de frutas y hortalizas 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. Adicionalmente, Bancóldex y UT Crece-Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, con el apoyo de la UPRA, adelantaron un trabajo conjunto para la zonificación de aptitud de estas frutas y hortalizas priorizadas por el Programa, empleando la metodología de la UPRA.

1.2 Contexto sectorial

1.2.1 El cultivo de piña

La piña (*Ananas comosus* L. Merr.) es el tercer cultivo tropical de mayor producción en el mundo después del banano y los cítricos (Vásquez *et al.*, 2012); aporta más del 20 % del volumen mundial de frutos tropicales y cerca del 70 % de la piña producida en el mundo (Botero, 2015).

Los estudios de diversidad genética sugieren que la piña se originó entre Brasil, norte de Argentina y Paraguay en la zona de nacimiento de la cuenca del río de La Plata, desde donde se difundió a toda América y el Caribe.

La producción a nivel mundial se inició desde el año 1500 cuando se propagó por Europa y se distribuyó en las regiones tropicales del resto del mundo. La variedad más conocida es la cayena lisa (*Smooth Cayenne*) que fue introducida a Europa por la Guyana Francesa (Olmos, 2015); esta variedad fue la primera en distribuirse por todas las regiones del Caribe hasta convertirse en la más cultivada hasta 2004, cuando empezó a ser desplazada por el cultivar MD-2.

1.2.1.1 Caracterización de los sistemas de producción

La propagación de la piña es asexual a través de colinos; para establecer los cultivos, se utilizan los brotes vegetativos que la planta madre emite en forma natural. La planta de piña produce tres tipos de hijuelos (corona, basales, axilares) que se clasifican por peso, procedencia y tamaño de los colinos. A la semilla generalmente se le realiza un tratamiento –por el sistema de inmersión– para prevenir daños de plagas y enfermedades.

Para la siembra se trazan surcos dobles o sencillos. Para el sistema de surcos dobles se construyen camas o caballones de 30 a 40 cm de altura y 60 cm de ancho en la parte superior. La distancia entre centro de dos surcos continuos es de 1,1 a 1,3 m, dependiendo de la densidad de siembra. Para surcos sencillos, se construyen caballones de 30 a 40 cm y 80 cm de altura (Vásquez *et al.*, 2012).

El uso de acolchados plásticos es una práctica opcional que consiste en cubrir las camas de siembra, durante la etapa final de preparación del terreno, con una banda de plástico, generalmente de color negro, de calibre 150 de 1,4 m de ancho. El acolchado contribuye al control de arvenses en los espacios cubiertos, conserva la humedad del suelo, incrementa la temperatura, fomenta la formación de nitratos, igualmente, permite dar una fertilización de fondo y mejora el desempeño de la cinta para el riego por goteo y contribuye con un crecimiento más rápido de las plantas (Uriza, 2011).

Para el sistema de surco doble se siembran de 50.000 a 60.000 plantas/ha al tresbolillo a 40 cm entre hileras, 25 a 30 cm entre plantas y 80 a 90 cm entre surcos; para el sistema de surco sencillo se siembran entre 30.000 y 40.000 plantas/ha, que corresponden a distancias de 80 cm entre surcos y 40 cm entre plantas (Vásquez *et al.*, 2012).

Durante la época de sequía se aplican entre 4 y 5 mm de agua/día, mediante el sistema de riego que se haya instalado, que equipara las pérdidas hídricas –entre 3 y 4 mm/día– por la alta evaporación del cultivo (Vásquez et al., 2012).

Para el cultivo de piña se aplican diferentes fuentes de elementos nutricionales por vía foliar especialmente. Igualmente, para el manejo de plagas y enfermedades se implementan prácticas de control, con énfasis en manejo preventivo (Vásquez et al., 2012).

En la piña una de las prácticas más comunes es la inducción floral que consiste en la aplicación de productos como el *Etephon* dirigida al cogollo de la planta, con lo que la floración se inicia de 40 a 50 días luego de la aplicación de este regulador.

El período vegetativo de la piña es de 14 a 15 meses. Para determinar el momento de la cosecha del híbrido MD-2, se considera la edad del cultivo y el color del fruto que pasa de una tonalidad verde amarillo a un amarillo tenue brillante con verde entre las branquias florales. La cosecha se realiza mediante corte del pedúnculo a 1,5 o 2,0 cm de la base del fruto. Los frutos cosechados se trasladan en canastillas al sitio de acopio donde son seleccionados y clasificados para luego ser trasladados a los lugares de consumo, industrias o llevados a empacadoras para la exportación.

1.2.1.2 Clasificación taxonómica

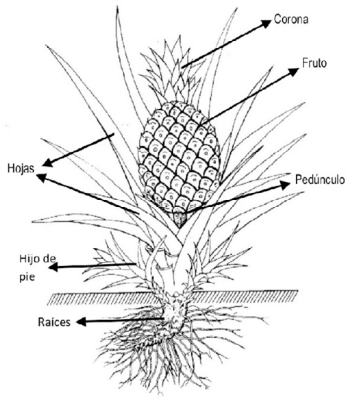
La piña pertenece a la división Magnoliophyta, clase Liliopsida, subclase Commelinidae, orden Bromeliales, familia Bromeliaceae, subfamilia Bromelioideae, género Ananas, especie comosus. Su nombre científico es *Ananas comosus* L. (Merr). La piña tiene aproximadamente 56 géneros y 3000 especies.

La piña híbrido MD-2, también denominada oro miel, golden sweet, golden y dorada, fue desarrollada en Hawái de un cruzamiento entre los híbridos del PRI 58-1184 y 59-443.

1.2.1.3 Descripción botánica y morfología

La piña es una planta monocotiledónea, herbácea y perenne, que crece entre 1 y 2 m de altura y entre 1 y 2 m de extensión lateral. La planta está dividida en raíz, tallo, hojas, pedúnculo, fruto, corona y colinos o hijuelos (Vásquez *et al.*, 2012). La figura 1 muestra los principales aspectos de la morfología de la planta.

Figura 1. Aspectos morfológicos de la planta de piña (*Ananas comosus* L.)



Fuente:https://www.google.com/search?q=Aspectos+morfol%C3%B3gicos+de+la+planta+de+pi%C3%B1a+(Ananas+comosus+L.)&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiO-t7btNrqAhVNJt8KHVLSBwAQ_AUoAXoECAwQAw&biw=1536&bih=722#imgrc=Fcd-oH96eaFsvM

El sistema radical de la piña está formado por dos tipos de raíces: las aéreas que son planas, torcidas y adheridas al tallo entre las hojas, y las subterráneas que se encargan de tomar agua y nutrientes del suelo; estas son adventicias, cortas y delgadas, y se extienden lateralmente de 1 a 2 m y la mayoría se encuentran entre 15 y 30 cm.

La planta tiene un tallo corto, robusto y carnoso en forma de mazo entre 25 a 50 cm de largo, cubierto completamente de hojas; presenta entrenudos de 1 a 10 mm, yemas aplanadas en las axilas de las hojas y raíces adventicias alrededor y desorientadas entre las hojas. La piña tiene un pedúnculo, eje o escapo que, en su extremo apical, sostiene las flores que originarán los frutos. Cuando los pedúnculos son largos, hacen susceptibles las plantas al volcamiento del tallo y caída del fruto.

Las hojas son largas de 60 a 80 cm, acanaladas, de bordes lisos espinosos, provistas de tricomas (células especializadas en almacenar agua y soluciones nutritivas); su número varía entre 40 y 80, característica que permite diferenciar los cultivares. Las hojas que cubren la parte inferior, retienen un espacio de aire en el fondo en donde se encuentran los estomas, lo que facilita la economía del agua y refleja la luminosidad.

La inflorescencia es tipo espiga de 50 a 200 flores individuales; la flor es hermafrodita, trímera, con tres sépalos, tres pétalos y seis estambres en dos verticilos. La flor es autoestéril, aunque puede producir frutos con semillas por polinización cruzada con otros cultivares. La inflorescencia aparece de 45 a 50 días después de la inducción floral.

El fruto de la piña es una infrutescencia en forma de sincarpio agregado de forma cilíndrica, oval o cónica, con 50 a 200 frutillos procedentes de cada flor. El corazón del fruto es grueso, sobre todo en las variedades de pulpa blanca.

La piña se produce por partenocarpia –sin fecundación ni formación de semilla–. El peso de cada fruto varía entre 1,25 y 3,5 kg y se cosecha entre 150 y 160 días después de la inducción floral. La corona es la yema terminal de la planta que se presenta desde que se forma la inflorescencia (Vásquez *et al.*, 2012).

La planta se reproduce de forma vegetativa mediante colinos basales y axilares; los axilares o socas que provienen de yemas axilares de la parte superior del tallo, tienen la base en forma de pico de pato y es el material más recomendado para la siembra; por su parte, los colinos basales o hijuelos que se originan de yemas de la base de la planta, pueden servir también como material de siembra (Vásquez *et al.*, 2012).

1.2.1.4 Cultivares

En Colombia, las variedades e hibrídos más importantes de piña son perolera, manzana, cayena lisa y el híbrido MD-2. A continuación, se presenta una breve descripción de cada uno de ellos:

Perolera: cultivar colombiano sembrado hasta los 1200 m s. n. m. La planta es susceptible al vuelco por su pedúnculo largo. Es una fruta muy apetecida por su sabor y calidad, y es resistente al transporte (ICA, 2009).

Manzana: mutación de la variedad perolera; las hojas son de bordes lisos y ápice agudo. Los frutos se vuelcan fácilmente; maduros son de color rojo intenso con pulpa de color amarillo pálido con ojos poco profundos y es poco tolerante a la manipulación y al transporte (Vásquez *et al.*, 2012).

Cayena lisa: fruta excelente para la agroindustria por su buen contenido de jugo y sólidos solubles; el fruto es de color amarillo brillante, forma cilíndrica y cáscara lisa; los ojos son poco profundos, de buena calidad para el consumo fresco; el fruto tiene poca resistencia a la manipulación (ICA, 2009).

Híbrido MD-2: cultivar derivado de la cayena lisa; tiene hojas de color verde con tonalidad amarilla, generalmente sin espinas; los frutos tienen hombros cuadrados sobre un pedúnculo corto y dos o más retoños, la pulpa es firme de color amarillo intenso, es dulce, compacta, fibrosa y muy aromática, con alto contenido de azúcares; sus frutos alcanzan hasta 3,2 kg (Castañeda, 2003), contiene 8,5 mg de vitamina C/100 g y alto contenido de ácido ascórbico. Se utiliza para la industria y el mercado fresco (Vásquez *et al.*, 2012). El corazón es blando, comestible y delgado. El fruto es susceptible a la pudrición del corazón y sensible a *Phytophthora* sp.; igualmente, presenta un buen comportamiento en poscosecha, condición que permite ser alternativa de exportación y que sea posible su consumo en jugos, ensaladas, postres, cocteles, mermeladas, pulpas y salsas, entre otras formas.

1.2.1.5 Aspectos fitosanitarios

El cultivo de piña presenta durante su desarrollo, plagas y enfermedades que están entre los factores que más limitan la productividad, calidad y la longevidad de las plantas. A continuación, se relacionan las principales plagas del cultivo:

Tecla o perforador del fruto (*Thecla basilides* Geyer): los adultos son mariposas pequeñas entre 2,8 a 3,5 cm de color ceniza brillante con dos manchas circulares anaranjadas en las alas posteriores; las hembras ovopositan sobre las inflorescencias en la época de preantesis. La larva ingresa a las brácteas de las inflorescencias, rompiendo el tejido y originando galerías en el interior del fruto, donde depositan sus excrementos, impregnando de mal olor y sabor la fruta, con el posterior desarrollo de pudriciones. Los frutos muy atacados pueden llegar a presentar deformaciones o pierden su color natural. Los períodos secos son los más propicios para el ataque del insecto (Vásquez *et al.*, 2012).

Picudo de la piña (*Metamasius* sp.): el adulto es un gorgojo pequeño de unos 2 cm de largo, de color negro en el abdomen y anaranjado en el tórax, con dos puntos negros a sus lados y otro punto en la cabeza. Los adultos del insecto afectan las hojas, mientras que las larvas perforan el tallo y los frutos, debilitando el anclaje de las plantas y afectando la calidad de la fruta. Para su manejo, se recomienda eliminar residuos de cosechas anteriores, rotar con otras especies vegetales y utilizar colinos sanos para la siembra (Vásquez *et al.*, 2012).

Sinfílidos (*Scuttigerella inmaculata*): Son pequeños ciempiés de cuerpo pequeño entre 0,3 a 1,5 mm de largo, delgados y blancos. Los adultos tienen 12 pares de patas, antenas largas y anuladas con órganos sensoriales en el ápice que remplaza los ojos. Son polífagos; atacan principalmente las raíces tiernas, los pelos radiculares e incluso, la zona meristemática de la raíz principal. Los daños más graves ocurren en etapa vegetativa y pueden disminuir la capacidad de la absorción de nutrientes de las plantas, por lo que el rendimiento del cultivo disminuye considerablemente (Vásquez *et al.*, 2012).

Cochinilla harinosa (*Dysmicoccus brevipes*): los adultos y ninfas se localizan en las axilas de las hojas inferiores de la planta, en las raíces y en el fruto. El primer instar ninfal –o gateador–, es el único que se moviliza y se dispersa por la planta. La cochinilla es polífaga, se alimenta mediante la absorción de la savia de las plantas; el insecto vive en simbiosis con hormigas que les sirven como vehículo para su traslado y de ellas obtienen azúcares para su alimentación. El daño se caracteriza por una coloración amarillo-rojiza, secamiento del ápice hacia la base de la hoja y un

enrollamiento en el borde de las hojas, como producto de la inyección de una toxina que marchita la planta, retarda su crecimiento y genera frutos pequeños y secos (Vásquez *et al.*, 2012).

De otra parte, las enfermedades de mayor impacto económico para el cultivo comercial de piña son la pudrición del cogollo y pudrición del fruto. A continuación, una breve reseña de estos patógenos.

Pudrición del cogollo y del fruto (*Phytophthora* sp.): se distinguen las especies P. cinnamomi, *P. palmivora y P. parasitica*. Este patógeno ataca hojas jóvenes las cuales no crecen, se tornan amarillentas y se desprenden fácilmente, generando un olor fétido en la base del cogollo y de la raíz. Es la enfermedad más importante en el cultivo de piña, favorecida por los encharcamientos, malos drenajes, días calurosos acompañados de lluvias frecuentes y prolongadas, días nublados, oscilaciones bruscas de temperatura y alta humedad relativa, así como los suelos alcalinos. Para su manejo se recomienda evitar encharcamientos y salpicaduras hacia el cogollo de la planta, seleccionar semilla sana y aplicar cal a las plantas afectadas sin retirarlas del lote (Vásquez *et al.*, 2012).

Pudrición del fruto (*Penicillium funiculosum*): Es un hongo que se establece en la inflorescencia en el momento de la apertura floral y luego en los frutos verdes. En frutos pequeños forma una peca de color amarillo que luego se expande a otros frutos y al interior de la pulpa, volviéndola negra. Un ácaro es responsable por la dispersión del hongo y para el manejo de la enfermedad se recomienda una excelente inducción floral, selección y tratamiento de los colinos y manejo de arvenses (Vásquez *et al.*, 2012).

1.2.1.6 Recomendaciones de manejo

La decisión de siembra de un cultivo de piña híbrido MD-2 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 mano de obra, que responda a los requerimientos de sostenibilidad ambiental, productividad y competitividad.

1.2.1.6.1 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 piña híbrido MD-2, se constituye en un importante insumo que la UPRA deja a disposición de los productores para una correcta decisión de siembra con base en la determinación de aptitud de las tierras, las cuales ofrecen diversas características desde los componentes físicos, socioecosistémicos y socioeconómicos, así como las exclusiones y condicionantes legales para esta actividad productiva, dentro de la frontera agrícola nacional.

Se recomienda considerar el mercado objetivo de la producción comercial de la piña híbrido MD-2 con el objeto de trazar un plan de negocios dirigido al mercado nacional o la posible exportación, buscando las mejores condiciones de oferta en términos de oportunidad, calidad y precio, así como la posible competencia bajo diferentes escenarios de comercialización. Se prefiere el establecimiento de cultivos en zonas que cuenten con suficiente infraestructura de vías, 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 cultivar, será necesario hacer una selección y clasificación adecuadas del material de siembra, así como su tratamiento dirigido al manejo preventivo de enfermedades.

Se requiere que el productor asegure que los predios presenten niveles freáticos ideales que no generen encharcamientos de los suelos, ni excesos

de agua en la zona de raíces para disminuir el riesgo de diseminación, propagación e incidencia de enfermedades. 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 realizar la determinación de sus propiedades y el balance de minerales, de materia orgánica y demás parámetros. La fertilización foliar se constituye en una de las principales formas de aportar nutrientes a lo largo del ciclo vegetativo de la piña híbrido MD-2.

Los productores de piña híbrido MD-2 que deseen implementar mecanismos de certificación en Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) 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.

1.2.1.6.2 Durante el desarrollo del cultivo

Se hace necesario hacer una correcta selección de un material de siembra (colinos) de óptima calidad en términos de sanidad y productividad que garanticen el éxito del cultivo por establecer.

La época de siembra, así como la correcta implementación de las labores de siembra, drenajes, riego, manejo fitosanitario, fertilización y cosecha, serán elementos indispensables para optimizar la productividad del cultivo de piña híbrido MD-2.

Para el control de problemas fitosanitarios, se recomienda la implementación de medidas de manejo integrado, partiendo de una acertada identificación del origen de los daños o síntomas, así como la incidencia, severidad o prevalencia de los patógenos. Este manejo incluye el uso de la aplicación 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 de manejo, 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.

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 en épocas secas o de baja precipitación, favorecen el aumento en el rendimiento y la vida útil de la plantación. 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.

Las coberturas plásticas o acolchados junto al riego por goteo, se constituyen en una opción tecnológica que permite un control eficiente de arvenses, mantener la temperatura del suelo que evite la excesiva pérdida del agua, y generar un microclima ideal para acelerar el ciclo vegetativo del cultivo.

Las aplicaciones foliares de plaguicidas y fertilizantes solubles y otras sustancias que permitan proteger y cuidar el cultivo, deberán atender las recomendaciones del uso eficiente del agua. La programación de la inducción floral debe estar basada en el comportamiento del clima, así como en las señales del mercado, la oferta y la demanda.

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 como color, consistencia, tamaño, forma, contenido de humedad y niveles máximos de daños permitidos, así como propiedades como la dulzura (grados Brix) y la traslucidez del fruto.

1.2.1.6.3 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, tratamiento y empaque, y para mantener la calidad de la fruta luego de la cosecha, evitar la excesiva manipulación.

Después de cumplir la vida útil de un cultivo de piña híbrido MD-2, se deben considerar programas de rotación de cultivos, con especies que permitan romper los ciclos de plagas y enfermedades, que permitan alternativas de ingresos para los agricultores.

1.2.2 Contexto mundial

Las tendencias del mercado en el mundo, muestran que la piña híbrido MD-2 tiene un buen potencial comercial como fruta de consumo en fresco y para la industria. En los últimos años el consumo mundial de piña se ha multiplicado debido al aumento de la demanda urbana de productos frescos y a los requerimientos crecientes de la industria y la culinaria (Bancóldex, 2013).

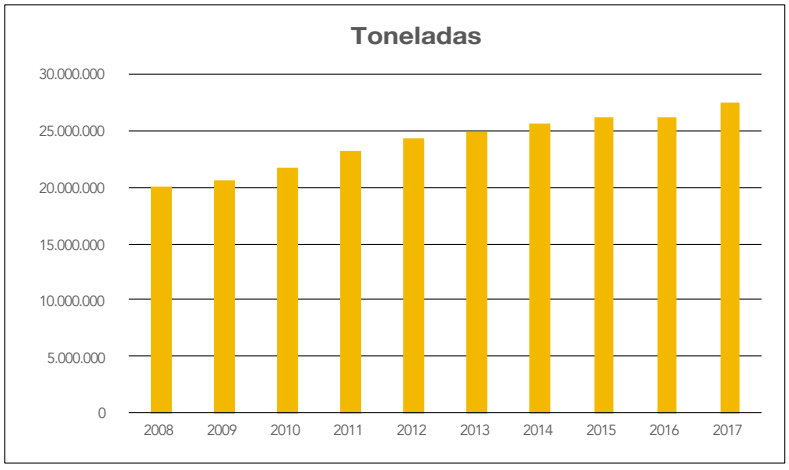
El mercado de piña en sus diferentes variedades llega a unos USD 3000 millones. El híbrido MD-2, presenta mayor potencial exportador por su dulzura –entre 14 y 18 º Brix– superior a otras variedades que normalmente alcanzan entre 9 y 12 º Brix. También tiene una mayor duración en buen estado para el consumo, lo que facilita la comercialización (Freshplaza, 2015).

El mercado de piña híbrido MD-2 ofrece ventanas de oportunidad comercial en los períodos del año que no cubre Costa Rica, el principal exportador de piña –entre los meses de julio, agosto y septiembre. Hay mercados potenciales como el del cono sur, donde el consumo anual ha crecido entre 10 y 12 %. Las exportaciones al mercado de Estados Unidos se encuentra en recuperación tras el fin de la desaceleración de esta economía que representa el 30 % de las compras mundiales de piña.

1.2.2.1 Dinámica de mercados a nivel global

La producción mundial de piña entre los años 2008 a 2017 aumentó en un 37,3 % pasando de 19.962.086 t en 2008 a 27.402.956 t en 2017; se observa que cada año la producción aumenta en promedio de 800.000 t, siendo un aumento constante en la producción; esto se puede observar en la figura 2.

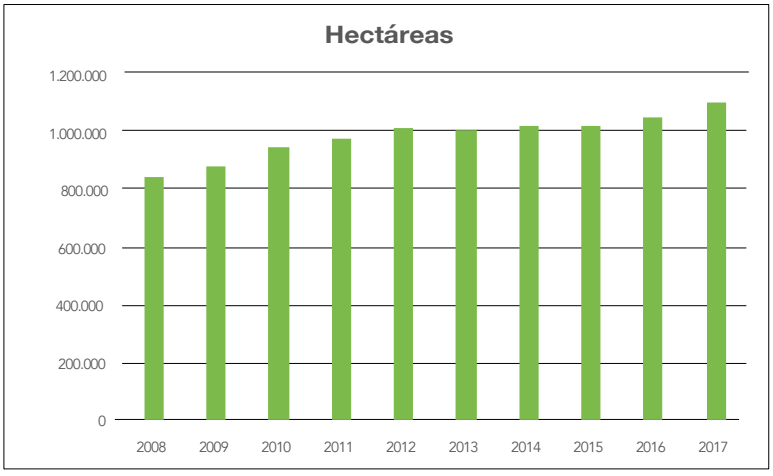
Figura 2. Producción mundial de piña entre 2008 a 2017 en toneladas



Fuente: FAOSTAT (2017).

Entre 2008 a 2017 el área sembrada de piña a nivel mundial aumenta de 847.030 ha en 2008 a 1.098.705 ha en 2017, con un crecimiento de 29,7 %; se observan incrementos en las áreas sembradas en casi todo este período, exceptuando la baja entre 2012 a 2013 (figura 3).

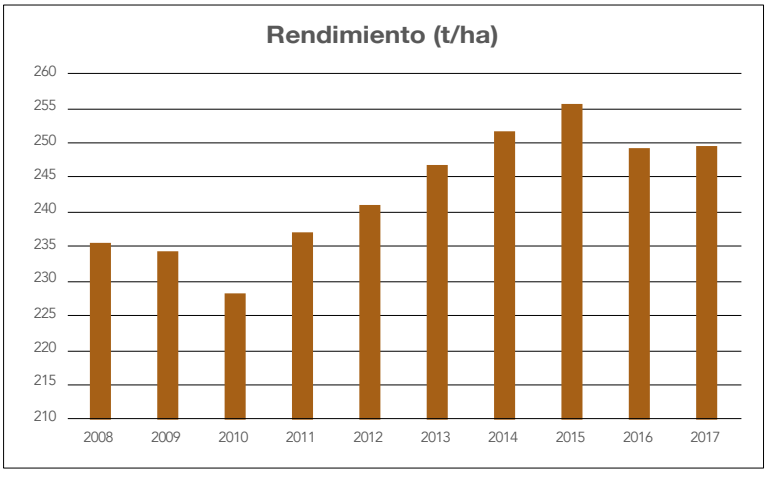
Figura 3. Área mundial sembrada en piña entre 2008 a 2017 en hectáreas



Fuente: FAOSTAT (2017).

Los rendimientos de piña en el período comprendido entre 2008 a 2017 muestran variaciones entre 228,2 t/ha en 2010 y 255,7 en el 2015, correspondientes a un incremento del 12 %, con un leve descenso para 2016 y 2017 (figura 4).

Figura 4. Rendimiento mundial de piña entre 2008 a 2017 en toneladas por hectáreas



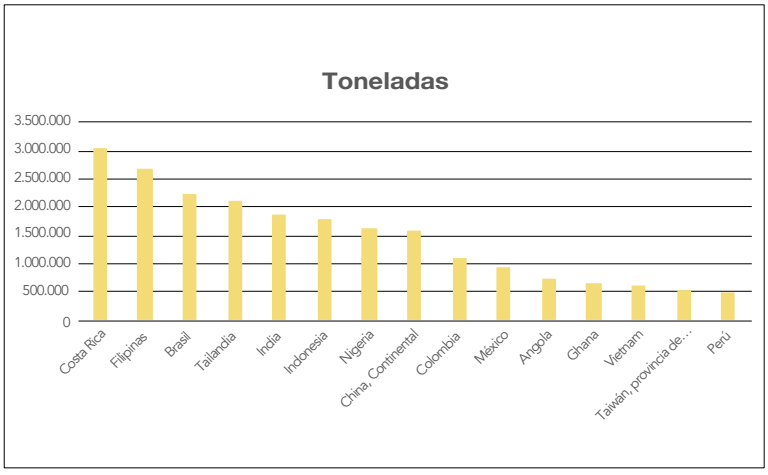
Fuente: FAOSTAT (2017).

El mayor productor de piña en el mundo para 2017 fue Costa Rica, con una producción de 3.056.445 t; seguido de Filipinas con 2.671.711 t, Brasil con 2.253.897 t, Tailandia con 2.123.177 t e India con 1.861.000 t. Colombia ocupa la novena posición con 1.091.042 t producidas (tabla 1 y figura 5).

Tabla 1. Países con mayor producción de piña en 2017

Países	t
Costa Rica	3.056.445
Filipinas	2.671.711
Brasil	2.253.897
Tailandia	2.123.177
India	1.861.000
Indonesia	1.795.986
Nigeria	1.642.376
China continental	1.576.405
Colombia	1.091.042
México	945.210
Angola	727.224
Ghana	677.112
Vietnam	617.944
Taiwán, provincia de China	553.531
Perú	494.642

Figura 5. Principales países productores de piña en 2017



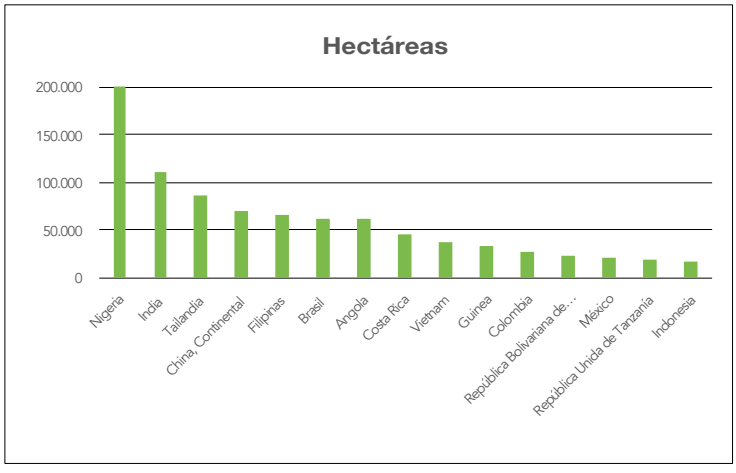
Fuente: FAOSTAT (2017).

Los países con mayor área sembrada en piña son Nigeria con 200.010 ha, luego India con 111.000 ha; le sigue Tailandia con 86.454 ha, China continental con 69.308 ha y Filipinas con 66.088 ha. Colombia ocupa la posición 11 con 26.140 ha sembradas de piña (tabla 2 y figura 6).

Tabla 2. Países con mayor área sembrada de piña en 2017

Países	ha
Nigeria	200.010
India	111.000
Tailandia	86.454
China continental	69.308
Filipinas	66.088
Brasil	62.116
Angola	61.501
Costa Rica	44.500
Vietnam	36.658
Guinea	31.966
Colombia	26.140
República Bolivariana de Venezuela	22.743
México	20.006
República Unida de Tanzania	17.689
Indonesia	15.500

Figura 6. Principales países con área sembrada durante 2017



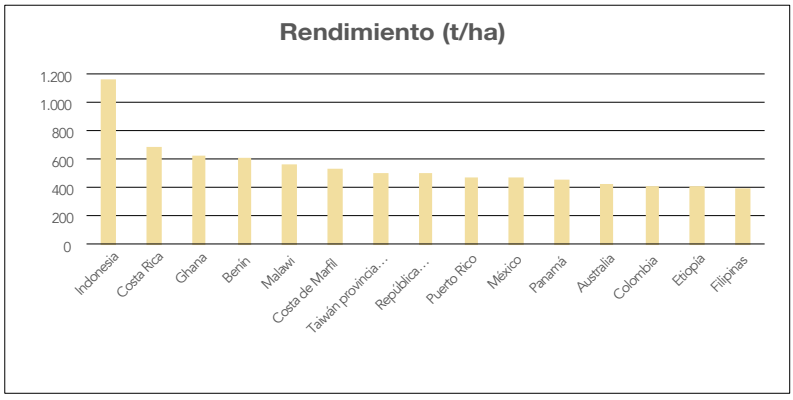
Fuente: FAOSTAT (2017).

El país con mayor rendimiento de piña es Indonesia con 1159 t/ha, casi el doble del rendimiento de Costa Rica con 687 t/ha que es el país que le sigue; luego se encuentra Ghana con 631 t/ha, Benín con 606 t/ha y Malawi con 574 t/ha. Colombia tiene un rendimiento de 417 t/ha (tabla 3 y figura 7).

Tabla 3. Rendimiento de los principales países productores de piña en 2017

Países	t/ha
Indonesia	1159
Costa Rica	687
Ghana	631
Benín	606
Malawi	574
Costa de Marfil	532
Taiwán, provincia de China	512
República Dominicana	507
Puerto Rico	476
México	472
Panamá	457
Australia	420
Colombia	417
Etiopía	410
Filipinas	404

Figura 7. Rendimientos de los principales países en 2017



Fuente: FAOSTAT (2017).

De otra parte, en 2015 Estados Unidos lideró la importación de piña con USD 673 millones (30 % del total de las compras mundiales de piña), seguido por Países Bajos con USD 152 millones, Alemania USD 139 millones y Reino Unido con USD 138 millones.

Tabla 4. Importaciones de piña por países en 2015

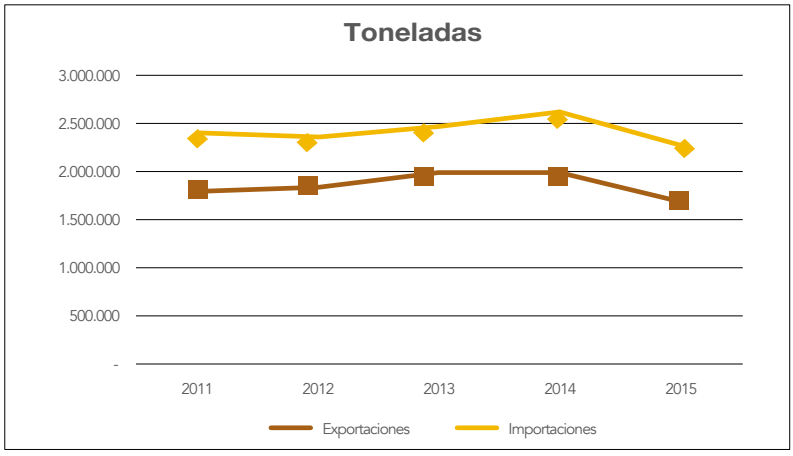
Países	Valor (miles de USD)	Participación (%)	Volumen (t)	Participación (%)
Estados Unidos	673,479	30	1.026.269	31
Países Bajos	152,568	7	182.794	6
Alemania	139,227	6	142.133	4
Reino Unido	137,999	6	144.146	4
Bélgica	123,815	5	136.178	4
España	116,251	5	143.535	4
Italia	112,869	5	139.568	4
Japón	109,385	5	150.621	5
Francia	105,736	5	117.532	4
Canadá	99,026	4	109.503	3
China	96,201	4	84.404	3
Corea	56,482	2	68.373	2
Rusia	35,584	2	32.229	1
Suiza	24,115	1	20.079	1
Portugal	23,070	1	30.396	1
Austria	16,211	1	14.598	0
Arabia Saudita	15,783	1	21.704	1
Chile	15,759	1	30.749	1
Polonia	15,011	1	18.272	1
Hong Kong	12,824	1	14.883	0
Dinamarca	10,328	0	10.639	0
Otros países	181,237	8	671.252	20
Total	**2.272,960**	**100**	**3.309.857**	**100**

Fuente: FAO (2016).

Entre 2011 y 2015 no solo se destacó el crecimiento del valor de las importaciones de Estados Unidos (26 %); las importaciones de China tuvieron un crecimiento notable al pasar de USD 26 millones a USD 96 millones. No obstante, de acuerdo con la FAO (2015), las importaciones europeas de la fruta disminuyeron significativamente en medio de la desaceleración de la economía mundial, así: Países Bajos (-19 %), Alemania (-30 %), Reino Unido (-12 %), Bélgica (-39 %), España (-4 %), Italia (-16 %) y Portugal (-60 %).

Durante el mismo período, las exportaciones y las importaciones siguieron una tendencia similar. Después de un crecimiento entre 2011 y 2014, en 2015 se contrajo en valores de 10 % y 13 %, respectivamente (figura 8).

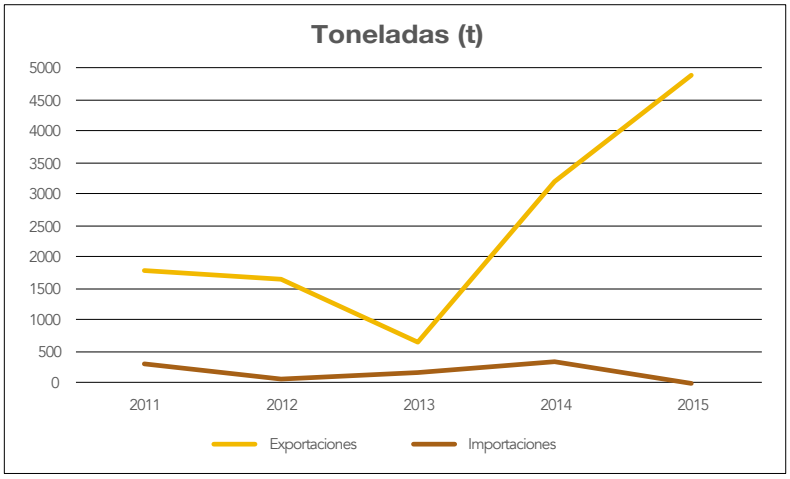
Figura 8. Tendencia mundial de las exportaciones e importaciones de piña (t)



Fuente: TradeMap (2015).

Por su parte, entre 2010 y 2015 la balanza comercial colombiana fue positiva (figura 9). Después de la firma del acuerdo comercial con la Unión Europea que entró en vigencia en agosto de 2013, las exportaciones crecieron aceleradamente. Es así como en 2015, los valores de las exportaciones de piña aumentaron 65 %, en comparación con el año inmediatamente anterior.

Figura 9. Exportaciones e importaciones colombianas de piña (t)



Fuente: TradeMap (2015).

En el contexto comercial, Colombia pasó de tener una balanza comercial positiva de USD 1.714.000 en 2013 a un superávit de USD 3.458.000 en 2015 (tabla 5).

Tabla 5. Balanza comercial de piña en Colombia

Exportaciones	2011	2012	2013	2014	2015
Toneladas	1797	1644	638	3209	4883
Miles de USD FOB	1387	1538	1814	2090	3458
Importaciones	2011	2012	2013	2014	2015
Toneladas	301	57	182	340	0
Miles de USD CIF	30	33	100	139	3
Balanza comercial	357	1505	1714	1951	3455

Fuente: TradeMap (2016).

Los principales destinos de la piña colombiana entre 2011 y 2015 fueron Estados Unidos, Italia, Bélgica y Países Bajos (tabla 6).

Tabla 6. Exportaciones colombianas de piña (miles de USD)

Países destino	2011	2012	2013	2014	2015
Estados Unidos	1007	1066	1449	749	1507
Italia	0	0	0	784	1078
Bélgica	167	183	35	331	375
Países Bajos	0	29	0	0	121
Canadá	33	53	119	91	103
Reino Unido	0	0	13	76	70
Antillas Holandesas	147	171	178	15	27
Otros países	51	37	21	44	176
Total	1387	1538	1814	2090	3458

Fuente: TradeMap (2016).

1.2.3 Contexto nacional

Entre 2007 y 2014 el área cosechada en piña se incrementó en Colombia un 39,0 %, mientras que la producción creció un 50,5 % al pasar de 433.686 a 652.759 t. No obstante, los incrementos del rendimiento apenas fueron de 8,3 % en el mismo período (tabla 7).

Tabla 7. Área, producción y rendimiento del cultivo de piña en Colombia (2017-2014)

Año	Área sembrada (ha)	Área cosechada (ha)	Producción (t)	Rendimiento (t/ha)
2007	14.654	10.878	433.686	39,87
2008	14.941	10.378	391.763	37,75
2009	14.567	7993	327.054	40,92
2010	15.779	11.316	444.686	39,30
2011	16.846	12.995	509.419	39,20
2012	18.509	12.868	487425	37,88
2013	19.846	14.431	640.413	44,38
2014	21.927	15.121	652.759	43,17

Fuente: Minagricultura (2017).

1.2.3.1 Importancia económica

El área sembrada de piña se encuentra dispersa en todo el territorio nacional. En 2010 Santander, Meta, Valle del Cauca, Quindío, Cundinamarca representaron el 69 % del total nacional y en 2015 esta participación fue de 74 %. Los departamentos que tuvieron un mayor crecimiento, en el área sembrada entre 2010 y 2015 fueron Santander, Meta, Valle del Cauca, Quindío y Cundinamarca (tabla 8).

Tabla 8. Área sembrada de piña por departamento (ha) 2010-2015

Departamentos	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Santander	7312	7734	9045	9044	9525	10101
Meta	454	466	550	2148	2092	2684
Valle del Cauca	1720	1774	1765	1874	2353	2444
Quindío	723	883	643	864	1005	1267
Cundinamarca	667	579	718	971	1170	1170
Cauca	602	687	820	861	951	997
Caquetá	728	786	616	645	597	682
Huila	445	459	514	553	632	633
Chocó	296	429	387	416	486	474
Casanare	205	297	378	264	331	398
Nariño	224	233	247	270	331	382
Norte de Santander	252	364	379	374	391	374
Antioquia	214	296	342	318	318	325
Risaralda	273	161	161	178	244	286
Cesar	n.a.	45	155	5	260	260
Putumayo	957	1.001	826	170	235	249
Arauca	123	145	137	186	199	239
Bolívar	190	185	200	202	212	215
Guaviare	20	16	109	130	160	212
Tolima	79	35	38	38	88	103
Córdoba	23	36	84	131	74	91
Guainía	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	88	89
Boyacá	116	85	88	86	87	86
Amazonas	65	50	20	25	35	40
Vaupés	9	16	214	13	18	36
Atlántico	4	5	30	36	32	27
Sucre	1	10	14	12	3	19
Caldas	n.a.	n.a.	10	11	11	11
La Guajira	70	50	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Vichada	8	20	22	22	n.a.	n.a.
Total	15.779	16.846	18.509	19.846	21.927	23.893

Fuente: Minagricultura (2016).

La tabla 9 muestra que los departamentos con mayores rendimientos fueron Risaralda (80 t/ha), Cauca (74,20 t/ha), Valle del Cauca (62,23 t/ha) y Meta (52,59 t/ha). Los promedios de Risalda y Cauca fueron altos, mientras que los de Valle del Cauca, Meta, Quindío y Santander fueron medios. Los demás departamentos se catalogan como rendimientos bajos.

Tabla 9. Rendimiento del cultivo de la piña por departamento, promedio 2010-2015

Departamento	Rendimiento (t/ha)
Risaralda	80,0
Cauca	74,2
Valle del Cauca	62,2
Meta	52,6
Quindío	44,6
Santander	44,1
Cundinamarca	34,6
Otros departamentos	22,0

Fuente: Minagricultura (2016).

Por su parte, la producción de la fruta presentó un ritmo sostenido de crecimiento en el período 2010-2015, pasando de 444.648 a 741.300 t, con un incremento anual promedio de 11 %. Los departamentos de Santander, Valle del Cauca y Meta lideraron la oferta durante el período analizado, mientras que los mayores incrementos se presentaron en Casanare, Valle del Cauca y Meta (tabla 10).

Tabla 10. Evolución de la producción de piña

Departamento	Producción (t)					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Santander	239.130	252.911	194.389	249.336	218.269	250.879
Valle del Cauca	80.771	87.755	84.892	99.952	117470	142.701
Meta	16.400	18.404	23.080	104.088	94.012	120.390
Cauca	23.232	29.332	53.995	56.297	68.911	65.076
Quindío	11.255	32.415	24.700	26.680	34.373	34.586
Cundinamarca	11.466	17.731	22.030	23.410	26.430	26.430
Antioquia	3605	5642	9750	12.199	13.801	15.038
Risaralda	16.240	12.880	12.880	12.320	16.000	15.000
Casanare	3915	6688	8494	7685	8517	12.833
Norte de Santander	7500	9905	11.956	13.481	12.750	10.340
Chocó	4775	7872	7185	5222	7257	7969
Otros	26.398	27.884	34.074	29.744	34.969	40.059
TOTAL	**444.686**	**509.419**	**487.425**	**640.413**	**652.759**	**741.300**

Fuente: Minagricultura (2016).

En 2015 el cultivo de piña generó 10.752 empleos directos y 38.640 empleos indirectos (Minagricultura, 2016). La piña representó el 1,4 % del total de empleo generado por la agricultura, la silvicultura y la pesca de todo el país.

1.2.3.2 Principales zonas de producción de piña en Colombia

En la tabla 11 se observa que en Colombia se distinguen cinco zonas geográficas de producción de piña: Bajo Cauca, costa norte, santanderes, centro y llanos.

Tabla 11. Principales zonas de producción de piña en Colombia

Zona	Departamentos	Variedades
Bajo Cauca	Antioquia, Córdoba y Sucre	Perolera, manzana y cayena lisa
Costa norte	Atlántico, Bolívar, Cesar y La Guajira	Perolera, manzana y cayena lisa
Santanderes	Santander y Norte de Santander	Perolera
Centro	Risaralda, Caldas, Quindío, Boyacá, Valle del Cauca, Cauca, Caquetá Tolima, Huila y Cundinamarca	Híbrido MD-2 y perolera
Llanos	Meta, Arauca y Casanare	Híbrido MD-2

Fuente: Minagricultura (2016).

La tabla 12 muestra el rendimiento y la participación en la producción y del área sembrada de piña por zona. Los santanderes dominan todos los registros, seguidos por la zona centro y los Llanos orientales. Los menores rendimientos promedio para el período 2010-2015 se observaron en las zonas de Bajo Cauca y costa norte, con una mínima participación en la producción de la fruta en Colombia.

Tabla 12. Rendimiento y participación en producción y área sembrada por zonas de producción en Colombia (2010-2015)

Zona	Rendimiento promedio (t/ha)	Participación en producción (%)	Participación en área sembrada promedio (%)
Bajo Cauca	26,5	2	2
Costa norte	27,9	1	3
Santanderes	35,0	44	45
Centro	32,3	33	31
Llanos orientales	31,8	19	18
Total		**100**	**100**

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

De otra parte, las principales zonas productoras de piña del híbrido MD-2 se concentran en el Urabá antioqueño, Casanare, Meta y Valle del Cauca (Estupiñán, 2013).

1.2.3.3 Dinámica del mercado nacional

El mercado interno de la piña presenta sobreofertas en épocas de cosecha, acompañadas de la entrada de fruta de contrabando, en las que el precio de venta baja considerablemente.

El mercado nacional de la piña se caracteriza por utilizar en buena medida, las centrales de abastos como proveedores de las tiendas de barrio. En la actualidad las grandes superficies y los *frúvers* son una tendencia marcada en la obtención de hortalizas y frutas, pero aún distan mucho de las tiendas de abarrotes y las centrales de abasto. Lo anterior, permite hacer un análisis de la Central de Abastos de Bogotá (Corabastos) y la Central Mayorista de Antioquia (CMA), como principales centros de mercado de la fruta.

La tabla 13 indica que cerca del 70 % del volumen total de todas las variedades de piña que ingresaron a Corabastos en 2014, provino de Santander, mientras que Meta aportó aproximadamente el 14 % y Quindío el 12 %.

Tabla 13. Suministro de piña en Corabastos (2014)

Departamento	Volumen (t)	Participación (%)
Santander	24.056	69,9
Meta	4705	13,7
Quindío	4099	11,9
Otros departamentos	1569	4,6
TOTAL	**34.428**	**100**

Fuente: DANE (2014).

Dentro del mismo suministro total de piña en Corabastos, el híbrido MD-2 representó cerca del 32 % en el 2014, procedente del departamento del Meta con el 39,2 %, seguido por Quindío con 35,7 % y Santander con 12,5 % (tabla 14).

Tabla 14. Suministro de piña híbrido MD-2 a Corabastos (2014)

Departamento	Volumen (t)	Participación (%)
Meta	4311	39,2
Quindío	3931	35,7
Santander	1388	12,6
Otros departamentos	1372	12,5
TOTAL	**11.002**	**100**

Fuente: DANE (2014).

De otra parte, en la CMA se observa que más del 85 % del suministro de piña durante el 2014, provino de Quindío y Valle del Cauca (tabla 15), tendencia que se mantuvo en el caso específico del híbrido MD-2, el cual alcanzó 68 % para Quindío y 18 % para Valle del Cauca (tabla 16). En términos generales, dentro del suministro total de piña a la CMA, la variedad MD-2 participó con el 64,2 %, y más del 98,5 % de las piñas del Quindío fueron del híbrido MD-2, mientras que en el caso de la vallecaucana, la proporción fue de 27,6 % (DANE, 2014).

Tabla 15. Suministro de piña a la Central Mayorista de Antioquia (2014)

Departamento	Toneladas (t)	Participación (%)
Quindío	10.424	44,5
Valle del Cauca	9702	41,5
Otros departamentos	3274	14,0
Total	23.401	100

Fuente: DANE (2014).

Tabla 16. Suministro de piña híbrido MD-2 a la Central Mayorista de Antioquia (2014)

Departamento	Toneladas (t)	Participación (%)
Quindío	10.278	68,4
Valle del Cauca	2676	17,8
Otros departamentos	2068	13,8
Total	15.022	100

Fuente: DANE (2014).

En términos relativos, durante el 2014 el acopio de piña en Corabastos fue 1,5 veces el observado en la CMA, mientras que para el híbrido MD-2, el comportamiento fue diferente; el abastecimiento en la CMA fue superior 1,4 veces al registrado en Corabastos, lo que indicaría un mayor gusto por el híbrido MD-2 en Medellín y su zona de influencia.

Discriminado por municipio, se observa que hacia Corabastos el 34,4 % del abastecimiento del total de piña, provino de Lebrija y el 18,4 % de Bucaramanga, muy posiblemente proveniente de Cenabastos, a partir del acopio recibido del mismo Lebrija y del municipio de Girón. Para el híbrido MD-2 en Corabastos, los municipios que registraron mayores volúmenes enviados fueron Armenia con 34 % y Villavicencio con 11,5 %.

El principal origen del total de piña en 2014 para el CAM fue Armenia (Quindío) con 44,3 % del volumen recibido, seguido por Dagua (Valle del Cauca) con 26,1 %, así como ocurre en Corabastos donde muy posiblemente el registro de piña proveniente de Armenia, sea producto del acopio a partir de otros municipios del departamento del Quindío.

1.2.3.4 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 así una oportunidad productiva aprovechando las ventajas comparativas que ofrece 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, con los aspectos puramente competitivos que llevan en general a obtener una productividad de máximas utilidades, au n 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. Es evidente el crecimiento exponencial de la población, la apropiación creciente de los recursos y la disminución de la oferta de los mismos (Figueroa, 2000). Según el mismo autor, la necesidad de mejorar el soporte en infraestructura de producción y de servicios, con el 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. Igualmente, la utilización de agua contaminada en el lavado de las frutas y otros vegetales puede conllevar a 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 Nolwalk12 (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, evidencian 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 del 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 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 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 se relaciona 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* del 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, esto 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, como son los plásticos de mulch y acolchados, cintas de riego y fibras de polipropileno, 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 lo 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.

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 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 adiciona 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 metano (CH4) y dióxido de nitrógeno (NO2) y, en menor cantidad, de óxido de carbono (CO) y óxidos de nitrógeno (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 son las responsables del 23 % de las emisiones de dióxido de carbono (CO_2) con respecto al total nacional.

1.3 Marco político

La política pública, en lo relacionado con el cultivo de piña, ha tenido algunos desarrollos que se concretan en los instrumentos de política, entre los cuales están los siguientes (Tabla 17):

Tabla 17. Marco de políticas y lineamientos relacionados con la zonificación de aptitud del cultivo comercial de piña 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 el *"elevar la eficiencia y la competitividad de los productos agrícolas, pecuarios y pesqueros mediante la creación de condiciones especiales" y "crear las bases de un sistema de incentivos a la capitalización rural (ICR) y a la protección de los recursos naturales".*
Decreto Minagricultura 626 de 1994	Reglamenta parcialmente la Ley 101 de 1993 y dicta algunas disposiciones sobre el incentivo a la capitalización rural (ICR), específicamente el artículo 28, el cual se refiere a la reglamentación de dicho incentivo.
Resolución Comisión Nacional de Crédito Agropecuario 05 de 2011	Reglamenta la línea especial de crédito (LEC), instrumento orientado a mejorar las condiciones de financiamiento de proyectos agrícolas asociados con la siembra y mantenimiento de cultivos comerciales de ciclo corto, especialmente aquellos de la canasta básica, de alimentos sensibles a las importaciones o de interés exportador.

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 piña.

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 18 muestra el normograma que se identifica pertinente para la zonificación de aptitud del cultivo comercial, a escala 1:100.000:

Tabla 18. Normograma para la zonificación del cultivo comercial de piña en Colombia

Marco normativo	Lineamientos relacionados con la zonificación de aptitud
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 9ª 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, con el 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, reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, organiza el Sistema Nacional Ambiental (SINA), y dicta otras disposiciones.
Decreto 1840 de agosto 3 de 1994	Reglamenta el artículo 65 de la Ley 101 de 1993, mediante la definición del ámbito de aplicación, obligaciones, sanciones y demás acciones del ICA en lo referente al desarrollo de políticas y planes tendientes a la protección de la sanidad, la producción y la productividad agropecuarias del país.
Ley 160 de 1994, 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 del registro sanitario de los alimentos de fabricación nacional y de los importados.
Decreto 1996 de 1999	Reglamenta las 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 dicta 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 dicta 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 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 dicta 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 dicta 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 dicta 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 dicta otras disposiciones.
Resolución ICA 20009 de 2016	Establece los requisitos para la certificación en Buenas Prácticas Agrícolas en producción primaria de vegetales y otras especies para consumo humano.
Regulación en insumos agrícolas (ICA, 2016)	
Decisión CAN 436 de 1998	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 Minsocial 2906 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 dicta otras disposiciones.
Reglamentación relacionada con estatus sanitario (ICA, 2015)	
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 la mosca de las frutas en el territorio nacional y dicta 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 2a 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 estas 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, distritos de manejo integrado (DMI) y áreas de manejo especial (AME): artículo 7°.
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, distritos de manejo integrado, reservas forestales protectoras, parques naturales regionales, distritos de conservación de suelos y 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 Sistema Nacional de Áreas Protegidas, las categorías de manejo que lo conforman y los procedimientos generales relacionados.
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 Minambiente 1628 de 2015 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, 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 aptitud para el cultivo comercial de piña híbrido MD-2 en Colombia, a escala 1:100.000, contribuye a atender los objetivos y funciones de la UPRA fortaleciendo el desarrollo de políticas para el sector de la piña, desde su planificación hasta su ordenamiento territorial.

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

Es posible que las áreas aptas resultantes del presente trabajo, para el desarrollo del cultivo comercial de piña MD-2, coincidan con las áreas de aptitud para otros productos. Por consiguiente, la decisión de sembrar uno u otro responde a factores estratégicos de competitividad regional específicos, decisiones de inversión, así como estudios de suelos y otros complementarios con mayor detalle. Adicionalmente, la combinación asocio y rotación de la piña con otros cultivos, es factible en las zonas que este estudio identifica como aptas.

La zonificación de aptitud se desarrolla considerando las siguientes premisas:

- Prioriza las áreas más competitivas para el desarrollo de cultivos comerciales de piña híbrido MD-2, por lo cual se identifican los territorios con mejores condiciones en cada criterio de análisis.
- Las áreas con restricción legal son catalogadas como excluyentes y predominan bajo esta clasificación, independientemente de la aptitud identificada en los diferentes criterios.

- Las áreas donde se aplique normatividad de tipo ambiental, social y cultural que condicione el uso a otros procesos o instrumentos vigentes como los territorios colectivos, deben ser analizadas de forma diferencial con el fin de proteger el patrimonio cultural material e inmaterial del país y el derecho de autodeterminación de dichas comunidades.

- El cultivo comercial de piña híbrido MD-2 no pondrá en riesgo áreas naturales o con potencial como ecosistemas estratégicos para la provisión de servicios ecosistémicos (bosques, subpáramos, páramos), 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 oficialmente por la entidad encargada de su recolección.

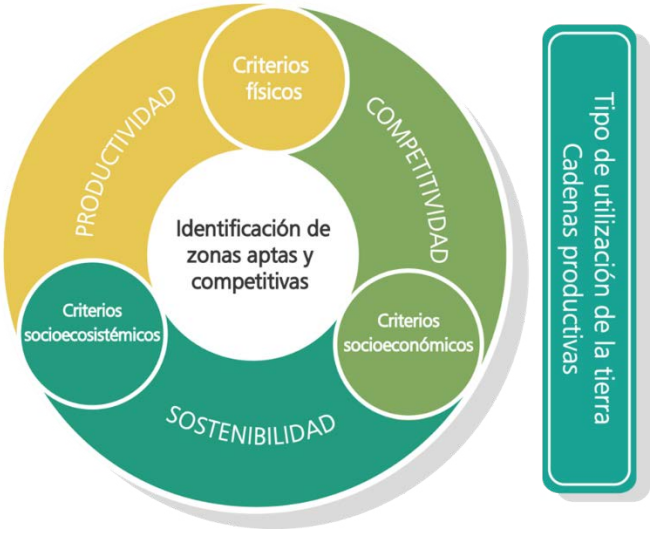
- Finalmente, el mapa de zonificación de aptitud para el cultivo comercial de piña híbrido MD-2 en Colombia, a escala 1:100.000, toma como base para su elaboración la información secundaria proveniente de las entidades oficiales, la cual contiene, en algunos casos, niveles de generalización que pueden afectar la precisión en la delimitación de algunas unidades. Igualmente, la información disponible no está en su totalidad con corte a un determinado período de tiempo, lo cual plantea la necesidad de actualizar la zonificación por lo menos cada cinco años, mediante un proceso sistemático que facilite el proceso.

2. Marco conceptural

La gestión sostenible del ambiente, la sociedad y la economía se han 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 sus diversos usos (Harms et al., 2015), en razón a que este sector rural es uno de los más importantes para el bienestar humano toda vez que aumenta los ingresos y mejora la condición social de los productores y depende de la distribución y calidad de los recursos disponibles en determinado lugar.

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 (figura 10).

Figura 10. 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 *Analytic Hierarchy Process (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 partir de criterios y después los 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 matriz *AHP* para integrar los componentes físicos y socioecosistémicos –denominada integrado biofísico– y la otra 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. Las adaptaciones que han surgido en los últimos años ofrecen una alternativa de aplicación frente a nuevos retos agroambientales.

La FAO propone un conjunto de cualidades y características para ser usadas en el proceso de evaluación de tierras (denominadas, en este desarrollo metodológico, 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 es importante, por medio del análisis de sus elementos en un espacio territorial, 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 piña híbrido MD-2, 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 el interior de 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; Martín-López *et al.*, 2009, citados 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, permite 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 (Rossiter, 2009) que se plantean 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 medio ambiente.
- 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 piña híbrido MD-2 en Colombia, a escala 1:100.000, se basa en los principios y fundamentos del *Esquema de evaluación de tierras* (FAO, 1976), las directrices y guías de la *Evaluación de tierras para agricultura* (FAO, 1985) y el enfoque por etapas paralelas de integración y análisis de los componentes físico, socioeconómico y ecológico, propuesto en el *Framework for Land Evaluation* (FAO, 2007).

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

Partiendo del enfoque suministrado por la FAO (1976), se realizó en la presente zonificación de aptitud, una adaptación involucrando otro tipo de técnicas frecuentemente empleadas para la determinación del emplazamiento óptimo para una actividad como lo es el método de evaluación multicriterio, que permite 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. Su objeto principal 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 existe la restricción o no y solo da lugar a una de esas calificaciones. 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 piña híbrido MD-2.

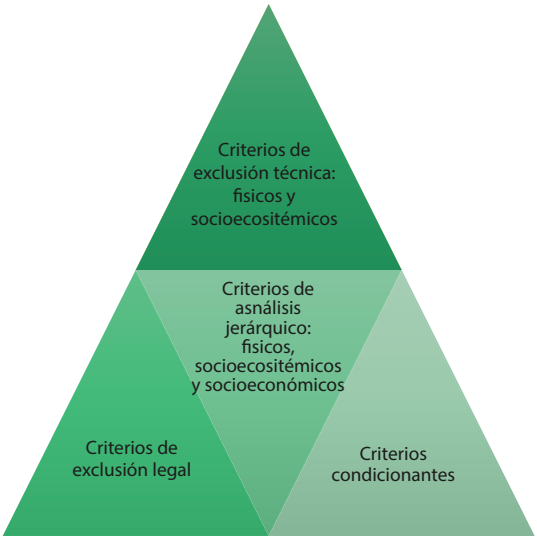
De exclusión técnica: zonas en las cuales, por condiciones técnicas de tipo físico o socioecosistémico, no es factible el cultivo comercial de piña híbrido MD-2.

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

En la figura 11 se muestra el tipo de criterios que se abordaron en el desarrollo de la zonificación y la manera cómo interactúan entre sí.

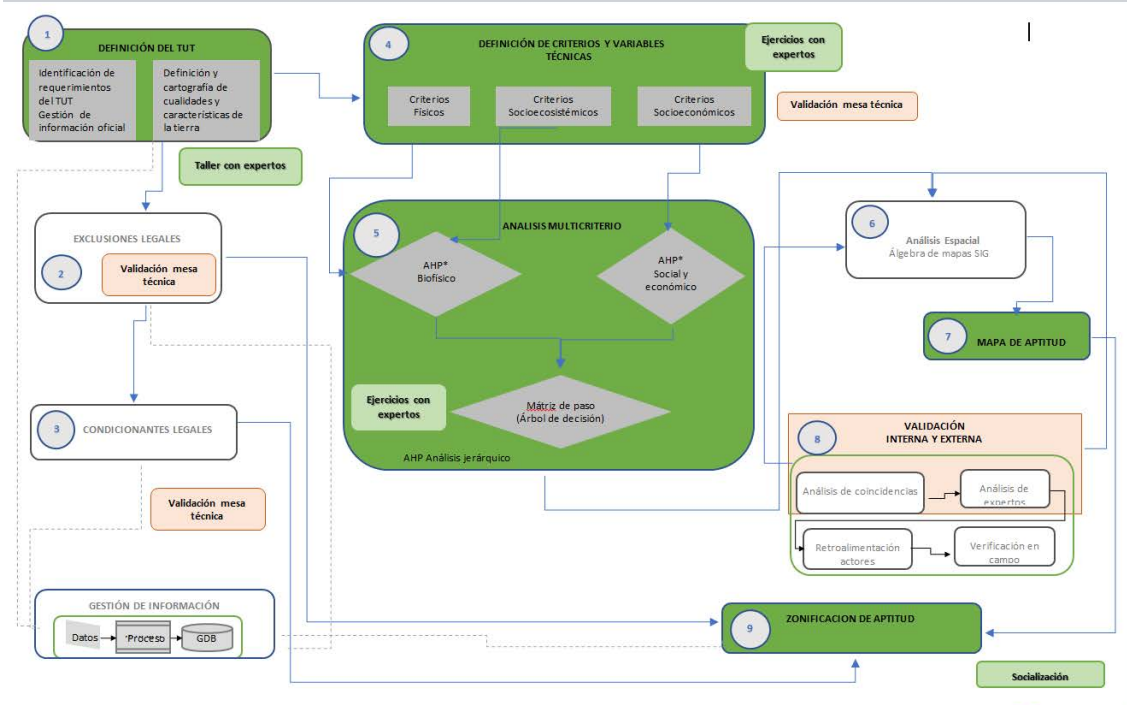
Figura 11. Tipos de criterios utilizados en la zonificación de aptitud de cultivos comerciales



Fuente: UPRA (2015).

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

Figura 12. 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 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 mediante 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 para 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 piña híbrido MD-2.

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 piña híbrido MD-2 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 piña híbrido MD-2 en el orden nacional, departamental y municipal y se validan los mismos.

9. Resultados: se obtiene la representación cartográfica de las zonas aptas y no aptas para el cultivo comercial de piña híbrido MD-2 con sus respectivas estadísticas en el orden nacional, departamental y municipal.

3.1 Definición del TUT

El tipo de utilización de la tierra 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 socioecosistémico, entre otros, que le confieren rasgos diferenciadores al cultivo de piña híbrido MD-2 desde un punto de vista de evaluación de tierras; es decir, que pueden ser expresados como requisitos o requerimientos de uso de la tierra con valores cualificables o cuantificables en el país, o que sirven para delimitar las opciones de uso de la tierra.

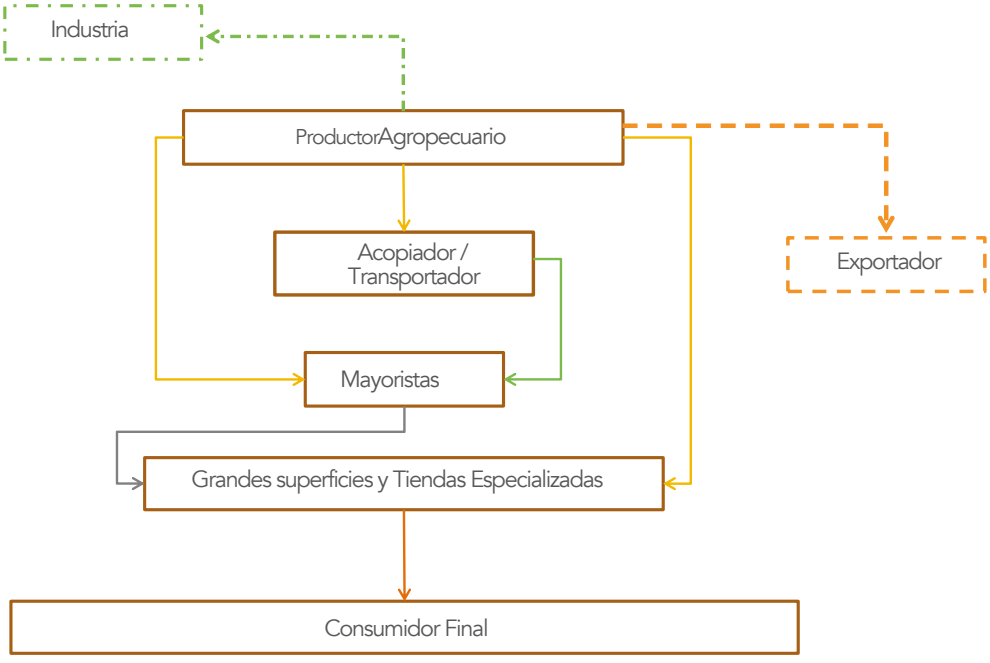
El tipo de utilización de la tierra evaluado corresponde a "Cultivo comercial de piña (*Ananas comosus L.*) híbrido MD-2 cuya producción está enfocada al consumo como fruta fresca o procesada, dirigido al mercado nacional e internacional".

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

3.1.1 Descripción de la cadena productiva de la piña

La cadena productiva de la piña en Colombia está conformada por los agricultores, productores de material vegetal, proveedores de insumos, comercializadores, industrias de procesamiento, exportadores, sector académico y centros de investigación e instituciones adscritas al gobierno que acompañan el proceso. La figura 13 muestra un esquema general de la cadena.

Figura 13. Esquema de la cadena productiva de la piña



Fuente: Bancóldex y UT Crece-Federación Nacional de Cafeteros (2014).

En lo que se refiere a los cultivos compactos (solos, mixtos o intercalados) el 37 % del área sembrada se encuentra en fincas grandes superiores a 50 ha, el 39% se encuentran ubicadas en fincas o explotaciones agropecuarias de un tamaño comprendido entre 5 y 50 ha y el 4 % se siembra en fincas pequeñas con extensiones menores de 5 ha (tabla 19).

Tabla 19. Participación del área del cultivo de la piña y de las explotaciones según tamaño

Tamaño de la finca (ha)	Participación (%)	
	Área del cultivo	Explotaciones agropecuarias
Menor de 1	0	6
Entre 1 y 3	2	13
Entre 3 y 5	2	12
Entre 5 y 10	9	27
Entre 10 y 15	3	5
Entre 15 y 25	10	11
Entre 25 y 50	17	13
Entre 50 y 100	7	4
Entre 100 y 500	30	6

Fuente: DANE (2015).

El mercado se desarrolla hacia las principales plazas mayoristas del país y el productor de piña tiene cinco posibles tipos de clientes: industria, exportadores, mayoristas, acopiadores/transportadores y grandes superficies (Bancóldex y UT Crece-Federación Nacional de Cafeteros, 2014).

Cuando el agricultor comercializa directamente con el mayorista tiene la ventaja de vender casi toda su producción, pues la calidad de producto que recibe es menos exigente que la del canal especializado; los empaques utilizados generalmente son cajas de cartón de 12 kg para la calidad primera y segunda, y en el caso del producto de tercera calidad se comercializa en cajas de madera de 25 kg. El producto clasificado de cuarta calidad se transporta a granel sin protección alguna.

La gran mayoría de los productores pequeños y medianos no tienen la capacidad instalada para llegar a un mercado mayorista; por tal razón la mayoría de veces los productores optan por obtener un menor margen y vender a un agente acopiador-transportador quien se encarga de recoger el producto en la finca. Generalmente, el producto se negocia con un precio referenciado por el mayorista, el cual se ajusta casi siempre a la baja debido a las condiciones de calidad del producto y del mercado.

Cuando el productor le vende directamente a la gran superficie, obtiene un mayor margen bruto; sin embargo, este tal vez es el segmento del mercado más difícil de satisfacer, ya que es el agente más exigente en calidad y logística; se debe entregar el producto en canastillas plásticas de 12 kg, seleccionado y clasificado de acuerdo con las fichas de calidad establecidas por el comprador; el precio se forma mediante dos elementos principales: el precio base reportado por el SIPSA y la calidad de la fruta.

3.2 Criterios de análisis jerárquico

A continuación, se desarrolla cada uno de los criterios utilizados para el cultivo de piña híbrido MD-2.

3.2.1 Criterios físicos

El componente físico es importante ya que 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. Para el cultivo de piña híbrido MD-2, se han precisado algunas características desde

el componente físico que identifican criterios y variables para su aplicación, los cuales están agrupados en tres subcomponentes: climático, edáfico y fitosanitario (figura 14).

Figura 14. Criterios y variables del componente físico

CDICICONDICIONES CLIMÁTICAS	CAPACIDAD DE LABOREO	DISPONIBILIDAD DE OXÍGENO	CONDICIONES DE ENRAIZAMIENTO
Temperatura media Precipitación total media anual Brillo solar medio diario anual	Pendiente Texturas Pedregosidad	Susceptibilidad a inundaciones Drenaje natural	Profundidad efectiva Textura Pedregosidad

DISPONOBILIDAD DE HUMEDAD	RIESGO FITOSANITARIO	TOXICIDAD POR SALES, SODIO Y ALUMINIO	SUSCEPTIBILIDAD A LA PÉRDIDA DE SUELOS	DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES
Régimen de humedad Textura	Exceso hídrico asociado a pudrición del cogollo y del fruto Drenaje natural asociado a pudrición del cogollo del fruto	Salinidad o sodicidad Saturación de aluminio	Pendiente Erosión actual Susceptibilidad a movimientos en masa	Acidez (pH) Saturación de bases Carbono orgánico Capacidad de intercambio catiónico (CIC)

- **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 (temperatura, precipitación y humedad del aire, radiación, insolación, viento, entre otros), durante un largo período de tiempo. Para la zonificación se tomó como criterio de evaluación el denominado condiciones climáticas de acuerdo con reportes agroclimáticos realizados para el cultivo de piña híbrido MD-2. Se precisaron algunos elementos climáticos que tienen una mayor incidencia en cada una de las fases de desarrollo del cultivo, tales como la temperatura, la precipitación o lluvia y el brillo solar (tabla 20).

Tabla 20. 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 extenso de tiempo para 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 piña híbrido MD-2: la temperatura, la precipitación y el 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 media anual: cantidad de agua que cae sobre la superficie terrestre en forma líquida o sólida. En términos prácticos, es la cantidad de lluvia media que se precipita en una determinada zona y contribuye a la necesidad hídrica del cultivo de piña híbrido MD-2. La unidad de precipitación es el milímetro (mm). 1 mm de precipitación equivale a un 1 L de agua/m2 de superficie (10 m3 de agua/ha). El análisis de la información para la variable se realizó con el promedio anual.
		Brillo solar medio diario anual: cantidad de horas en la que los rayos del sol llegan directamente sobre la superficie terrestre; también se denomina insolación.

- **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 vegetativo. 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 piña híbrido MD-2 requiere condiciones adecuadas de suelo para la siembra, crecimiento y desarrollo. A continuación, se presentan los criterios y variables del suelo analizadas para la presente zonificación de aptitud (tabla 21).

Tabla 21. Criterios y variables del subcomponente edáfico

Criterio (definición)	Variables (definición)	
Capacidad de laboreo	Facilidad o dificultad que un terreno presenta en su preparación o adecuación para un cultivo. El establecimiento del cultivo de piña implica la preparación del terreno y en la mayoria de los casos el uso de maquinaria agrícola. La capacidad para remover el suelo 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 y, en términos trigonométricos, corresponde a la tangente del ángulo formado entre el declive y su correspondiente horizontal. **Textura:** 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).
Disponibilidad de oxígeno	Cualidad del suelo que indica sus condiciones de aireación. 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 O2 del exterior para ser absorbido por las plantas.	**Pedregosidad:** 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. **Susceptibilidad a inundaciones: de acuerdo con la Unesco, la inundación se define como:** 1) desbordamiento del agua fuera de los confines normales de un río o cualquier cuerpo 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 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).

Disponibilidad de oxígeno		**Drenaje natural**: se define como la rapidez y el grado de eliminación de agua del suelo por la escorrentía y el flujo a través del suelo o los espacios subterráneos (USDA, 1961). 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).
Condiciones de enraizamiento	Características físicas del suelo que permiten el desarrollo óptimo de las raíces de las plantas y la formación adecuada de raíces. 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 en que las raíces pueden explorar mayor volumen de suelo, mayores son las posibilidades de las plantas para sostenerse y abastecerse de agua y nutrientes.	**Profundidad efectiva:** 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 el desarrollo de las raíces (USDA, 1961). **Textura:** 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). **Pedregosidad:** 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.

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 está definido desde la interacción del régimen de humedad y la clase textural de los suelos.	**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).
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 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 (Na).	**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 Na se determina como el porcentaje de Na intercambiable (PSI). **Saturación de aluminio**: relación porcentual entre el Al del complejo de cambio y la acidez total. La saturación de Al del suelo hace referencia a la acidez debida al ion (Al+++), abundante en suelos ácidos con pH menor de 5,5, el cual afecta el desarrollo de las plantas, inhibe la división celular, causa deficiencias de P e impide la absorción calcio, magnesio y potasio (Cortés y Malagón, 1984).

Susceptibilidad a la pérdida de suelos	Grado o nivel de vulnerabilidad de las tierras a ser afectadas por los agentes erosivos; integra las variables que causan o que originan dichas pérdidas.|	**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:** 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, el viento y otros agentes geológicos (USDA, 1961). Los grados de erosión reflejan la intensidad actual y la afectación en superficie por los procesos de erosión. **Susceptibilidad a movimientos en masa:** Es la 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).
DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES	Es la 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 nutricionales 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:** Es la suma de las bases cambiables (Ca, Mg, K y Na), expresada como porcentaje de la capacidad total de intercambio catiónico; el porcentaje de acidez intercambiable (Al+++ e H) corresponde al complemento del 100 %. El pH es proporcional al porcentaje de saturación de bases, excepto cuando los materiales de origen de los suelos son diferentes (Fassbender, 1987). **Capacidad de intercambio catiónico (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 la regularización de la disponibilidad de nutrientes. Se expresa en cmol/kg suelo.

DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES		**Carbono orgánico:** es el principal elemento que forma parte de la materia orgánica (M.O.), por esto es común que ambos términos se confundan o se trate indistintamente de uno u otro. La M.O. 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).

- **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 ambientales 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 piña híbrido MD-2. En función de este propósito, se consideraron como las más importantes para este cultivo la pudrición del cogollo *(Phytophthora parasitica)* y la pudrición del fruto *(Phytophthora P. cinnamomi)* asociados al exceso de humedad y al drenaje natural (tabla 22).

Tabla 22. Variables del subcomponente fitosanitario

Criterio (definición)		Variables (definición)
Riesgo fitosanitario	Conjunto de las principales condiciones ambientales (exceso hídrico y drenaje natural) que explican el riesgo de inoculación, infección, propagación y daños causados por organismos fitopatógenos en cultivos comerciales. Para el caso de la piña híbrido MD-2. Se priorizaron la pudrición del cogollo *(Phytophthora parasitica)* y la pudrición del fruto *(Phytophthora cinnamomi).*	**Exceso hídrico asociado a pudrición del cogollo y del fruto:** Es la relación existente entre la cantidad de agua presente en el suelo que supera la capacidad de campo y genera encharcamiento o lámina de agua, y el patógeno. **Drenaje natural asociado a pudrición del cogollo y del fruto:** Es la relación existente entre la capacidad que tiene un suelo para permitir el movimiento de agua desde la superficie hacia capas más profundas por permeabilidad, escorrentía o lixiviación, y el patógeno.

3.2.2 Criterios socioecosistémicos

El enfoque socioecosistémico considera la biodiversidad, los bienes y servicios ecológicos vinculados estrechamente con los sistemas sociales, donde el hombre, la sociedad y su cultura, como componentes centrales de los ecosistemas, modelan y se adaptan a los cambios en la naturaleza. De esta manera, el objeto último del enfoque socioecosistémico –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 (Martín-López *et al.*, 2009 y MADS, 2012 citados por UPRA, 2014).

Este enfoque dentro de la zonificación de aptitud del cultivo comercial de piña híbrido MD-2, 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 (figura 15).

Figura 15. Relación entre los atributos y criterios de estructura, función y dinámica para la interpretación socioecosistémica

Fuente: UPRA (2014).

Desde el componente socioecosistémico, la aptitud representa el potencial del territorio para el establecimiento de cultivos de piña híbrido MD-2 y permanencia de la actividad. De esta forma, las áreas con mayor aptitud para el establecimiento del cultivo comercial, son aquellas donde la actividad productiva genera un menor impacto en los bienes y servicios que proveen los ecosistemas, o contribuya 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 comercial.

Para este componente, se identifican los siguientes criterios y variables para su aplicación en la definición de la aptitud para el establecimiento y desarrollo del cultivo comercial de piña híbrido MD-2 (Figura 16 y tabla 23).

Figura 16. Criterios y variables del componente socioecosistémico

Tabla 23. 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 del cultivo, tanto para su crecimiento, sustento y para la producción de frutos.	Permite estimar la sostenibilidad hídrica de la unidad geográfica de análisis (polígonos de evapotranspiración real por subzona hidrográfica (SZH)) en establecimiento del cultivo de piña híbrido MD-2. De esta forma, es posible identificar si, dada la capacidad hídrica de la SZH, se configura un riesgo para el abastecimiento del cultivo o si el cultivo por establecer entra en competencia con los ecosistemas, agrosistemas y demás usos existentes en su interior.

Integridad ecológica	Habilidad de un ecosistema para soportar y mantener una comunidad balanceada y adaptada de organismos, con una composición de especies, diversidad y organización funcional comparable con aquella de los hábitats naturales en una región. Estimador de la calidad ambiental, útil en la planificación y toma de decisiones para la conservación.	**Conectividad estructural de las coberturas naturales (CECN):** Es la medida a escala del paisaje transformado que permite dar una aproximación rápida sobre la continuidad de los hábitats como espacio vital requerido para el mantenimiento de la biodiversidad natural y el desarrollo de las funciones ecosistémicas. **Índice de naturalidad (INAT) por subzona hidrográfica:** 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 se concentran especies sensibles mediante indicadores como la densidad en polígonos definidos como áreas prioritarias para la conservación (APC) o la riqueza de especies migratorias en áreas críticas sobre agroecosistemas. De igual forma, se integran las áreas de importancia para la conservación de aves (AICA); de esta forma, cuanto mayor sea la concentración de estas especies, dada su sensibilidad, menor la aptitud para el establecimiento del cultivo comercial de piña, 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 del cultivo de piña 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 piña híbrido MD-2.	Permite determinar la sostenibilidad ambiental de un territorio en términos de la prestación del servicio ecosistémico de almacenamiento de carbono. De forma complementaria, esta estimación permite incorporar elementos de competitividad ambiental y económica, pues se puede articular a los esfuerzos nacionales e internacionales de reducción de gases de efecto invernadero, los cuales pretenden disminuir la huella de carbono.

Cambio de cobertura	Grado de favorabilidad del cambio de la cobertura para el establecimiento del cultivo de piña híbrido MD-2, 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.	**Cobertura de la tierra:** permite identificar áreas con vegetación natural sujetas a exclusiones y áreas transformadas donde es favorable establecer el cultivo comercial de piña híbrido MD-2, 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 piña híbrido MD-2 establecidos en una zona determinada.	Los incendios de la cobertura vegetal, son uno de los mayores peligros para cualquier tipo de cultivo, ya que estos eventos pueden llegar a afectar desde unos pocos individuos, hasta destruir un cultivo por completo, generando pérdidas económicas e impactos ambientales negativos en el suelo, la fauna y la flora cercanas. La amenaza total de incendios de la cobertura vegetal se debe entender como el peligro latente que representa la posible manifestación de este fenómeno. Esta amenaza total se expresa como la probabilidad de que un evento de este tipo se presente con una cierta intensidad, en un sitio específico y en un tiempo determinado.

3.2.3 Criterios socioeconómicos

La competitividad es la capacidad para la producción de bienes y servicios de mayor calidad y menor precio frente a otros productores domésticos e internacionales y se define por la productividad con la que un país utiliza sus recursos humanos, económicos y naturales. Es decir, la productividad depende tanto del valor de los productos y servicios de un país –medido por los precios que se pagan por ellos en los mercados libres– como de la eficiencia con la que pueden producirse (Porter, 1980 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 del logro del uso eficiente de los factores de producción, consolidan altos niveles de innovación en los sistemas productivos, diversifican y amplían los mercados, articulan 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 piña híbrido MD-2 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 y con ello, permiten mejorar de manera permanente las condiciones de vida y bienestar de sus habitantes y, en particular, de los empresarios y familias dedicadas a esta actividad.

Con fundamento en la definición planteada, la competitividad del cultivo de piña híbrido MD-2 con fines comerciales, implica un proceso mediante el cual este necesita en los municipios requerimientos y condiciones multidimensionales para desarrollar su producción. Estos requerimientos y condiciones 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 vinculadas al cultivo. A su vez, estas mejoras en la calidad de vida evidencian la competitividad, en este caso del cultivo comercial de piña híbrido MD-2.

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 PIB, créditos e incentivos significativos. Todo lo anterior redundará en beneficio del productor de piña híbrido MD-2 y de las comunidades locales, representado en mejores condiciones de vida.

Al inversionista en el cultivo de piña híbrido MD-2 le puede ser indiferente 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 piña híbrido MD-2 con fines comerciales en Colombia interesa en especial a las agencias del Gobierno y a los productores con responsabilidad social.

El índice de competitividad (IC), es un indicador de competitividad regional que compara las capacidades de las regiones con potencial comercial para generar un desarrollo sostenible de un cultivo y a la vez promueve el bienestar para las familias que dependen de esta actividad. El IC es el resultado de incorporar las variables 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:

La unidad de análisis es el municipio y se establecen tres rangos de aptitud competitiva: aptitud alta (A1), aptitud moderada (A2) y aptitud baja (A3). Con el fin 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 índice de competitividad, mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Índice de competitividad} = [(I - MÍN)/(MÁX - MÍN)]$$

Donde:

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

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

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

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

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

En resumen, el método permitió asociar los resultados de los indicadores con valores 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 (A2). De esta manera, el análisis posterior individual por cada variable puede 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 y las categorías calculadas.

En la figura 17 y tabla 24 se observan los criterios y las variables que hacen parte del componente socioeconómico.

Figura 17. Criterios y variables del componente socioeconómico

Tabla 24. Criterios y variables del componente socioecosistémico

CRITERIO	Definición	VARIABLE
Infraestructura y logística	Conjunto de bienes y servicios necesarios para la movilidad del aparato productivo.	**Existencia de cultivos:** área sembrada con piña en el municipio.
		Cercanía a centros de servicios: facilidad con la que se puede alcanzar a 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).
		Cercanía a puertos marítimos: facilidad con la que se puede alcanzar a 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.
		Presencia de aeropuertos: los aeropuertos analizados se clasifican teniendo en cuenta los servicios de "facilitación" no aeronáuticos útiles para el transporte internacional de carga. Estos servicios son controles migratorios, aduana, policía, controles fito y zoosanitarios, así como servicios de sanidad general. Igualmente, el orden de importancia de cada aeropuerto se define de acuerdo a cuántas de las 32 líneas aéreas con cupos de carga que operan en Colombia, son presentes en cada puerto aéreo.
		Cercanía a centros de transformación, empaque y comercialización: distancia en isocronas (tiempo, pendiente y distancia de recorrido) desde el centro de transformación, empaque y comercialización hacia cualquier punto del territorio.
		Distritos de riego: presencia de infraestructura de adecuación de tierras para riego, según su tamaño (Incoder, 2015).

Factores productivos	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 medidos como t/ha, y la cercanía a los puntos de mayor comercialización.	**Precio de la tierra rural municipal:** 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.
		Rendimientos: peso de un producto vegetal por unidad de superficie cosechada. En general, se representa como t/ha.
		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 piña híbrido MD-2 a nivel municipal.	**Cercanía a vías 4G:** área geográfica de influencia de vías soportadas por Minhacienda y el Instituto Nacional de Vías en la geografía Nacional. Sintetiza las facilidades de desplazamiento de mano de obra hacia los puntos donde se construyen vías de 4G en busca de opciones de ingreso.
		Población en edad de trabajar (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 o más años 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; 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.

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 piña híbrido MD-2. 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 la capacidad de ahorro.
		Programas y servicios que ofrece el SENA: facilidad con la que se puede acceder desde un sitio en el territorio al 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 (isocronas) 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 y 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: Es el 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.

Institucionalidad y asociatividad		**Programas o servicios ofrecidos por Corpoica:** Es la facilidad con la que se puede alcanzar a un centro de investigación Agrosavia, 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.
		Extensión y asistencia técnica sectorial: existencia de entidades u organizaciones que prestan servicios de extensión y asistencia técnica agropecuaria a nivel municipal, cuya función es articular y orientar acciones para el incremento de la productividad y competitividad de los sistemas locales de producción, considerando la sostenibilidad ambiental. El término sectorial está referido tanto al sector agropecuario en general como al sector de la piña.
		Organizaciones gremiales o de base del sector: sedes de Asohofrucol que hacen presencia en los municipios.
Tamaño de la tierra rural	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.	**Tamaño tipo de los predios rurales:** 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.
Indicadores económicos	Son los 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 período.	**Grado de participación agropecuaria municipal:** 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.

		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 (Minagricultura, 2012).
		Incentivo a la capitalización rural (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 (Minagricultura, 2012).
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 al concepto de competitividad.	**Índice de pobreza multidimensional (IPM):** grado de privación de las personas de 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.
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 tenga 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).

3.3 Rangos de aptitud y exclusiones técnicas

Para efectos de la zonificación de aptitud del cultivo comercial de piña híbrido MD-2, se tomaron como referencia las categorías usadas para el *Mapa de zonificación para plantaciones forestales con fines comerciales en Colombia, escala 1:100.000* (UPRA, 2014), las cuales corresponden a cuatro categorías de aptitud, una de exclusiones legales y otra de condicionantes legales (tabla 25).

Tabla 25. Categorías para la zonificación de aptitud de cultivos comerciales

Categoría		Definición
Aptitud		
A1	Alta	Zonas con las mejores condiciones desde el punto de vista físico, socioecosistémico y socioeconómico.
A2	Media	Zonas con limitaciones moderadas de tipo físico, socioecosistémico o socioeconómico.
A3	Baja	Zonas con fuertes limitaciones de tipo físico, socioecosistémico o socioeconómico, las cuales podrían adecuarse con grandes inversiones o el desarrollo de nuevas tecnologías.
N1	No apta	Zonas con restricciones físicas y socioecosistémicas que, en la actualidad, imposibilitan el desarrollo de la actividad.
Exclusiones legales		
N2	Exclusión legal	Zonas en las cuales, por mandato legal, no se permite el desarrollo del cultivo comercial de piña híbrido MD-2.
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 piña híbrido MD-2.

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 de suelos, se presentaron unas restricciones que imposibilitan el desarrollo de la actividad del cultivo comercial de piña híbrido MD-2. En la tabla 26 se registran los rangos de aptitud desde el componente físico, incluyendo las exclusiones técnicas (N1).

Tabla 26. 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/anual	24-28	18-24	> 28	< 18
		Precipitación total media anual	mm/año	1000-2000	2000-3000	500-1000 y 3000-4000	< 500 - > 4000
		Brillo solar medio diario anual	horas/día	> 5	3-5	< 3	-
Edáfico	Capacidad de laboreo	Pendiente	Porcentaje	≤ 12	12-25	25-50	> 50
		Textura	Clase textural	F, FL, FA, FArA, FArL	FAr, ArA, ArL, L	A, AF, Ar	-
		Pedregosidad	Fase de pedregosidad	Sin fase de pedregosidad	-	-	Con fase de pedregosidad
	Disponibilidad de oxígeno	Susceptibilidad a inundaciones	Adimensional	No hay	Ocasionales	-	Frecuentes y muy frecuentes
		Drenaje natural	Adimensional	Bueno y excesivo	Moderado	Imperfecto	Pobre y muy pobre
	Condiciones de enraizamiento	Profundidad efectiva	cm	≥ 50	25-50	-	< 25
		Textura	Clase textural	F, FL, FA, FArA, L, FArL, FAr, AF	ArA, ArL	Ar, A	-
		Pedregosidad	Fase de pedregosidad	Sin fase de pedregosidad	-	-	Con fase de pedregosidad
	Disponibilidad de humedad	Régimen de humedad	Adimensional	Údico y ústico	-	-	Arídico, ácuico, perácuico
		Textura	Clase textural	Ar, ArA, ArL, FAr, FArA, FArL, F	FA, L, FL	A, AF	-
	Toxicidad por sales, sodio y aluminio	Salinidad o sodicidad	Saturación de sodio (PSI)	≤ 10	10-15	-	> 15
			dS/m	≤ 2	2-4	4-8	> 8
	Susceptivilidad a la pérdida de suelos	Pendiente	Porcentaje	≤ 25	25-50	50-75	> 75
		Erosión actual	Adimensional	No hay o ligera	Moderada	-	Severa y muy severa
		Susceptibilidad a movimientos en masa	Adimensional	Muy baja y baja	Media	Alta y muy alta	-
	Disponibilidad de nutrientes	Saturación de aluminio	Porcentaje	≤ 30	30-60	> 60	
		Saturación de bases	Porcentaje	> 35	10-35	< 10	-
		Carbono orgánico	Porcentaje	> 1,7 - ≤ 10; Andisoles > 1,7 - ≤ 15	0,50-1,70; >10; Andisoles >15	< 0,50; Histosoles	-
		Capacidad de intercambio catiónico (CIC)	cmol/kg de suelo	> 20	10-20	< 10	-

Fitosanitario	Riesgo fitosanitario	Exceso hídrico asociado a pudrición del cogollo y del fruto	mm	< 500	500-1500	> 1500	-
		Drenaje natural asociado a pudrición del cogollo y del fruto	Nivel de drenaje	Excesivo, bien drenado y moderado	Imperfecto	Pobre y muy pobremente drenado	-

Desde el componente socioecosistémico, se definieron las áreas de exclusión técnica (N1), las cuales están referidas al criterio de cambio de cobertura, donde las áreas de exclusión corresponden a las coberturas no favorables para los cultivos de piña híbrido MD-2 que 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.

Las categorías de la leyenda *Corine Land Cover* son: 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. 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 pueden establecerse cultivos comerciales de piña híbrido MD-2.

Dentro de este mismo criterio se consideran aquellas coberturas boscosas que fueron deforestadas después de 2010, áreas que fueron identificadas a través del análisis de la cuantificación de la deforestación histórica en Colombia (Ideam, 2010). Estas zonas no podrán ser objeto de ningún tipo de actividad agropecuaria. Se toma el 2010 como fecha límite, en concordancia con la segunda Comunicación Nacional de Colombia ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, donde se evidencia que Colombia es un país altamente vulnerable a los efectos de la variabilidad del clima y del cambio climático, lo cual pone en riesgo la sostenibilidad del desarrollo y hace necesaria la implementación de estrategias para la adaptación a los impactos que tendrán estos fenómenos sobre la población, el medio ambiente y la economía del país.

A continuación, se presentan los rangos de aptitud del componente socioecosistémico para la zonificación de aptitud para el cultivo comercial de piña híbrido MD-2.

Tabla 27. Rangos de aptitud definidos desde el componente socioecosistémico

Criterio	Variable	Rangos de aptitud			Exclusión técnica
		Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
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
		< 2500	2500-3000	> 3500	
		Índice de uso del agua (IUA)			
		> 23.661	23.661-4481,08	< 4481,08	
Integridad ecológica	IE = a(CECN) + b(Inat) + c(ACES) Donde: *a* = 0,6175, *b* = 0,2968 y *c* = 0,0856				
	Conectividad estructural de las coberturas naturales (CECN)	0,13-0,49	0,49-0,82	0,82-1	No aplica
	Índice de naturalidad (Inat) por subzona hidrográfica	(0-50 %) Inat muy baja – vital, baja – estratégica y moderada	(50-75 %) Inat alta	(75-100 %) Inat muy alta - protección	No aplica
	Áreas de concentración de especies sensibles (ACES)	Áreas prioritarias de conservación (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 aplica
		Áreas de importancia para la conservación de aves (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 aplica
		Áreas críticas (AC) para especies migratorias en paisajes agropecuarios			
		Valoración cualitativa de riqueza mediante la reclasificación de aptitud para el cultivo de piña de acuerdo a la importancia y preferencia del hábitat de las aves migratorias asociadas a ambientes acuáticos, abiertos y de bosque. Se tienen en cuenta los períodos estacionario y migratorio.			

Variación del contenido estimado de carbono	Variación del contenido estimado de carbono	< -20	-20 a 0	≥ 0	No aplica
Cambio de cobertura	Cobertura de la tierra	Zonas de alta favorabilidad para el establecimiento del cultivo de piña híbrido MD-2, transitorios y dedicadas a usos agrícolas o pecuarios donde predominan las áreas de pastos y los cultivos transitorios. Adicionalmente, incluye algunos herbazales densos de tierra	Zonas de moderada favorabilidad para el establecimiento del cultivo de piña híbrido MD-2, dedicadas a usos agrícolas o pecuarios, donde predominan los pastos y los cultivos permanentes para la producción de alimentos. Adicionalmente, incluye algunos herbazales densos de tierra firme	Zonas con favorabilidad marginal para el establecimiento del cultivo de piña híbrido MD-2 corresponde a coberturas en donde predominan pastos, cultivos permanentes, plantaciones y zonas quemadas.	Zonas no favorables para el establecimiento de cultivos de piña híbrido MD-2, 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. Igualmente incluye las coberturas no incluidas en frontera agrícola y la capa de Bosque no Bosque 2010
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 aplica

A partir del componente socioeconómico, los municipios se clasificaron solamente en tres categorías de aptitud alta (A1), media (A2) y baja (A3). Ninguno se clasificó como no apto (N1), dado que la mayoría de las variables analizadas fueron índices sintéticos cuya variación respondió a factores exógenos. En la tabla 28 se registran los rangos de aptitud desde el componente socioeconómico.

Tabla 28. 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)	Pesos (millones)	≥ 8,5	8,5-220.000	Municipios sin historial
		Índice de competitividad (IC)	≥ 0,0630	< 0,0630	
	Incentivo a la capitalización rural (ICR)	Pesos (millones)	≥ 10,7	10,7-310.000	Municipios sin historial
		Índice de competitividad (IC)	≥ 0,1439	< 0,1439	
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 por municipios	En millones de pesos	< $ 2	$ 2 - $ 10	> $10
	Rendimientos por municipios	t/ha	> 50	27,8 y- 50	< 27,8
	Cercanía a centros de consumo	kg	≥ 1.969.043	352.917 - 1.969.043	< 352.917
Infraestructura y logística	Cercanía a centros de servicios	Tiempo de desplazamiento en horas	≤ 2	2 - 4	> 4
	Cercanía a puertos marítimos	Tiempo de desplazamiento en horas	≤ 2	2 - 4	> 4
	Presencia de aeropuertos	Categoría	Categoría A	Categoría B	Categoría C
	Existencia de cultivos	ha	> 80,5	22,29 - 80,5	< 22,29
	Cercanía a centros de transformación, empaque y comercialización	Tiempo de desplazamiento en horas	≤ 2	2 - 4	> 4
	Distritos de riego	Tamaño	Con distritos de riego de gran tamaño	Con distritos de riego de mediano y pequeño tamaño	Sin distrito de riego

Mercado laboral	Cercanía a vías 4G	Tiempo de desplazamiento en horas	≥ 2	1 - 2	< 1
	Población en edad de trabajar (PET20-64)	Índice de competitividad (IC)	> 0,01015	0,01015-0,00419	< 0,00419
		Personas	> 50.000	20.000 - 50.000	< 20.000
	Años promedio de escolaridad	Índice de competitividad (IC)	> 0,2511	0,1483-0,2511	< 0,1483
		Número de años	> 5 años	3 - 5	<3 años
	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 amenazas	Índice	≤ 0,42	0,42-0,58	> 0,58
		Índice de competitividad (IC)	≥ 0,720	0,519-0,720	< 0,519
Institucionalidad y asociatividad	Índice de desempeño fiscal	Índice	70,02-90,73	60,00-70,02	33,23-60,00
		Índice de competitividad (IC)	≥ 0,655	0,476-0,655	< 0,476
	Programas y servicios ofrecidos por el SENA	Tiempo de desplazamiento en horas	≤ 2	2 - 4	>
	Predios certificados BPA por el ICA	Número de predios certificados	≥ 5	1 - 5	Sin predios certificados
	Programas o servicios ofrecidos por Agrosavia	Tiempo de desplazamiento	Municipios ≤ 2 horas	Municipios entre 2 y 4 horas	Municipios > 4 horas
	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	Índice de pobreza multidimensional (IPM)	Índice	> 64	64-83	> 83
		Índice de competitividad (IC)	> 0,46731	0,22069-0,46731	< 0,22069

Las fichas metodológicas de criterios y variables de análisis jerárquico considerados dentro de la zonificación de aptitud del cultivo comercial de piña híbrido MD-2 contienen, entre otra información, 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 utilizadas.

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 piña híbrido MD-2, 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 que están directamente relacionados con normatividad que limita usos del suelo por interés ambiental, cultural y social.

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

Desde el punto de vista socioecosistémico y socioeconómico, las áreas definidas por su importancia biológica, y el compromiso internacional adquirido y ratificado por el país para la protección y conservación de la biodiversidad, así como la preexistencia de comunidades humanas, que representan un patrimonio étnico de interés para el país, cuyos principios de vida, cultura y relacionamiento con el entorno natural han de respetarse para no ponerse en riesgo. En estos lugares, la producción comercial ha de proceder mediante los mecanismos de consulta u otros que determine la legislación ambiental colombiana, evaluaciones de zonificación o planes de manejo, de ser el caso.

La tabla 29 presenta los criterios exclusión legal y la tabla 30 los condicionantes legales definidos para la zonificación de aptitud del cultivo de piña híbrido MD-2. Asimismo, las figuras 18 y 19, muestran los mapas de las exclusiones legales y de los condicionantes legales.

Tabla 29. 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 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 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 los ecosistemas de páramos no se podrán adelantar actividades agropecuarias, ni de exploración o explotación de hidrocarburos y minerales. Para tales efectos se considera como referencia mínima la cartografía contenida en el *Atlas de páramos de Colombia* del IAVH, hasta tanto se cuente con cartografía a escala más detallada (la cual se actualiza a medida que se delimitan los páramos (se cuenta con 36 delimitaciones de 37 páramos en el país) 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 pervivencia. De acuerdo con la Resolución MADS 886 de 2018, *"por la cual se adoptan los lineamientos para la zonificación y régimen de usos en las áreas de páramos delimitados y se establecen las directrices para diseñar, capacitar y poner en marcha programas de sustitución y reconversión de las actividades agropecuarias y se toman otras determinaciones"*, se viene avanzando en la zonificación de los páramos delimitados en relación con las actividades agropecuarias que se venían desarrollando con anterioridad al 16 de junio de 2011 dentro de estas áreas, mediante el diseño de los programas de sustitución y reconversión de las actividades agropecuarias, la capacitación y puesta en marcha de estos programas a cargo del Minagricultura por medio de la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), la Agencia Nacional de Desarrollo Rural (ADR), la Agencia Nacional de Tierras (ANT) y demás entidades adscritas y vinculadas.
Áreas protegidas	**Áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales:** forman parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (Sinap) y está integrado por los tipos de áreas consagrados en el artículo 329 del Decreto Ley 2811 de 1974 y el Decreto 2372 de 2010, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, que reglamenta el Sinap. Este incluye las figuras de parques nacionales naturales, área natural única, reservas naturales, santuarios de fauna, santuarios de fauna y flora y Vía Parque. De conformidad con el artículo 30 del Decreto 622 de 1977, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, esta categoría es totalmente incompatible con las actividades agropecuarias e industriales.

	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 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.
	Reservas forestales protectoras: de acuerdo con el Decreto 2372 de 2010, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, se considera como un espacio geográfico en el que los ecosistemas de bosque mantienen su función, aunque su estructura y composición haya sido modificada y los valores naturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su preservación, uso sostenible, restauración, conocimiento y disfrute. Esta zona de propiedad pública o privada se reserva para destinarla al establecimiento o mantenimiento y utilización sostenible de los bosques y demás coberturas vegetales naturales.
	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 (AMEM), 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. Estos distritos están zonificados, su zonificación incluye zonas para la producción, zonas para la recuperación de la producción, zonas para la preservación y zonas para la recuperación para la preservación. Estas dos últimas zonas son consideradas en la zonificación como exclusiones.
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 como acueducto, alcantarillado, energía eléctrica, hospitales, 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	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 2ª de 1959, Tipo A	**Zonas de Reserva Forestal Nacional de Ley 2a de 1959, Tipo A:** las Zonas de Reserva Forestal Nacional **(ZRFN)** fueron creadas para el desarrollo de la economía forestal y protección de los suelos, las aguas y la vida silvestre, mediante la Ley 2a de 1959. Hay siete ZRFN: ZRFN del Pacífico, ZRFN Central, ZRFN del río Magdalena, ZRFN de la Sierra Nevada de Santa Marta, ZRFN de la Serranía de Los Motilones, ZRFN del Cocuy y ZRFN de la Amazonia. La zonificación adelantada por el MADS en las ZRFN definió tres zonas tipo, denominadas A, B y C, donde se establece que las Zonas Tipo A, son *"las zonas que garantizan el mantenimiento de los procesos ecológicos básicos necesarios para asegurar la oferta de servicios ecosistémicos, relacionados principalmente con la regulación hídrica y climática; la asimilación de contaminantes del aire y del agua; la formación y protección del suelo; la protección de paisajes singulares y de patrimonio cultural; y el soporte a la diversidad biológica"*. El MADS adopta la zonificación y ordenamiento de las ZRFN, mediante la siguiente reglamentación: a. Resolución 1922 de 2013, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal Central. b. Resolución 1923 de 2013, adopta la zonificación y ordenamiento de la Reserva Forestal de la Serranía de los Motilones, establecida en la Ley 2a de 1959. c. Resolución 1924 de 2013, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del Río Magdalena, establecida en la Ley 2a de 1959. d. Resolución 1925 de 2013, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Amazonia, establecida en la Ley 2a de 1959, en los departamentos de Caquetá, Guaviare y Huila. e. Resolución 1926 de 2013, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del Pacífico, establecida en la Ley 2a de 1959. f. Resolución 1275 de 2014, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del Cocuy, establecida en la Ley 2a de 1959. g. Resolución 1276 de 2014, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Sierra Nevada de Santa Marta, establecida en la Ley 2a de 1959. h .Resolución 1277 de 2014, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Amazonia, establecida en la Ley 2a de 1959, para los departamentos de Amazonas, Cauca, Guainía, Putumayo y Vaupés.

Figura 18. Mapa de exclusiones legales

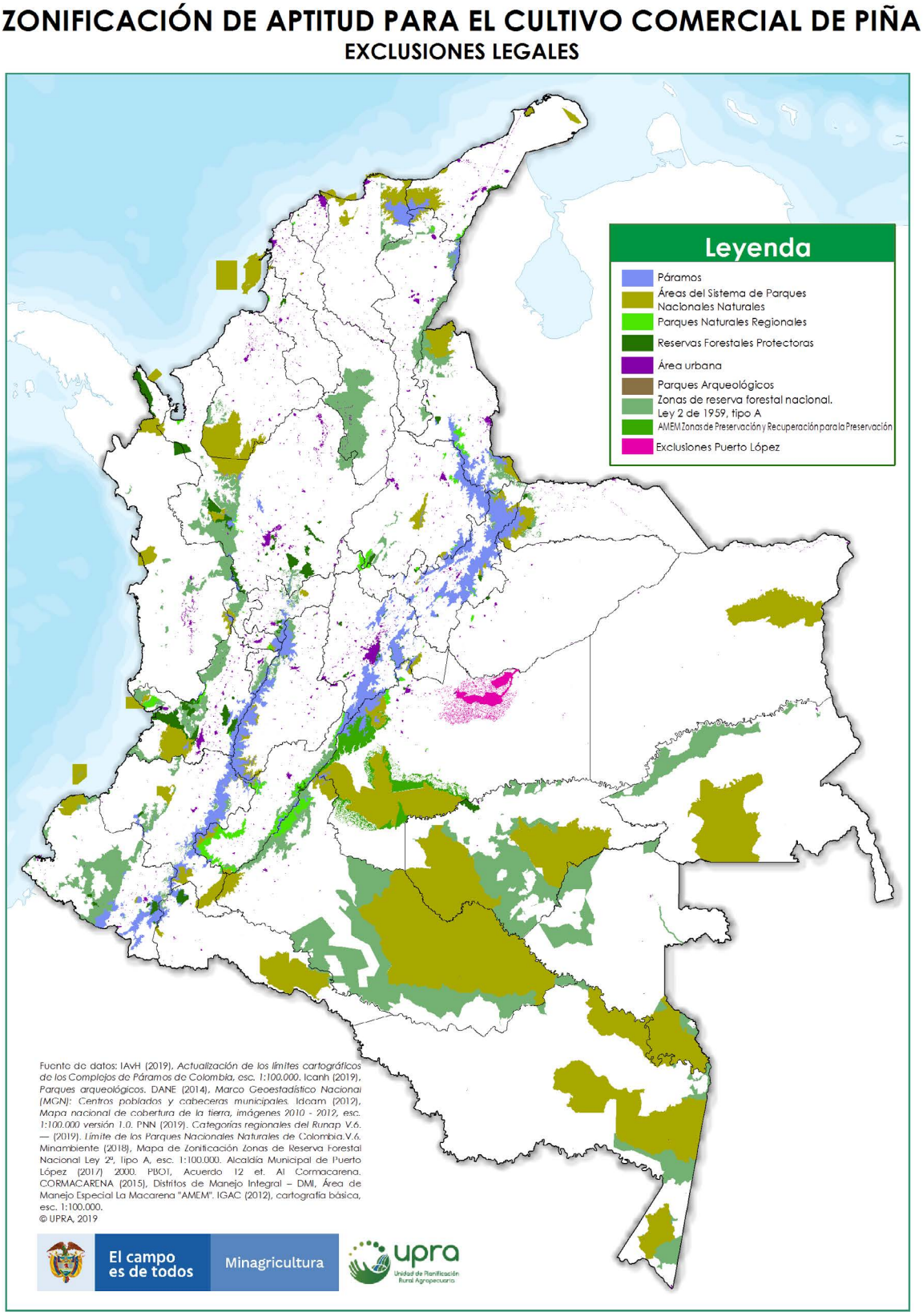


Tabla 30. Condicionantes legales

Condicionante	Descripción
Áreas protegidas	**Distritos de manejo integrado (DMI):** de acuerdo con el artículo 14 del Decreto 2372 de 2010, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, son espacios geográficos en los que los paisajes y ecosistemas mantienen su composición y función, aunque su estructura haya sido modificada, 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 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. Estos distritos están zonificados, su zonificación incluye zonas para la producción, zonas para la recuperación de la producción, zonas para la preservación y zonas para la recuperación para la preservación. Las zonas para producción y recuperación para la producción son consideradas en la zonificación como condicionantes.
	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 DMI.
	Reservas naturales de la sociedad civil: conforme al artículo 1º 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 medio ambiente: por medio de la Resolución MADS 1628 de 2015 y de la Resolución MADS 1814 de 2015, mediante las cuales se declaran las zonas de protección como medida de precaución de carácter nacional (áreas protegidas nacionales en proceso de declaratoria por parte de Parques Nacionales Naturales) y de carácter regional (áreas protegidas regionales en proceso de declaratoria por parte de las corporaciones autónomas regionales).

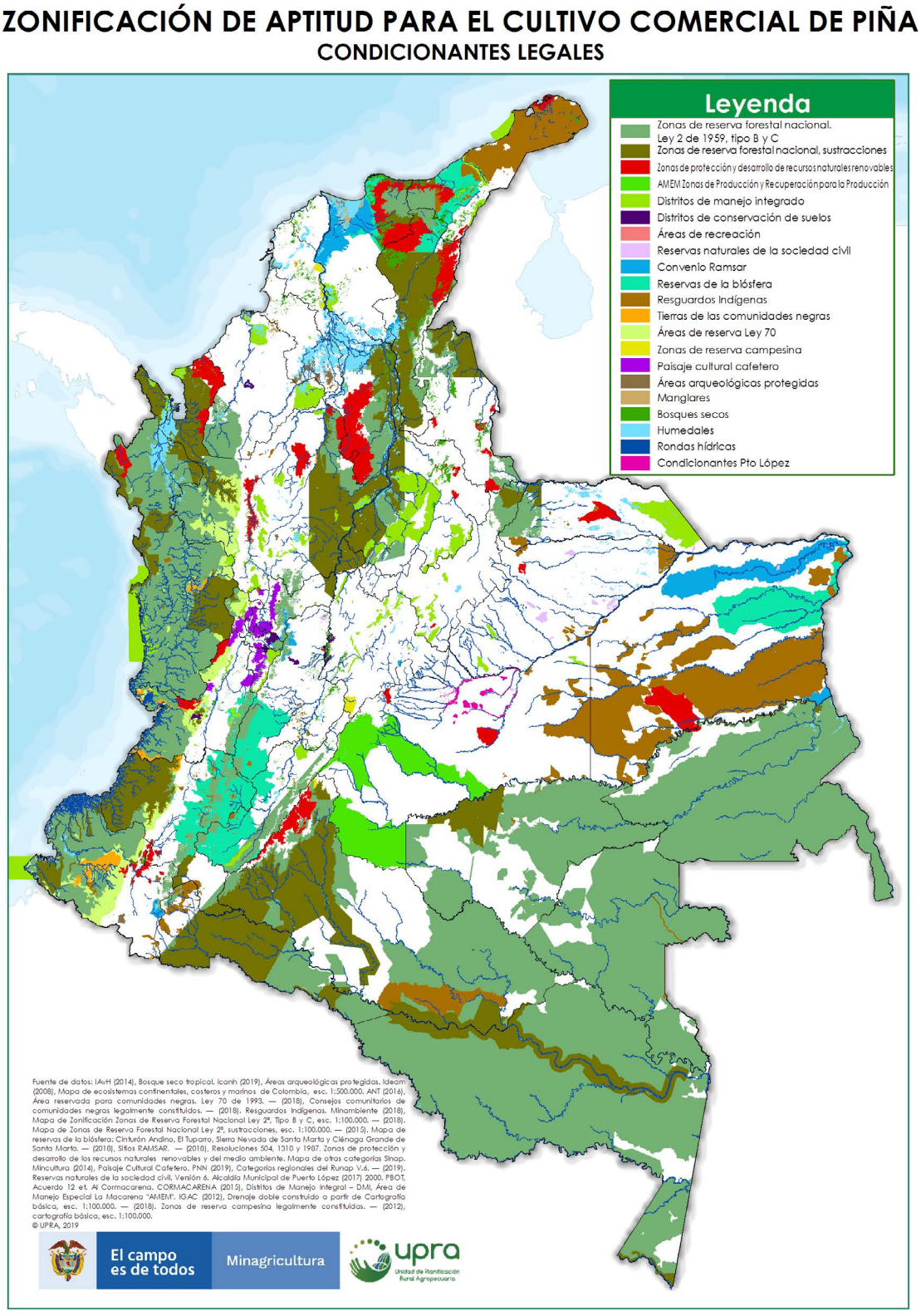
Ecosistemas estratégicos	**Humedales:** Son ecosistemas estratégicos de importancia estratégica para la conservación de recursos hídricos, entendiéndolos como aquellos que garantizan la oferta de servicios ecosistémicos relacionados con el ciclo hidrológico y en general con los procesos de regulación de disponibilidad del recurso hídrico en un área determinada. La Ley 1753 de 2016 en su artículo 172 establece que con base en la cartografía de humedales que determine el MADS, con el aporte de los institutos de investigación adscritos o vinculados, las autoridades ambientales podrán restringir parcial o totalmente, el desarrollo de actividades agropecuarias de alto impacto, de exploración y explotación minera y de hidrocarburos, con base en estudios técnicos, económicos, sociales y ambientales, conforme a los lineamientos definidos por el MADS.
	Manglares: se definen como ecosistemas de zonas costeras en los que se relacionan especies arbóreas de diferentes familias denominadas mangle con otras plantas, con animales que allí habitan permanentemente o durante algunas fases de su vida, y con las aguas, los suelos y otros componentes del ambiente (Resolución 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 1602 de 1995 de Minambiente).
	Rondas hídricas: el artículo 3º del Decreto 1449 de 1977, 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 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 su artículo 4º señala que las rondas hidráulicas hacen parte de la categoría de áreas de conservación y protección ambiental, en tanto son áreas de especial importancia ecosistémica.

Ecosistemas estratégicos	**Bosque seco:** 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, y por ello el Minambiente desarrolló un Plan de Acción Nacional de Lucha contra la Desertificación y la Sequía (PAN) 2005, a través del cual se busca adelantar acciones para el manejo sostenible de los ecosistemas de las zonas secas, así como la aplicación de medidas prácticas que permitan prevenir, detener y revertir procesos degradativos y contribuir al desarrollo sostenible de las zonas afectadas.
Zonas de reserva forestal nacional, Zonas tipo B y C y Sustracciones	**Zonas de Reserva Forestal Nacional de Ley 2a de 1959, Tipo B y C:** las Zonas de Reserva Forestal Nacional (ZRFN) fueron creadas para el desarrollo de la economía forestal y protección de los suelos, las aguas y la vida silvestre, mediante la Ley 2a de 1959. Son de siete ZRFN: ZRFN del Pacífico, ZRFN Central, ZRFN del río Magdalena, ZRFN de la Sierra Nevada de Santa Marta, ZRFN de la Serranía de Los Motilones, ZRFN del Cocuy y ZRFN de la Amazonia. 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 1922 de 2013 del MADS, que corresponde a la adopción de la zonificación de la Zona de Reserva Forestal Central). Zona tipo C: zonas que por sus características biofísicas ofrecen condiciones para el desarrollo de las actividades productivas agroforestales, silvopastoriles y otras compatibles con los objetivos de la Reserva Forestal, que deben incorporar el componente forestal y que no impliquen la reducción de las áreas de bosque natural presentes en sus diferentes estados sucesionales. (Resolución 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 2a de 1959: de acuerdo con el numeral 18 del artículo 5º 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.
Distinciones internacionales	**Reservas de la Biosfera:** Son áreas geográficas representativas de la diversidad de hábitats del planeta. Ya sean ecosistemas terrestres o marítimos, estas áreas se caracterizan por ser sitios que no son exclusivamente protegidos, sino que pueden albergar comunidades humanas que vivan de actividades económicas sustentables que no pongan en peligro el valor ecológico del sitio. Una vez declarada como tal, la reserva queda reconocida internacionalmente, bajo soberanía del respectivo Estado, que debe asegurar el cumplimiento y mantenimiento de las características excepcionales que hicieron posible la nominación. En Colombia existen el Cinturón andino, El Tuparro, Sierra Nevada de Santa Marta, Ciénaga Grande de Santa Marta, *Seaflower*.
	Zonas Ramsar: este convenio está referido a la protección de humedales; en él se define una zona húmeda o humedal como *"cualquier extensión de marisma, pantano o turbera, o superficie cubierta de aguas, sean estas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de aguas marinas cuya profundidad en marea baja no exceda de 6 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, sociales y ambientales adoptados por el Minambiente o quien haga sus veces, destacando que en los humedales incluidos en la lista de importancia internacional de la Convención Ramsar no se podrán adelantar dichas actividades. No obstante, las limitaciones a estas áreas deben obedecer a su respectivo plan de manejo, donde se definen sus respectivas zonas de conservación, preservación y uso. La "Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional", conocida como Convención Ramsar, es un tratado intergubernamental desarrollado para coordinar las acciones en el ámbito nacional y la cooperación internacional para garantizar la conservación y el uso racional de los humedales de importancia regional (en el trayecto de rutas de aves migratorias) y sus recursos. Colombia, mediante la Ley 357 de 1997, aprueba la *"Convención relativa a los humedales de importancia internacional, especialmente como hábitat de aves acuáticas"*; se obliga como parte contratante de la convención a elaborar y aplicar su planificación de forma que favorezca la conservación de los humedales incluidos en la lista y, en la medida de lo posible, el uso racional de los humedales de su territorio (artículo 3°), así como a fomentar la conservación de los humedales y de las aves acuáticas creando reservas naturales en aquellos (artículo 4°).
Áreas de interés cultural y social	**Tierras de las comunidades negras:** son las titulaciones colectivas de las comunidades negras. De acuerdo con el artículo 5º de la Ley 70 de 1993, *"para recibir en propiedad colectiva las tierras adjudicables, cada comunidad formará un Consejo Comunitario como forma de administración interna, cuyos requisitos determinará el reglamento que expida el Gobierno nacional".*
	Áreas de reservadas de las 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 con 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).
	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 (artículo 80 de la Ley 160 de 1994). En las Zonas de Reserva Campesina la acción del Estado tendrá en cuenta, 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 interés cultural y social	**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 Minagricultura 2164 de 1995). 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: es un polígono o zona delimitada en el territorio de Colombia 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). Estas áreas contienen un plan de manejo arqueológico definido por el Icanh, donde permite la realización de labores de agricultura tradicional y restringe el desarrollo de agricultura mecanizada en las áreas de potencial muy alto.

Figura 19. Mapa de condicionantes legales



3.5 Análisis multicriterio

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

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

Una vez construido el modelo jerárquico, se realizaron comparaciones entre pares de dichos elementos (criterios), se atribuyeron valores numéricos a las preferencias señaladas por las personas, entregando una síntesis de las mismas mediante la agregación de esos juicios parciales. El fundamento del proceso de Saaty se basó en dar valores numéricos a los juicios emitidos por las personas, con lo que se logró medir cómo contribuye cada elemento de la jerarquía al nivel inmediatamente superior del cual se desprende. Para estas comparaciones se utilizaron escalas de razón en términos de preferencia, importancia o probabilidad, sobre la base de una escala numérica propuesta por Saaty (tabla 31).

Tabla 31. Escala de preferencia o importancia dentro del proceso analítico jerárquico

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

3.5.2 Matriz del proceso analítico jerárquico

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

Tabla 32. Esquema de la matriz de comparación a nivel de criterio

	CRITERIO	Criterio i	Criterio j	...	Criterio n
A =	Criterio i	1	aij	...	Ain
	Criterio j	1/aij	1	...	Ajn
	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.
	Criterio n	1/ain	1/ajn	.	1

A es una matriz de comparaciones pareadas de n criterios; aij es la medida de la preferencia del criterio en el renglón i cuando se le compara con el criterio de la columna *j*. Cuando *i* = *j*, el valor de aij será igual a 1, pues se está comparando el criterio consigo mismo. La posición transpuesta de la medida de la preferencia aij automáticamente será el valor recíproco de aij, es decir 1/aij.

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 pertenece 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_i*criterio_1)+(P_j*criterio_2)+•••+(P_n*criterio_n)

Donde:

n = número de criterios

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

La tabla 33 presenta la matriz de evaluación multicriterio para el componente biofísico (físico y socioecosistémico) de la zonificación de aptitud del cultivo comercial de piña híbrido MD-2, con los valores de ponderación de cada criterio, resultante de la corrida de la matriz con el software PriEsT.

Tabla 33. Matriz de evaluación multicriterio para el componente biofísico (físico y socioecosistémico)

COMPONENTE	CRITERIOS	CONDICIONES CLIMÁTICAS	CAPACIDAD DE LABOREO	DISPONIBILIDAD DE OXÍGENO	CONDICIONES DE ENRAIZAMIENTO	DISPONIBILIDAD DE HUMEDAD	RIESGO FITOSANITARIO	TOXICIDAD POR SALES, SODIO Y ALUMINIO	SUSCEPTIBILIDAD A LA PÉRDIDA DE SUELOS	DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES	APROPIACIÓN DE AGUA	INTEGRIDAD ECOLÓGICA	VARIACIÓN DEL CONTENIDO ESTIMADO DE CARBONO	CAMBIO DE COBERTURA	AMENAZA POR INCENDIOS DE LA COBERTURA VEGETAL	PESOS PONDERADOS (%)
FÍSICO	CONDICIONES CLIMÁTICAS	1														17,9
	CAPACIDAD DE LABOREO	1/3	1													14,4
	DISPONIBILIDAD DE OXÍGENO	1/3	1/3	1												12,4
	CONDICIONES DE ENRAIZAMIENTO	1/3	1/3	1	1											10,6
	DISPONIBILIDAD DE HUMEDAD	1/5	1/5	1/3	1/3	1										5,9
	RIESGO FITOSANITARIO	1/5	1/5	1/5	1/3	1/3	1									4
	TOXICIDAD POR SALES, SODIO Y ALUMINIO	1/5	1/5	1/5	1/5	1/3	1	1								2,5
	SUSCEPTIBILIDAD A LA PÉRDIDA DE SUELOS	1/5	1/5	1/5	1/5	1/3	1/3	1	1							1,9
	DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES	1/7	1/7	1/7	1/7	1/5	1/3	1/3	1	1						1,4
SOCIOECOSISTÉMICO	APROPIACIÓN DE AGUA	1	3	1/3	3	3	3	5	5	9	1					13,9
	INTEGRIDAD ECOLÓGICA	1/3	1/3	1/3	1/3	1	3	3	5	5	1/3	1				6,6
	VARIACIÓN DEL CONTENIDO ESTIMADO DE CARBONO	1/3	1/5	1/3	1/5	1/3	1/3	3	5	7	1/3	1/3	1			4,1
	CAMBIO DE COBERTURA	1/5	1/5	1/5	1/5	1/3	1/3	3	5	7	1/5	1/3	1/3	1		3,1
	AMENAZA POR INCENDIOS DE LA COBERTURA VEGETAL	1/9	1/7	1/7	1/7	1/5	1/5	1/5	1/3	1/3	1/5	1/5	1/3	1/3	1	1,3

Por su parte, la tabla 34 muestra la matriz de evaluación multicriterio para el componente socioeconómico para la zonificación de aptitud del cultivo comercial de piña híbrido MD-2, con los valores de ponderación de cada criterio, resultante de la corrida de la matriz con el software PriEsT.

Tabla 34. Matriz de evaluación multicriterio del componente socioeconómico

COMPONENTE	CRITERIOS	INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA	FACTORES PRODUCTIVOS	MERCADO LABORAL	INSTITUCIONALIDAD Y ASOCIATIVIDAD	TAMAÑO DE LA TIERRA RURAL	INDICADORES ECONÓMICOS	BIENESTAR ECONÓMICO	SEGURIDAD CIUDADANA	PESOS PONDERADOS (%)
SOCIOECONÓMICO	INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA	1								34,9
	FACTORES PRODUCTIVOS	1/3	1							23,1
	MERCADO LABORAL	1/3	1/3	1						14,8
	INSTITUCIONALIDAD Y ASOCIATIVIDAD	1/5	1/3	1/3	1					9,9
	TAMAÑO DE LA TIERRA RURAL	1/5	1/5	1/3	1/3	1				5,8
	INDICADORES ECONÓMICOS	1/5	1/5	1/3	1/3	1	1			5,8
	BIENESTAR ECONÓMICO	1/7	1/5	1/5	1/3	1/3	1/3	1		3,4
	SEGURIDAD CIUDADANA	1/9	1/7	1/5	1/5	1/3	1/3	1/3	1	2,3

La tabla 35 muestra la matriz de paso utilizada para comparar la aptitud de los componentes biofísico y socioeconómico, para la zonificación de aptitud del cultivo comercial de piña híbrido MD-2.

Tabla 35. Matriz de paso para el cruce de componente para la aptitud del cultivo comercial de piña híbrido MD-2 en Colombia

Componentes	**Socioeconómico**			
Biofísico	**Aptitud**	A1	A2	A3
	A1	A1	A1	A2
	A2	A1	A2	A3
	A3	A2	A3	A3

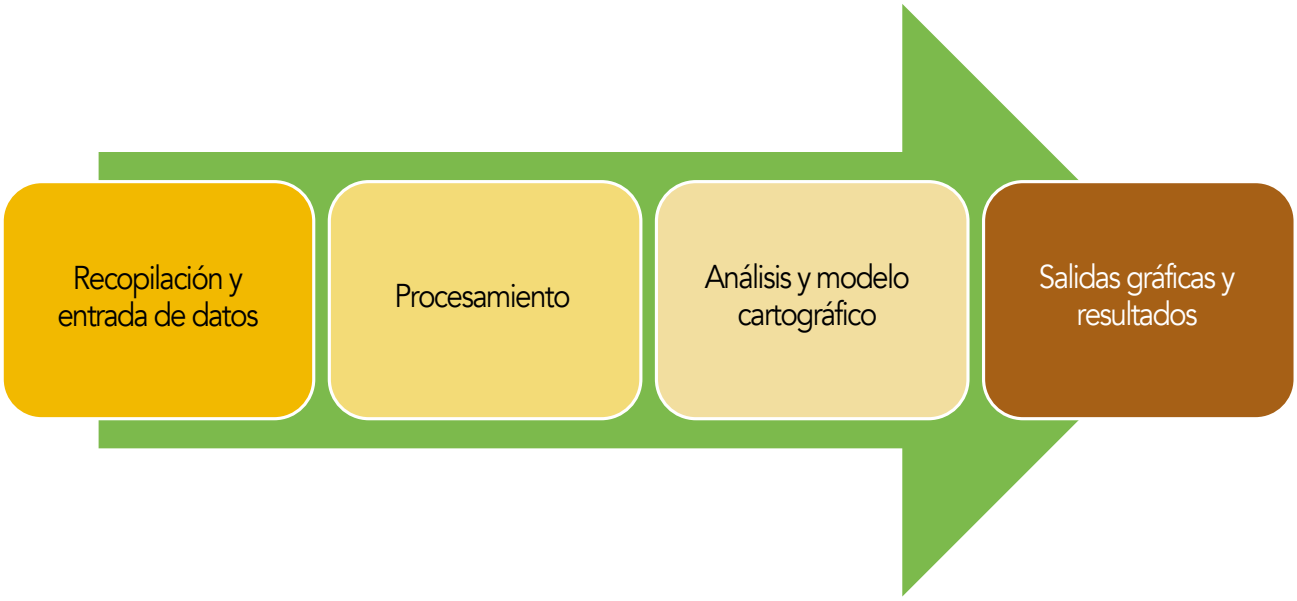
Con la información resultante, se obtuvo el mapa integrado preliminar de aptitud para el cultivo comercial de piña híbrido MD-2, que fue validado con expertos de la cadena.

3.6 Análisis espacial y modelo cartográfico

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

Dentro del proceso de zonificación de aptitud, esta fase soporta muchos de los productos intermedios de tipo espacial para la obtención del mapa de aptitud de los cultivos comerciales de arroz secano. Los pasos usados por la Oficina de Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC) de la UPRA se presentan en la figura 20.

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



- **Recopilación de información:** consistió en la búsqueda, solicitud y evaluación de la información (espacial y alfanumérica) empleada 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. Algunas 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 en cuanto a las variables y criterios 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 de los condicionantes legales.

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:** consistió 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 arroz. Estas salidas van soportadas dentro de la *geodatabase* (GDB) del proyecto.

En la figura 21 se presenta el modelo cartográfico integral para la zonificación de aptitud para el cultivo comercial de piña híbrido MD-2 en Colombia a escala 1:100.000.

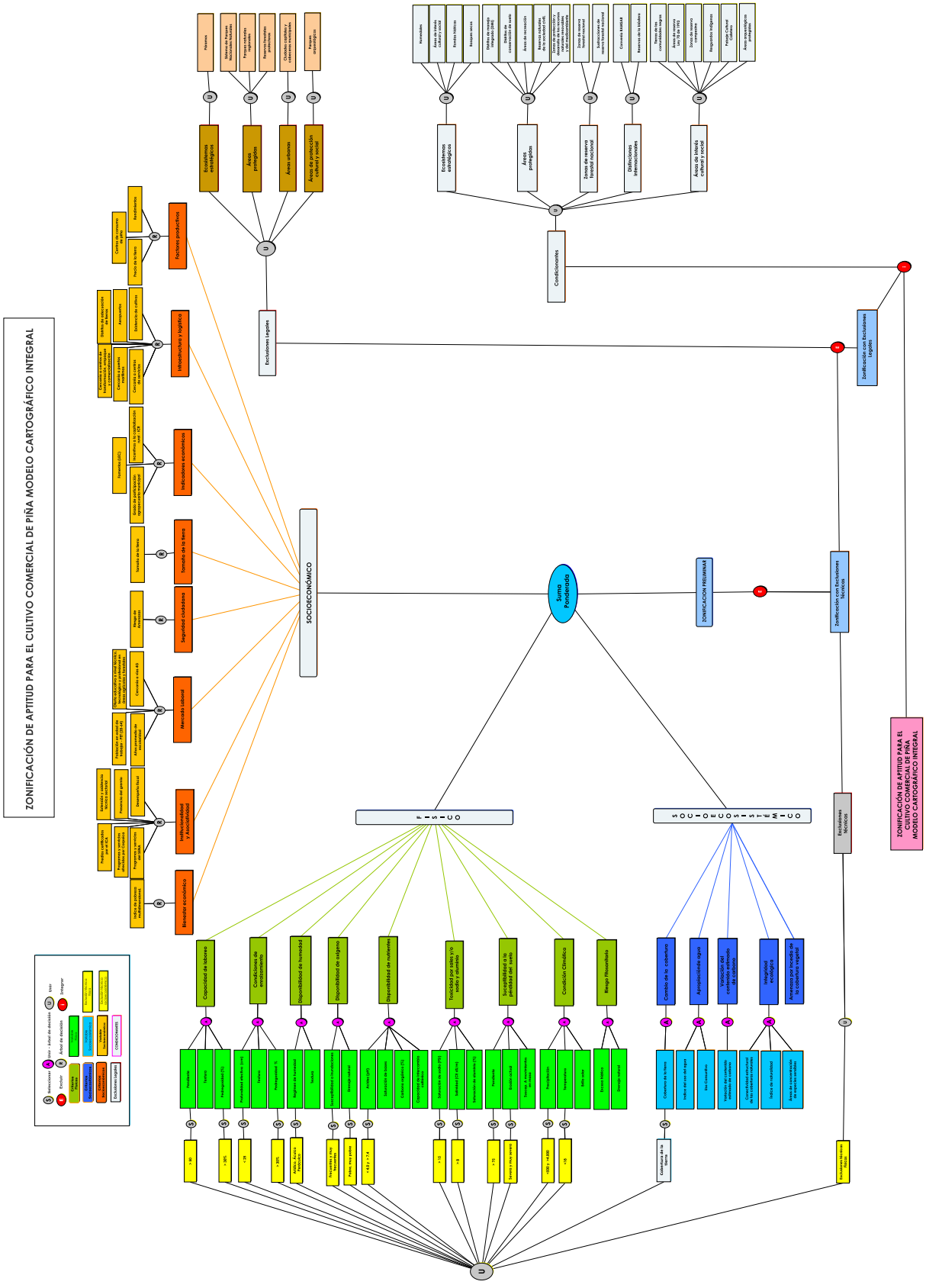


Figura 21. Modelo cartográfico integral

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, Bancóldex-PTP, Asocolpiña y otros actores de la cadena productiva de piña híbrido MD-2 mediante talleres de discusión para retroalimentar el proceso.
- Recorridos de campo para validar los criterios, variables, rangos y unidades cartográficas definidas de manera preliminar para el cultivo, a fin de efectuar los ajustes necesarios para la obtención del mapa de aptitud integrado.

En la figura 22 se presenta la estrategia adelantada para la socialización y validación del proyecto de zonificación de aptitud de los cultivos comerciales de piña híbrido MD-2 en Colombia a escala 1:100.000.

Figura 22. Estrategia de socialización y validación de la zonificación de aptitud

3.7.1 Socialización con los actores de la cadena productiva de piña híbrido MD-2

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, Bancóldex, Corpoica, ICA, Universidad Nacional de Colombia, comercializadores, agroindustrias, expertos, productores y otros actores de la cadena productiva de piña híbrido MD-2. En estas actividades se logró identificar información relevante y retroalimentar el trabajo desarrollado.

Esta etapa se inició con una reunión el día 25 de julio de 2018 en el C. I. Corpoica Palmira (figura 23). Se expuso la metodología desarrollada por la UPRA para la zonificación de aptitud del cultivo comercial de piña híbrido MD-2 en Colombia a escala 1:100.000, según rangos de aptitud, así como las variables y los criterios identificados desde los tres componentes (físico, socioecosistémico y socioeconómico) para validarlos con los asistentes.

En las reuniones participaron representantes del subsector de la piña híbrido MD-2, entidades como Asocolpiña, Bengala, Corpoica, ICA, Universidad Nacional de Colombia, productores de la fruta del Valle del Cauca, expertos, Minagricultura, Asohofrucol y Umatas. Posteriormente, se realizó una socialización del proyecto de zonificación en la ciudad de Bogotá (Figura 24).

Figura 23. Registro fotográfico del taller de socialización en Corpoica Palmira, Valle del Cauca (25 de julio de 2016)

Figura 24. Registro fotográfico del taller de socialización en Bogo

De igual manera, se realizó la presentación del proyecto de zonificación de aptitud en la ciudad de Villavicencio, en los Llanos Orientales los días 26 a 30 de septiembre de 2016 con los diferentes actores de la cadena de la piña con el fin de recibir observaciones a los criterios, variables, rango y mapas resultantes de manera preliminar (figuras 25 y 26).

Figura 25. Registro fotográfico del taller de socialización en Villavicencio (Meta) (26 al 30 de septiembre de 2016)

Figura 26. Registro fotográfico del taller de socialización en Corpoica Villavicencio (Meta) (26 al 30 de septiembre de 2016)

3.7.2 Validación en campo

Complementariamente, se realizaron recorridos de campo los días 25 de julio de 2016 en Valle del Cauca (figura 27) y del 26 al 30 de septiembre de 2016 en los Llanos Orientales (figuras 28 y 29), zonas representativas de producción de la fruta en el país. El objeto fue validar los criterios, variables, rangos de aptitud y unidades cartográficas desde de los tres componentes mediante consulta directa con técnicos y productores, y contrastar los diferentes mapas generados en el marco de la zonificación de aptitud para este cultivo comercial.

Figura 27. Registro fotográfico de los recorridos de campo en el C. I. Corpoica Palmira (Valle del Cauca)

Figura 28. Registro fotográfico de los recorridos de campo en el pie de monte del Meta

Figura 29. Registro fotográfico de los recorridos de campo en el departamento del Casanare

4. Resultados

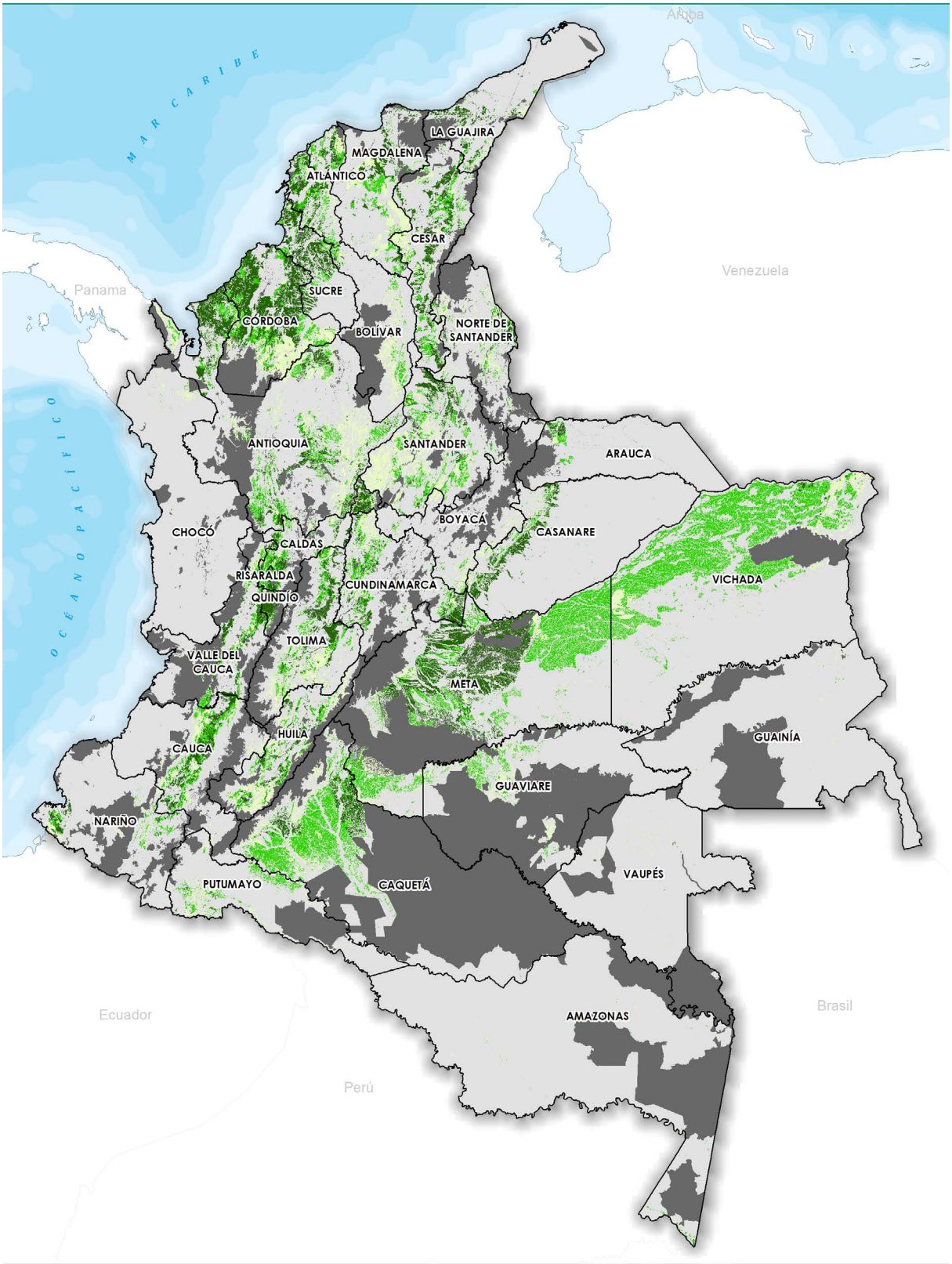
El mapa de zonificación de aptitud del cultivo comercial de piña híbrido MD-2 en Colombia a escala 1:100.000, muestra que en Colombia se disponen de 14.821.526 ha aptas para el establecimiento y desarrollo del cultivo, lo cual equivale al 13 % del territorio del país y al 37,8 % de la frontera agrícola nacional.

De las áreas aptas, el 4,1 % corresponde a una aptitud alta (A1), 6,2 % a aptitud media (A2) y 2,8 % a aptitud baja (A3) (tabla 36 y figura 30).

Tabla 36. Áreas según categorías de aptitud para el desarrollo del cultivo comercial de piña híbrido MD-2 en Colombia

Aptitud		Área (ha)	Participación (%)	Frontera agrícola (%)
A1	Alta	4.641.499	4,1	11,8
A2	Media	7.017.698	6,2	17,9
A3	Baja	3.162.329	2,8	8,1
Total área apta		14.821.526	13,0	37,8
N1	No apto	72.255.690	63,3	
N2	Exclusión legal	26.997.755	23,7	

Figura 30. Mapa de zonificación de aptitud para el cultivo comercial de piña híbrido MD-2 en Colombia, a escala 1:100.000



En el país se cuentan con 4.641.499 ha (4,1 %) con condiciones de aptitud alta (A1) para la producción comercial de piña híbrido MD-2. Respecto a la aptitud media (A2), se tienen 7.017.698 ha aptas (6,2 %) y 3.162.329 ha (2,8 %) de aptitud baja (A3). Las áreas no aptas (N1) alcanzaron 63,3 % (72.255.689 ha), mientras que las exclusiones legales llegaron a 23,7 % (26.997.755 ha).

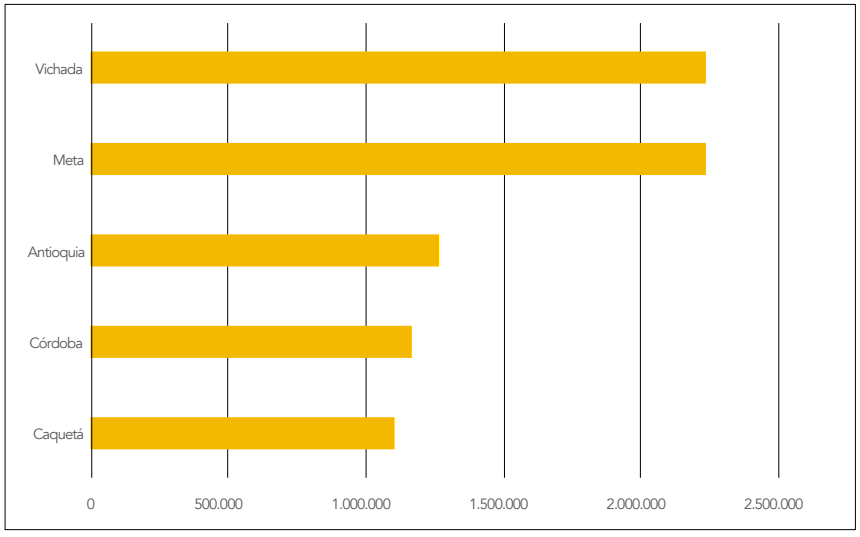
Los departamentos con mayores áreas aptas para el cultivo comercial de piña híbrido MD-2 son Vichada (2.234.953 ha), Meta (2.191.799), Antioquia (1.263.661), Córdoba (1.169.667) y Caquetá (1.103.003). Estos cinco departamentos cuentan con 7.963.083 ha aptas, que concentran 53,7 % de las áreas aptas (tabla 37 y figura 31).

Tabla 37. Resultado del mapa de zonificación para el cultivo comercial de piña híbrido MD-2 en Colombia, escala 1:100.000

Departamentos	Aptitud alta (ha)	Aptitud media (ha)	Aptitud baja (ha)	Total apto (ha)
Vichada	22.286	1.991.428	221.240	2.234.953
Meta	825.590	1.228.464	137.745	2.191.799
Antioquia	450.287	458.302	355.072	1.263.661
Córdoba	686.088	229.536	254.044	1.169.667
Caquetá	200.230	759.076	143.697	1.103.003
Santander	156.543	284.644	362.020	803.206
Tolima	212.042	174.403	180.597	567.042
Cesar	280.761	182.335	102.415	565.511
Bolívar	141.171	169.955	179.001	490.126
Cauca	187.818	183.441	115.428	486.687
Huila	108.120	152.949	192.146	453.214
Magdalena	145.519	138.106	167.812	451.437
Cundinamarca	158.739	175.384	103.090	437.213
Sucre	241.505	62.227	4503	308.234
Casanare	187.420	58.760	36.996	283.176
Valle del Cauca	141.416	98.780	18.877	259.074
Norte de Santander	68.041	62.266	93.830	224.137
Caldas	69.259	89.283	37.333	195.876
Putumayo	8940	106.892	73.685	189.516
Boyacá	67.620	33.503	84.390	185.513
Guaviare	893	99.489	74.898	175.280
Nariño	41.544	62.278	46.351	150.174
Atlántico	41.361	52.928	38.199	132.487

La Guajira	85.098	27.672	19.413	132.183
Risaralda	37.037	53.342	24.198	114.577
Chocó	170	18.414	67.702	86.286
Quindío	53.347	20.624	1345	75.316
Arauca	22.221	34.270	7370	63.861
Amazonas	436	6944	3616	10.996
Guainía	-	1813	8428	10.241
Vaupés	-	190	6892	7083
San Andrés, Providencia y Santa Catalina	-	-	-	-
Total nacional	**4.641.499**	**7.017.698**	**3.162.329**	**14.821.526**

Figura 31. Principales departamentos con aptitud para el cultivo comercial de piña híbrido MD-2 en Colombia

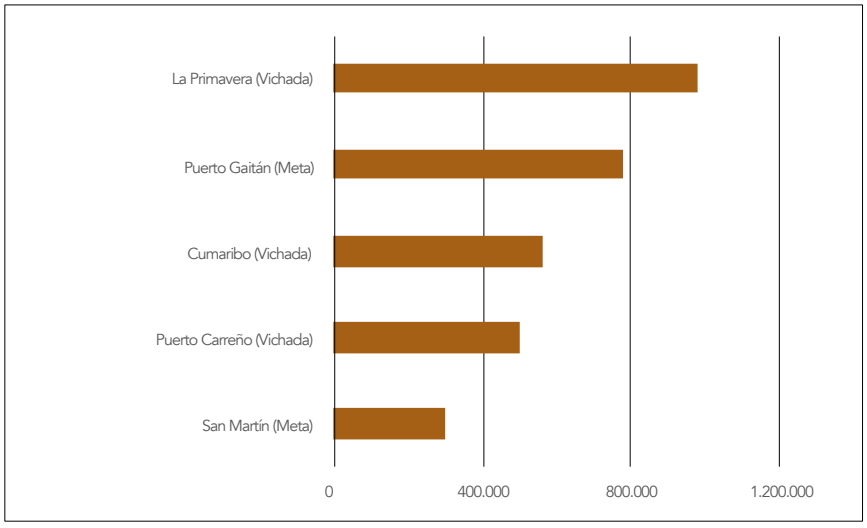


De otra parte, los municipios que mostraron la mayor aptitud para el establecimiento y desarrollo del cultivo comercial de piña MD-2 como lo muestra la tabla 38 y la figura 32 se encuentran localizados en los departamentos de Vichada y Meta, así: La Primavera en el departamento del Vichada (981.875,4 ha), Puerto Gaitán en el departamento del Meta (777.113,7), Cumaribo en el departamento del Vichada (563.111,7), Puerto Carreño en el departamento del Vichada (500.453,9) y San Martín en el departamento del Meta (264.573).

Tabla 38. Principales municipios con aptitud para el cultivo comercial de piña híbrido MD-2 en Colombia

Municipios	Aptitud alta (ha)	Aptitud media (ha)	Aptitud baja (ha)	Total apto (ha)
La Primavera (Vichada)	-	979.002	2874	981.875
Puerto Gaitán (Meta)	-	745.933	31.181	777.114
Cumaribo (Vichada)	-	461.460	101.652	563.112
Puerto Carreño (Vichada)	22.286	363.326	114.843	500.454
San Martín (Meta)	253.497	9966	1110	264.573

Figura 32. Principales municipios con aptitud para el cultivo comercial de piña híbrido MD-2 en Colombia

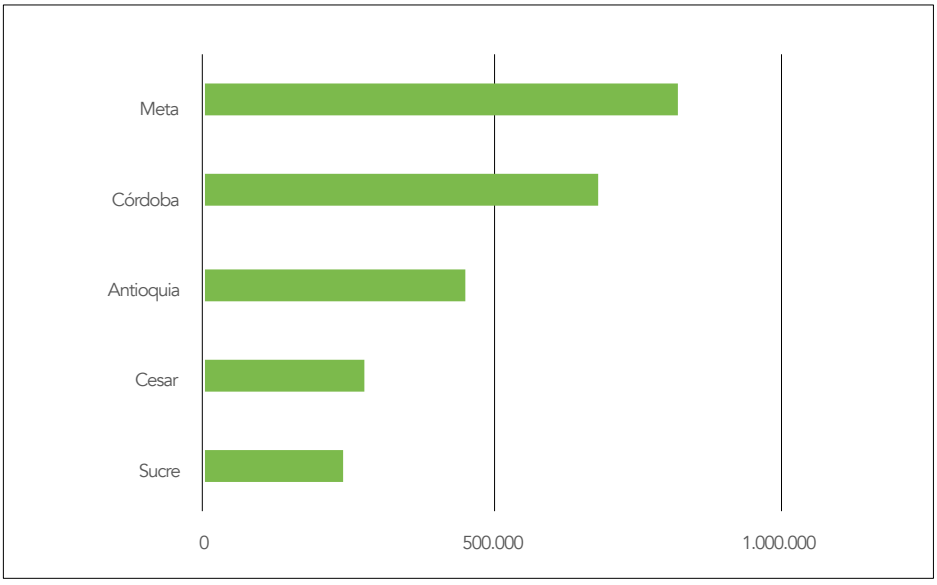


Los resultados obtenidos muestran que los principales departamentos con aptitud alta (A1) para el cultivo de piña híbrido MD-2 son Meta con 825.590 ha, Córdoba con 686.088, Antioquia con 450.287, Cesar con 280.761 y Sucre con 241.505 (Tabla 39 y figura 33).

Tabla 39. Principales departamentos con aptitud alta (A1) en ha para el cultivo comercial de piña híbrido MD-2 en Colombia

Departamento	Aptitud alta (ha)
Meta	825.590
Córdoba	686.088
Antioquia	450.287
Cesar	280.761
Sucre	241.505

Figura 33. Principales departamentos con aptitud alta (A1) para el cultivo comercial de piña híbrido MD-2 en hectáreas

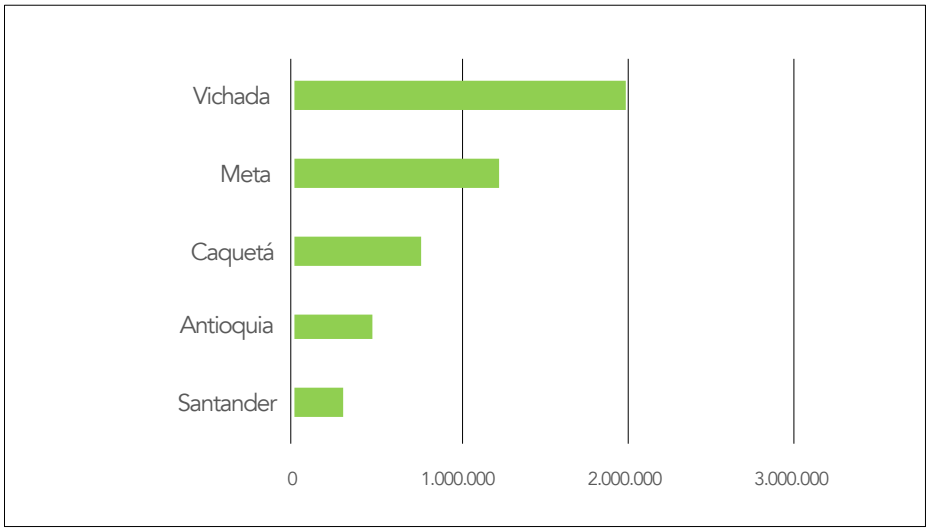


Para la aptitud media (A2) esta se presenta en los siguientes departamentos: Vichada con 1.991.428 ha, Meta con 1.228.464, Caquetá con 759.076, Antioquia con 458.302 y Santander con 284.644 para el cultivo de piña híbrido MD-2 (tabla 40 y la figura 34).

Tabla 40. Principales departamentos con aptitud media (A2) en ha para el cultivo comercial de piña híbrido MD-2 en Colombia

Departamento	Aptitud media (ha)
Vichada	1.991.428
Meta	1.228.464
Caquetá	759.076
Antioquia	458.302
Santander	284.644

Figura 34. Principales departamentos con aptitud media (A2) para el cultivo comercial de piña híbrido MD-2 en hectáreas

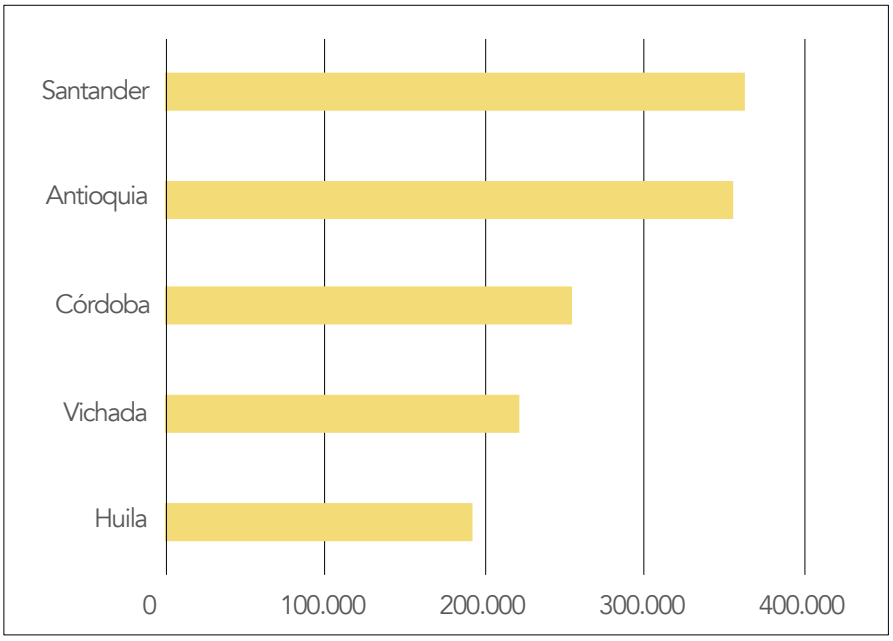


Para la aptitud baja (A3) se presentan las principales áreas en los departamentos de Santander (362.020 ha), Antioquia (355.072), Córdoba (254.044), Vichada (221.240) y Huila (192.146) (tabla 41 y figura 35).

Tabla 41. Departamentos con mayor aptitud baja (A3) en ha para el cultivo comercial de piña híbrido MD-2 en Colombia

Departamento	Aptitud baja (A1)
Santander	362.020
Antioquia	355.072
Córdoba	254.044
Vichada	221.240
Huila	192.146

Figura 35. Principales departamentos con aptitud baja (A3) en ha para el cultivo comercial de piña híbrido MD-2

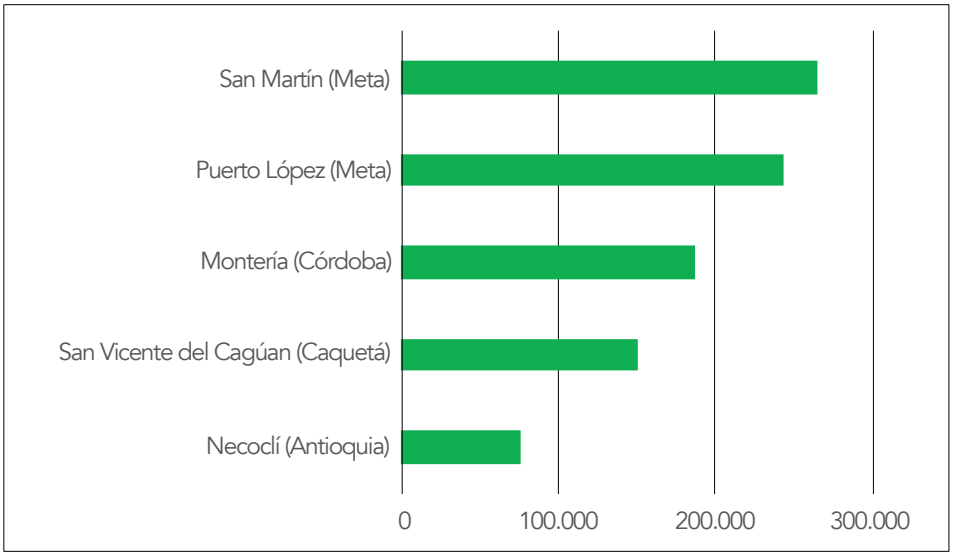


Igualmente, con base en los resultados de zonificación para el cultivo comercial de piña híbrido MD-2, los municipios con aptitud alta (A1), se observan en la tabla 42 y la figura 36: San Martín en el departamento del Meta (253.497 ha), Puerto López en el departamento del Meta (243.788), Montería en el departamento de Córdoba (187.865), San Vicente del Caguán en el departamento de Caquetá (149.894) y Necoclí en el departamento de Antioquia (76.551).

Tabla 42. Principales municipios con aptitud alta (A1) en ha para el cultivo comercial de piña híbrido MD-2 en Colombia

Municipio	Aptitud alta (ha)
San Martín (Meta)	253.497
Puerto López (Meta)	243.788
Montería (Córdoba)	187.865
San Vicente del Caguán (Caquetá)	149.894
Necoclí (Antioquia)	76.551

Figura 36. Principales municipios con aptitud alta (A1) en ha para el cultivo comercial de piña híbrido MD-2 en Colombia

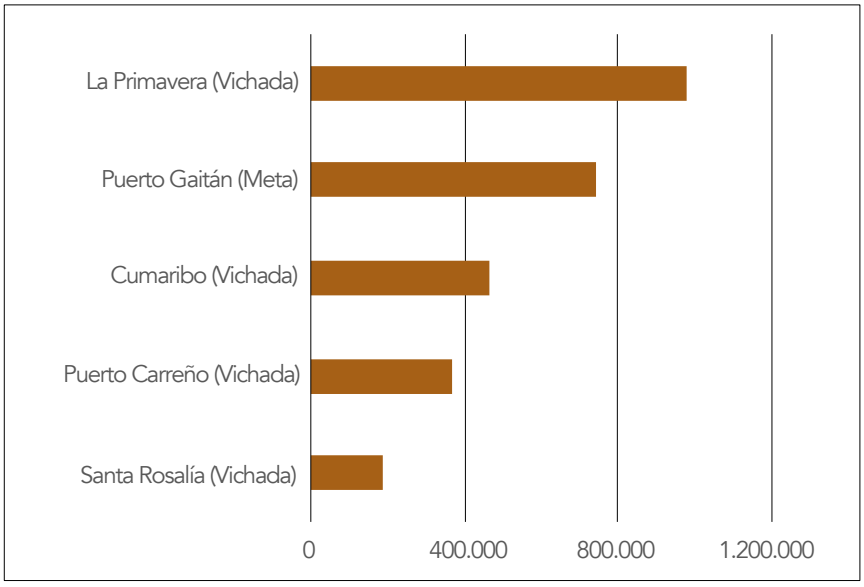


Los principales municipios con aptitud media (A2) para el cultivo comercial de piña MD-2 están localizados en los departamentos de Vichada y Meta, respectivamente: La Primavera en el departamento de Vichada con 979.002 ha, Puerto Gaitán en el Meta con 745.933; luego le siguen en orden, tres municipios en el departamento de Vichada: Cumaribo con 461.460 ha, Puerto Carreño con 363.326 y Santa Rosalía con 187.640 (tabla 43 y figura 37).

Tabla 43. Principales municipios con aptitud media (A2) en ha para el cultivo comercial de piña híbrido MD-2 en Colombia

Municipio	Aptitud media (A2)
La Primavera (Vichada)	979.002
Puerto Gaitán (Vichada)	745.933
Cumaribo (Vichada)	461.460
Puerto Carreño (Vichada)	363.326
Santa Rosalía (Vichada)	187.640

Figura 37. Principales municipios con aptitud media (A2) en ha para el cultivo comercial de piña híbrido MD-2 en Colombia

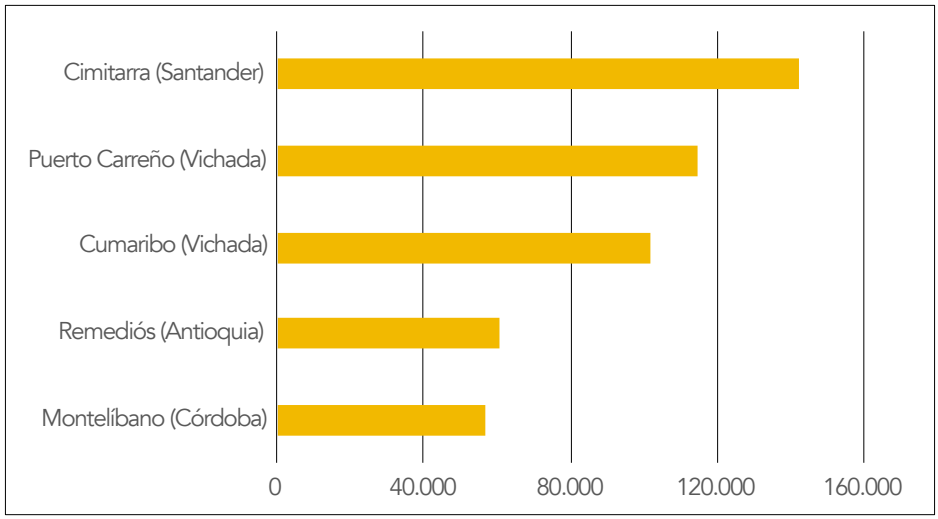


Los municipios con áreas en aptitud baja (A3) son Cimitarra con 142.392 ha en Santander, Puerto Carreño con 114.842, Cumaribo con 101.652; estos dos municipios en Vichada, Remedios con 60.731 ha en Antioquia y Montelíbano con 56.611 en Córdoba (tabla 44 y figura 38).

Tabla 44. Principales municipios con aptitud baja (A3) en ha para el cultivo comercial de piña híbrido MD-2 en Colombia

Municipio	Aptitud baja (A3)
Cimitarra (Santander)	142.392
Puerto Carreño (Vichada)	114.843
Cumaribo (Vichada)	101.652
Remedios (Antioquia)	60.731
Montelíbano (Córdoba)	56.611

Figura 38. Principales municipios con aptitud baja (A3) en ha para el cultivo comercial de piña híbrido MD-2 en Colombia



5. Conclusiones

La zonificación de aptitud del cultivo comercial de piña híbrido MD-2, 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 de un área apta para el cultivo comercial de piña híbrido MD-2 de 14.821.526 ha, equivalente al 13 % de su territorio (114.074.970 ha) y al 37,8 % de su frontera agrícola nacional (39.239.481 ha).

Del total de áreas aptas, el 31,3 % corresponde a aptitud alta (A1): 4.641.499 ha, el 47,3 % a aptitud media (A2): 7.017.698 ha y el 21,3 % a aptitud baja (A3): 3.162.329 ha. Los departamentos con mayor aptitud son Vichada (2.234.953 ha), Meta (2.191.799), Antioquia (1.263.661), Córdoba (1.169.667) y Caquetá (1.103.003); estos departamentos equivalen al 53,7 % del área apta para el cultivo comercial de piña híbrido MD-2.

En Colombia se distinguen dos zonas importantes con potencial para la producción del cultivo comercial de piña del híbrido MD-2: la zona norte, integrada por los departamentos de Córdoba y Antioquia –región favorecida por la cercanía a puertos para la exportación–, y los Llanos Orientales, compuesta por Meta, Vichada y Caquetá –aunque son departamentos con mayor aptitud media (A2)–.

Los resultados de la aptitud alta (A1) muestran un área importante en el norte del país, conformada por los departamentos de Córdoba, Antioquia, Cesar y Sucre con cerca del 36 % del área nacional con aptitud alta (A1); asimismo, se presenta un área importante conformada por los departamentos de Meta y Caquetá en los Llanos orientales y en los departamentos de Tolima y Cauca hacia el centro sur del país.

Se determinó que de los componentes físico y socioecosistémico, los criterios de mayor peso corresponden a condiciones climáticas con 17,9 %, capacidad de laboreo con el 14,4 % y apropiación de agua con 13,9 %. Para el componente socioeconómico, los criterios con mayor peso corresponden a infraestructura y logística con 34,9 %, factores productivos con 23,1% y mercado laboral con el 14,8 %.

Los municipios con mayor área apta en Colombia para el cultivo comercial de piña MD-2 localizados en departamentos como Vichada y oriente del Meta, presentan un bajo porcentaje de áreas con aptitud alta (A1), especialmente por condiciones socioeconómicas desfavorables como el acceso a centros de transformación y comercialización, centros de consumo y de servicios, a puertos marítimos y aeropuertos, así como a oferta educativa.

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 piña hibrido MD-2 a escala 1:100.000, en particular por el acceso a nueva información y la posibilidad de generar el mapa de zonificación de aptitud a escala 1:25.000.

Con base en el resultado de área apta, se evidencia una amplia posibilidad de desarrollo del cultivo comercial de piña híbrido MD-2 en Colombia. La diversidad de ambientes, las condiciones socioeconómicas y socioecosistémicas permiten el desarrollo de este cultivo comercial bajo diversos microclimas.

Referencias bibliográficas

1. 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.

2. Altendorf, S. (2017). Perspectivas mundiales de las principales frutas tropicales. Perspectivas, retos y oportunidades a corto plazo en un mercado global pujante. Roma: FAO. 15 p. Recuperado de « http://www.fao.org/fileadmin/templates/est/COMM_MARKETS_MONITORING/Tropical_Fruits/Documents/Tropical_Fruits_Spanish2017.pdf»

3. Bancóldex y UT Crece - Federación Nacional de Cafeteros. (2015). Documento final de conclusión de la metodología, memorias técnicas y mapas por aptitud de uso para cultivos comerciales de piña en Colombia, a escala 1:100.000. Bogotá.

4. Castañeda, P. (2003). Manual técnico: Seminario sobre producción y manejo postcosecha de la piña para la exportación. Proyecto Vifinex. San Salvador. SV. 69 p.

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

6. 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.

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

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

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

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

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

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

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

14. Estupiñán, F. (2013). Oferta exportable hortofrutícola. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Bogotá: Minagricultura. Disponible en https://www.google.com.co/search?q=pi%C3%B1a+sioc&oq=pi%C3%B1a+sioc&aqs=chrome.0.69i59.2693j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8

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

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

17. Fischer, G. y Orduz, J. (2012). Ecofisiología en frutales. En «Manual para el cultivo de frutales en el trópico». Bogotá: Produmedios 1023 p.

18. Freshplaza. (2015) Colombian pineapples: a new option for the premium sector. Recuperado de «www.freshplaza.com»

19. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). (2015). Normatividad ICA. Recuperado de «http://www.ica.gov.co/Normatividad/Normas-Ica.aspx»

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

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

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

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

24. 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: Ideam.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

34. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (Minagricultura). (2013). Encuesta Nacional Agropecuaria, base de datos 2008-2013.

35. _____. (2014). Agronet. Datos a abril de 2014. Recuperado de <http://www.agronet.gov.co/agronetweb1/>.

36. _____. (2014p). Evaluaciones Agropecuarias Municipales, base de datos 2010-2014.

37. _____. (2015). Base de datos sobre créditos e ICR por producto a nivel municipal.

38. _____. (2015). Incentivo a la Capitalización Rural. Recuperado de «https://www.minagricultura.gov.co/tramitesservicios/credito-agropecuario/Paginas/Incentivo-a-la-Capitalizacion-Rural-ProgramaDRE-v2.aspx»

39. _____. (2015). Programa Alianzas Productivas. Recuperado de «https://www.minagricultura.gov.co/tramitesservicios/desarrollo-rural/Paginas/Proyecto-apoyo-a-alianzas-productivas-PAAP-.aspx»

40. _____. (2015). Programa Desarrollo Rural con Equidad (DRE). Recuperado de https://www.minagricultura.gov.co/ministerio/programas-y-proyectos/Paginas/ProgramaDesarrollo-Rural-con-Equidad-DRE.aspx

41. _____. (2016). Cadena de la piña. Indicadores e instrumentos.

42. _____. (2017). Sin título. Piña: Evaluaciones agropecuarias municipales. 4 p. Recuperado de «http://www.agronet.gov.co/Documents/Pi%C3%B1a.pdf»

43. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (2012). Política para la gestión integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos. Bogotá: MADS.

44. _____. (2012). Estrategia colombiana de desarrollo bajo en carbono (ECDBC). Recuperado de <https://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/469-plantillacambio-climatico-25#documentos>.

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

46. Martín-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.

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

48. Olmos, A. 2015. Cadena regional de piña departamento de Casanare. Yopal.

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

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

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

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

53. 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. p. 317-323. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2009.03.004>.

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

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

56. _____. (1985). Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance. Nueva York: Free Press.

57. Rodiek, J. (2008). «Landscape and urban planning cover for 2009». En Landscape Urban Planning. 8 (1).

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

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

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

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

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

63. Uriza, D. (2011). Paquete tecnológico piña híbrido MD-2 (Ananas comosus var. comosus) establecimiento y mantenimiento. México: Centro de Investigación Regional Golfo Centro.

64. UT Crece-Federación (2015). Taller de expertos socialización de variables físicas, socioecosistémicas y socioeconómicas para el cultivo de piña. Proyecto metodología y zonificación para cultivos comerciales de piña en Colombia, escala 1:100.000, Bogotá: Bancóldex.

65. Vásquez, H.; Saavedra, R.; Saavedra, S. (2012). Piña (Ananas comosus L. Merr.). En «Manual para el cultivo de frutales en el trópico». Gerard Fischer. Bogotá: Produmedios. p. 776-801.

Anexos

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de piña híbrido MD-2, escala 1:100.000

Fichas metodológicas de criterios y variables

Tabla de contenido

1. Fichas metodológicas del componente físico 134

1.1 Criterio condiciones climáticas 134

1.1.1 Variable temperatura media 138

1.1.2 Variable precipitación total media anual 141

1.1.3 Variable brillo solar medio diario anual 144

1.2 Criterio capacidad de laboreo 147

1.2.1 Variable pendiente 151

1.2.2 Variable textura 154

1.2.3 Variable pedregosidad 157

1.3. Criterio disponibilidad de oxígeno 160

1.3.1 Variable susceptibilidad a inundaciones 163

1.3.2 Variable drenaje natural 167

1.4 Criterio condiciones de enraizamiento 170

1.4.1 Variable profundidad efectiva 176

1.4.2 Variable textura 177

1.4.3 Variable pedregosidad 180

1.5 Criterio disponibilidad de humedad 183

1.5.1 Variable régimen de humedad 186

1.5.2 Variable textura 190

1.6 Criterio riesgo fitosanitario 193

1.6.1 Variable exceso hídrico asociado a pudrición del cogollo y del fruto 196

1.6.2 Variable drenaje natural asociado a pudrición del cogollo y del fruto 199

1.7 Criterio toxicidad por sales, sodio y aluminio 202

1.7.1 Variable salinidad o sodicidad 206

1.7.2 Variable saturación de aluminio 209

1.8 Criterio susceptibilidad a la pérdida de suelos 212

1.8.1 Variable pendiente 216

1.8.2 Variable erosión actual 219

1.8.3 Variable susceptibilidad a movimientos en masa 222

1.9 Criterio disponibilidad de nutrientes 225

1.9.1 Variable acidez (pH) 232

1.9.2 Variable saturación de bases 236

1.9.3 Variable carbono orgánico 239

1.9.4 Variable Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) 242

2 Fichas metodológicas del componente socioecosistémico 245

2.1 Criterio apropiación de agua 245

2.2 Criterio integridad ecológica 252

2.2.1 Variable conectividad estructural de las coberturas naturales (CECN) 263

2.2.2 Variable índice de naturalidad (Inat) por subsona hidrográfica 267

2.2.3. Variable áreas de concentración de especies sensibles (ACES) 270

2.3 Criterio variación del contenido estimado de carbono 274

2.4 Criterio cambio de la cobertura 283

2.5 Criterio amenaza por incendios de la cobertura vegetal 281

3 Fichas metodológicas del componente socioeconómico 265

3.1 Criterio infraestructura y logística 265
- 3.1.1 Variable existencia de cultivos 299
- 3.1.2 Variable cercanía a centros de servicios 302
- 3.1.3 Variable cercanía a puertos marítimos 305
- 3.1.4 Variable presencia de aeropuertos 308
- 3.1.5 Variable cercanía a centros de transformación, empaque y comercialización 311
- 3.1.6 Variable distritos de riego 314

3.2 Criterio factores productivos 317
- 3.2.1 Variable precio de la tierra rural municipal 320
- 3.2.2 Variable rendimientos 324
- 3.2.3 Variable centros de consumo 327

3.3 Criterio mercado laboral 330
- 3.3.1 Variable cercanía a vías 4G 333
- 3.3.2 Variable población en edad de trabajar (PET_{20-64}) 337
- 3.3.3 Variable años promedio de escolaridad 340
- 3.3.4 Variable oferta educativa a nivel técnico, tecnológico y profesional en áreas agropecuarias 343

3.4 Criterio institucionalidad y asociatividad 346
- 3.4.1 Variable índice de desempeño fiscal 349
- 3.4.2 Variable programas y servicios que ofrece el SENA 353
- 3.4.3 Variable predios certificados BPA por el ICA 357
- 3.4.4 Variable programas o servicios ofrecidos por Corpoica 360
- 3.4.5 Variable extensión y asistencia técnica sectorial 363
- 3.4.6 Variable organizaciones gremiales o de base del sector 366

3.5 Criterio tamaño de la tierra rural 369
- 3.5.1 Variable tamaño tipo de los predios rurales 372

3.6 Criterio indicadores económicos 375

3.6.1 Variable grado de participación agropecuaria municipal 378

3.6.2 Variable Líneas Especiales de Créditos (LEC) 381

3.6.3 Variable incentivo a la capitalización rural (ICR) 385

3.7 Criterio bienestar económico 389

3.7.1 Variable índice de pobreza multidimensional (IPM) 392

3.8 Criterio seguridad ciudadana 396

3.8.1 Variable índice de riesgo de amenazas 399

4 Fichas metodológicas de exclusiones técnicas 403

4.1 Criterio exclusiones legales 403

4.1.1 Variable ecosistemas estratégicos (páramos) 408

4.1.2 Variable áreas protegidas 411

4.1.3 Otras áreas protegidas locales 414

4.1.4 Variable áreas urbanas 416

4.1.5 Variable parques arqueológicos 419

4.1.6 Variable zonas de Reserva Forestal Nacional de la Ley 2a de 1959, tipo A 422

5 Fichas metodológicas de condicionantes legales 425

5.1 Criterio condicionantes legales 425

5.1.1 Variable ecosistemas estratégicos (manglares, humedales, rondas hídricas y bosque seco tropical) 428

5.1.2 Variable áreas protegidas 432

5.1.3 Otras áreas protegidas locales 436

5.1.4 Variable zonas de reserva forestal nacional de la Ley 2a de 1959, tipo B y C 438

5.1.5 Variable distinciones internacionales 441

5.1.6 Variable áreas de interés cultural y social 444

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 PIÑA HÍBRIDO MD-2	
COMPONENTE: FÍSICO. SUBCOMPONENTE: CLIMÁTICO		
CRITERIO: 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 extenso de tiempo para 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 piña híbrido MD-2: la temperatura, la precipitación y el brillo solar.

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.

Igualmente el clima influye principalmente en la floración de las plantas de piña híbrido MD-2 y, su evaluación se constituye en el motor del desarrollo socioeconómico del cultivo en Colombia.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

En el análisis de cada una de las variables que integran el criterio condiciones climáticas, se concluye que los límites a partir de los cuales no es viable el cultivo de piña híbrido MD-2, son: temperaturas medias inferiores a 18 **°**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 las estaciones meteorológicas registradoras de los diferentes parámetros de la atmósfera, como por ejemplo el brillo solar, lo que 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 período 1981 a 2010 elaboradas por el Ideam, de la temperatura media anual, precipitación total anual media anual y brillo solar medio diario anual. A partir de estas, 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), en donde un factor es un criterio que mejora o reduce la aptitud de una alternativa específica para la actividad en consideración y una restricción es un criterio que limita, condiciona o excluye dichas alternativas (Eimen, 1998).

Teniendo en cuenta el postulado anterior, 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 piña híbrido MD-2.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Este criterio presenta los siguientes rangos de aptitud:

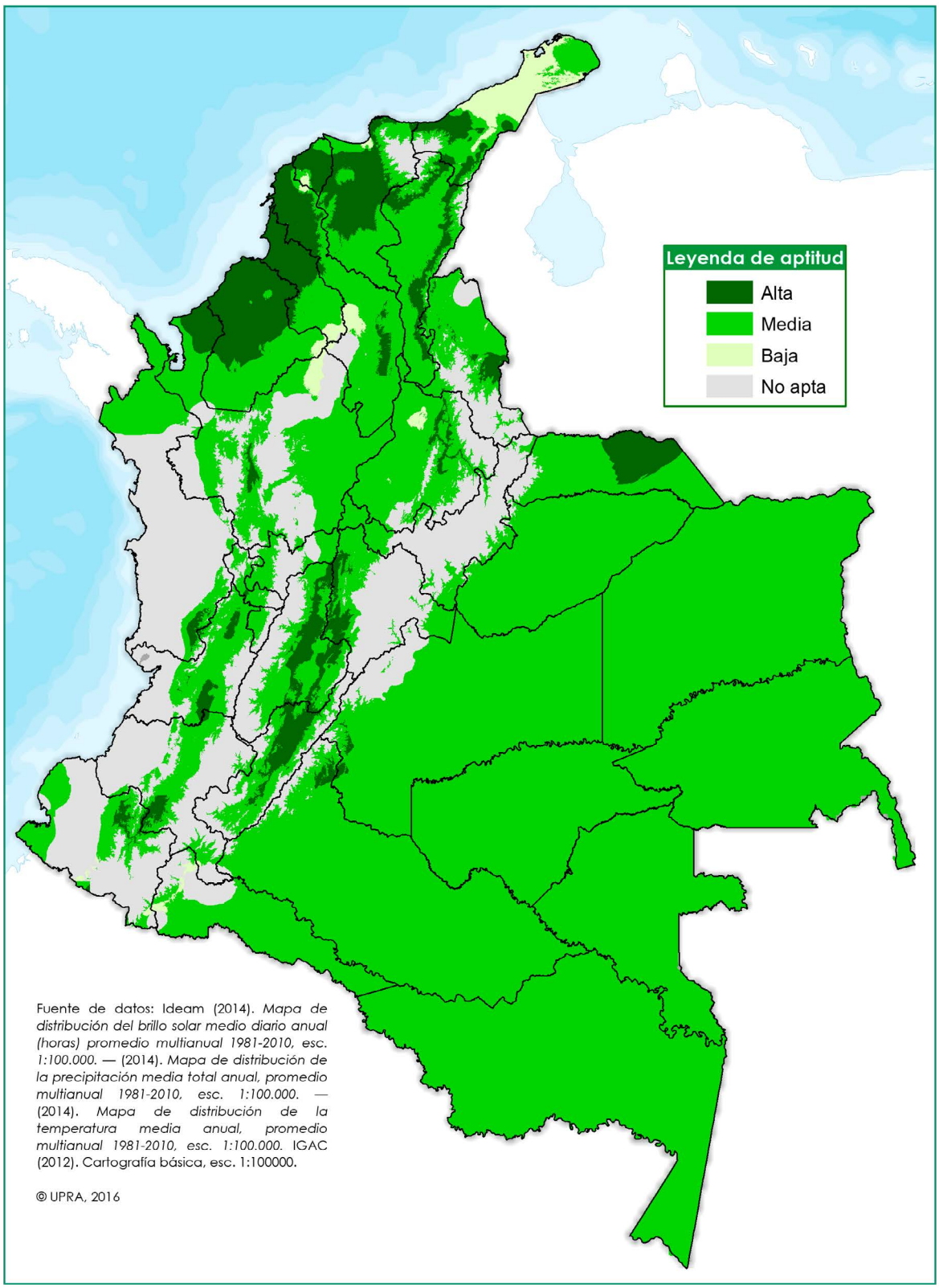
Árbol de decisión para el criterio

Precipitación total (mm/año)	Temperatura media (°C/año)	Brillo solar medio diario anual (horas sol/día)	Aptitud
1000-2000	24-28	≥ 5	A1
		3-5	A1
		< 3	A2
	18-24	≥ 5	A2
		3-5	A2
		< 3	A2
	> 28	≥ 5	A2
		3-5	A2
		< 3	A2
2000-3000	24-28	≥ 5	A2
		3-5	A2
		< 3	A2

2000-3000	18-24	≥ 5	A2
		3-5	A2
		< 3	A2
	> 28	≥ 5	A2
		3-5	A2
		< 3	A3
500-1000 y 3000-4000	24-28	≥ 5	A2
		3-5	A2
		< 3	A2
	18-24	≥ 5	A2
		3-5	A2
		< 3	A3
	> 28	≥ 5	A3
		3-5	A3
		< 3	A3

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA
CRITERIO CONDICIONES CLIMÁTICAS



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

© 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.
- _. (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

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
COMPONENTE: FÍSICO. SUBCOMPONENTE: CLIMÁTICO		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Magnitud física que caracteriza el movimiento aleatorio medio de las moléculas en un cuerpo físico. La temperatura del aire hace referencia a la medida del estado térmico del aire con respecto a su habilidad de comunicar calor a su alrededor; depende de la latitud y de la altitud, y se toma generalmente como índice de balance calórico de las plantas.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO

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.

Temperaturas bajas aceleran la fase de floración que generan frutos pequeños y más ácidos, mientras que temperaturas muy altas pueden quemar la epidermis y tejidos subyacentes. Adicionalmente, 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 de la piña híbrido MD-2. En ese sentido, para la zonificación toma importancia conocer la distribución espacial de la temperatura del aire a nivel anual, 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 piña híbrido MD-2, de acuerdo con sus requerimientos térmicos.

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

Para el cultivo de piña híbrido MD-2 se estableció como valor mínimo, las temperaturas iguales o menores a los 18 °C. Por tal motivo las zonas térmicas delimitadas por debajo de este límite térmico, se consideraron no aptas para este TUT de piña híbrido MD-2.

Variable	Unidad de medida	A1	A2	A3	N1
Temperatura media	°C/anual	24-28	18-24	> 28	< 18

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Baja densidad de las estaciones meteorológicas en algunas zonas del país 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

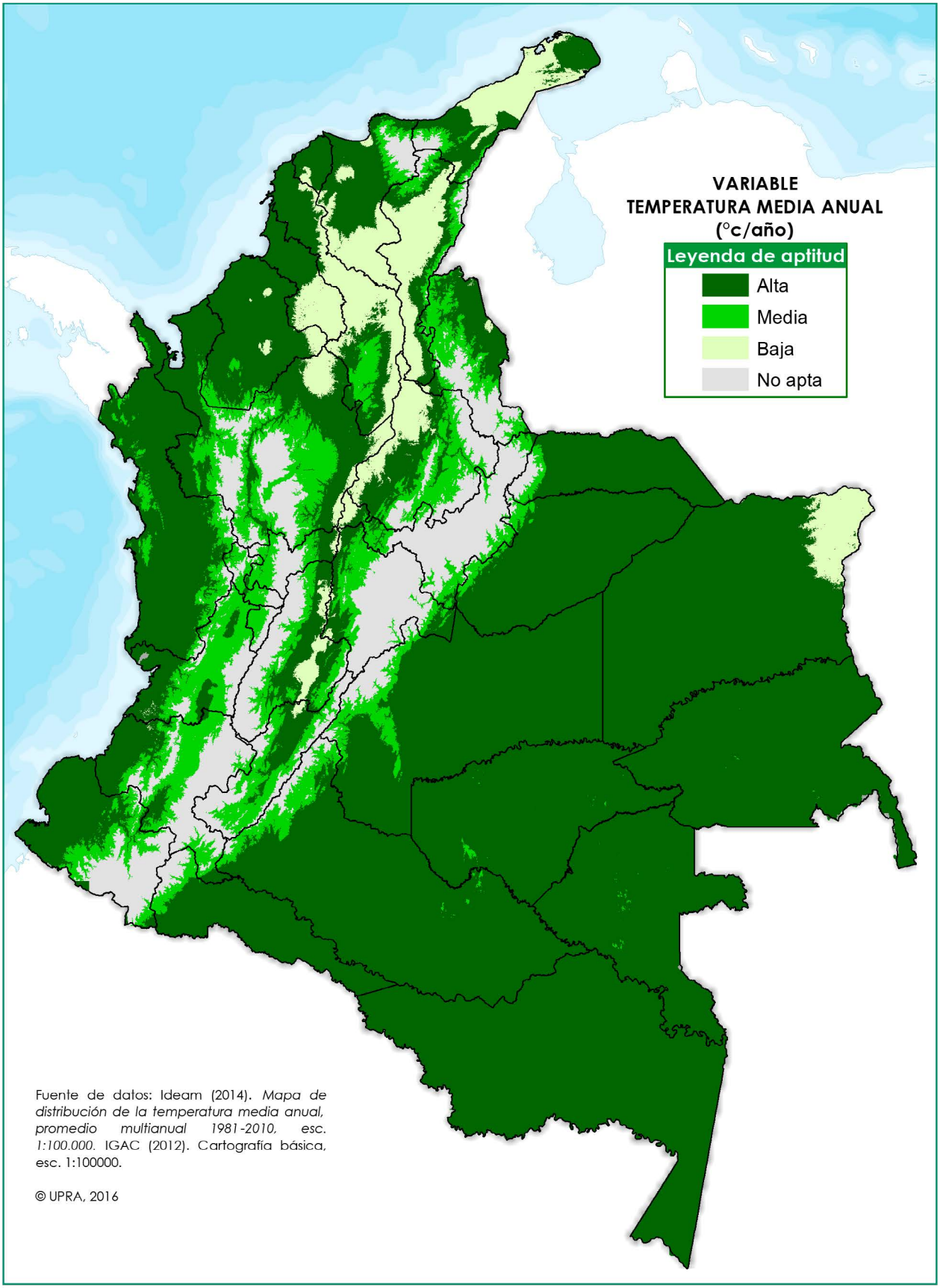
Serie histórica de la información: Registro de temperatura media anual a nivel nacional en el período comprendido entre 1980-2010, y los mapas de isotermas del atlas climatológico para Colombia versión 2014 elaborado por la misma entidad.

Tratamiento de la información: Se realizó un ejercicio de delimitación a nivel 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	

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA

CRITERIO CONDICIONES CLIMÁTICAS



Fuente de datos: Ideam (2014). *Mapa de distribución de la temperatura media anual, promedio multianual 1981-2010, esc. 1:100.000.* IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100000.

© UPRA, 2016

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 media anual

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
COMPONENTE: FÍSICO. SUBCOMPONENTE: CLIMÁTICO		
CRITERIO ASOCIADO: CONDICIONES CLIMÁTICAS		
VARIABLE: PRECIPITACIÓN TOTAL MEDIA ANUAL	**UNIDAD DE MEDIDA:** mm/año	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Cantidad de agua que cae sobre la superficie terrestre en forma líquida o sólida. En términos prácticos, es la cantidad de lluvia media que se precipita en una determinada zona y contribuye a la necesidad hídrica del cultivo de piña híbrido MD-2. La unidad de precipitación es el milímetro (mm). Un milímetro de precipitación equivale a 1 l de agua/m^2 de superficie (10 m^3 de agua/ha). El análisis de la información para la variable se realizó con el promedio anual.

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.

En términos generales la piña híbrido MD-2 es poco exigente en cantidades de precipitación, pero la falta de agua en el período después de la siembra y en el inicio de las fases de floración y formación del fruto, retarda el crecimiento y reduce el tamaño del fruto. Por otra parte, la precipitación como suministro de agua al suelo y las plantas, permite la dinámica química y biológica que facilita la nutrición vegetal y mejora las propiedades físicas de los suelos haciéndolos más permeables.

Por consiguiente, 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 y no apta para el cultivo de piña híbrido MD-2, de acuerdo a sus requerimientos hídricos o uso consuntivo.

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 que se evidencia en pobre crecimiento y desarrollo de la piña híbrido MD-2 aumentando los procesos fotosintéticos y reducción de la capacidad de absorción de nutrientes que se traducen en bajo rendimiento agronómico del cultivo. Igualmente, un nivel de 4000 mm/año o más son excesivos para este cultivo.

VARIABLES	Unidad de medida	A1	A2	A3	N1
Precipitación total media anual	mm/año	1000-2000	2000-3000	500-1000 y 3000-4000	< 500 y > 4000

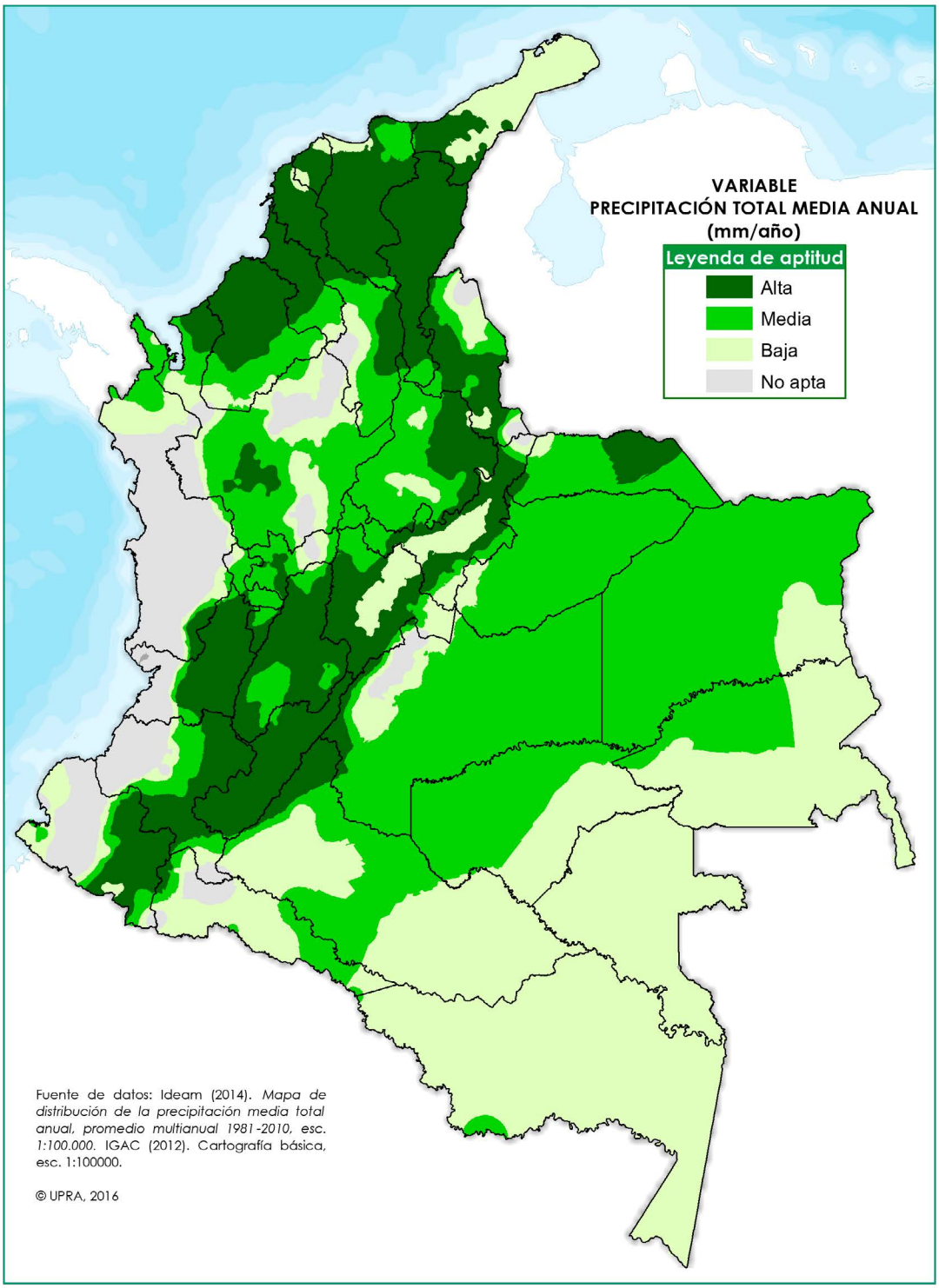
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

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 de cada 500 mm/año.

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

Unidad de análisis	Distribución de la precipitación total media anual en el territorio nacional
REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE	



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 PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
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

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

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO

El brillo solar que percibe el cultivo es aprovechada por las plantas de piña híbrido MD-2 para realizar la fotosíntesis; dicha transformación de energía radiante en energía química mediante la asimilación del CO_2 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.

Generalmente el brillo solar muy alto ocasiona quemaduras en la superficie de los frutos, mientras que insolaciones bajas disminuyen el contenido de azúcar y aumente la acidez del fruto de la piña híbrido MD-2, condiciones que lo hacen importante para la zonificación ya que su distribución espacial permite establecer la distribución de insolación con aptitud alta, aptitud media y aptitud baja para este cultivo.

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

No se presentan valores de exclusión para la variable, dado que en los rangos de luminosidad establecidos, se presentan diferentes niveles de respuesta por parte del cultivo.

Variable	Unidad de medida	A1	A2	A3
Brillo solar medio diario anual	horas sol/día	≥ 5	3-5	< 3

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La baja densidad de las estaciones meteorológicas en algunas zonas con registro de heliofanía 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 nuestro país.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. 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.

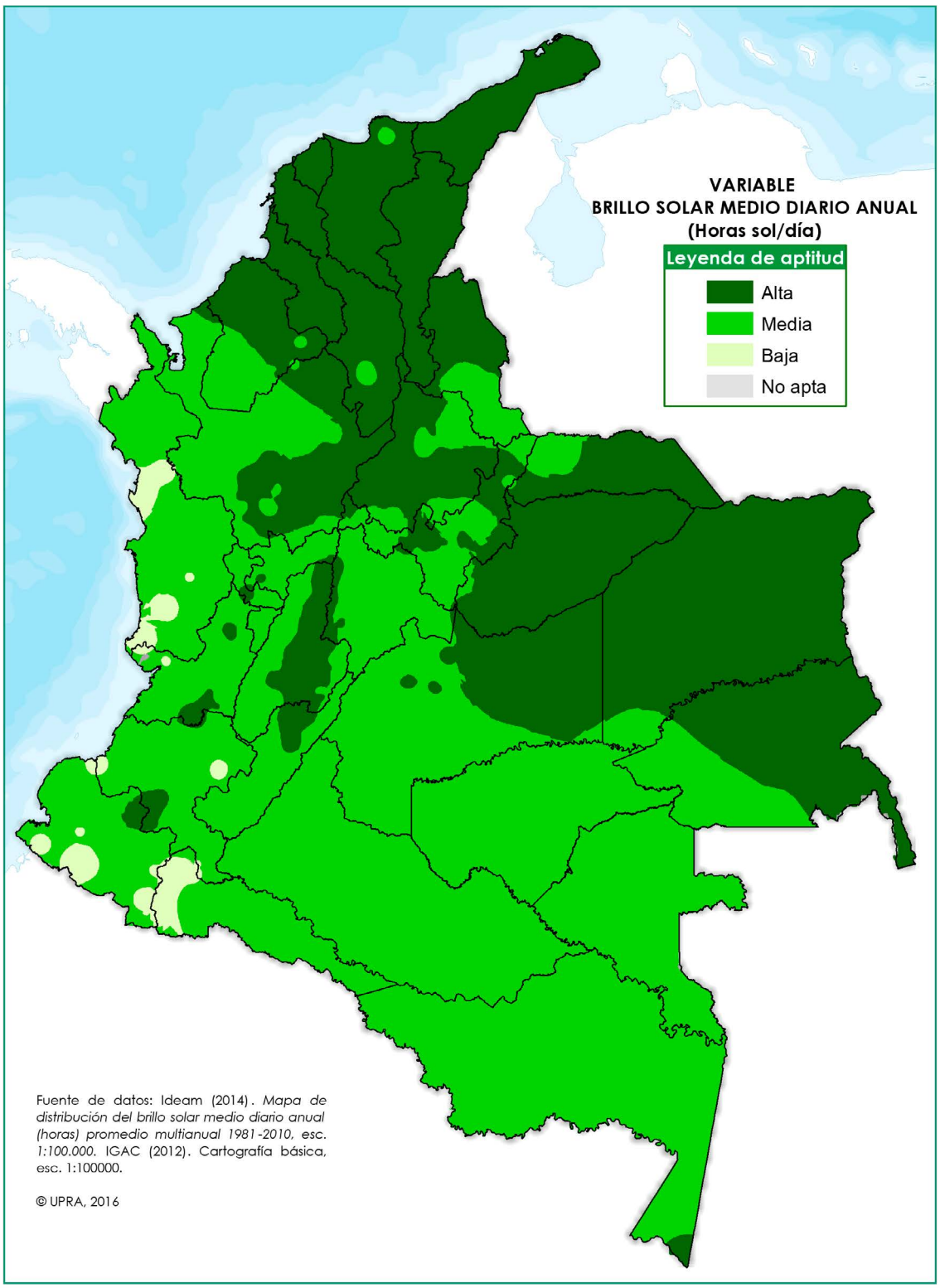
2. Tratamiento de la información

Se realizó un ejercicio de delimitación a nivel espacial de zonas de brillo solar medio diario anual, que reflejan los rangos de brillo solar 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 del brillo solar medio diario anual en el territorio nacional
REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE	

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA

CRITERIO CONDICIONES CLIMÁTICAS



Fuente de datos: Ideam (2014). *Mapa de distribución del brillo solar medio diario anual (horas) promedio multianual 1981-2010, esc. 1:100.000.* IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100000.

© 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 capacidad de laboreo

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
COMPONENTE: FÍSICO. **SUBCOMPONENTE:** EDÁFICO		
CRITERIO: CAPACIDAD DE LABOREO		
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
Pendiente, expresada en porcentaje (%). Textura, expresada en clase textural. Pedregosidad, expresada en porcentaje (%)		
TIPO DE CRITERIO	**Exclusión técnica**	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Facilidad o dificultad que un terreno presenta en su preparación o adecuación para establecer un cultivo. El establecimiento del cultivo de piña implica la preparación del terreno y en la mayoria de los casos, el uso de maquinaria.

La capacidad para laborear el suelo 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.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO PARA EL CULTIVO

La capacidad de laboreo es un criterio fundamental en el establecimiento y manejo de los cultivos de piña híbrido MD-2, ya que integra la pendiente, la textura y la pedregosidad que, de acuerdo a sus rangos de variación, se hará más fácil o más difícil el uso de maquinaria o de herramientas para las diferentes actividades culturales, desde la preparación del terreno hasta la cosecha.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

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 debido al movimiento de las partículas de suelo a través de la pendiente y porque limita el uso de la maquinaria; por su parte, la pedregosidad mayor de 35 % daña los implementos e implica mayor tiempo y elevados costos.

LIMITANTES PARA LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

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

La pedregosidad no se encuentra en rangos por porcentaje, solamente si es pedregoso, lo cual implica que es mayor de 35 %, ya que esta fase cartográfica se califica en la etapa de campo durante el estudio de suelos.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

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

Los suelos clasificados como oxisoles y ultisoles de textura fina, tienen una valoración de aptitud media (A2) debido a que la dominancia de las arcillas es de relación 1:1, lo cual significa que tienen poca pegajosidad. Los Histosoles se califican en aptitud baja (A3) por su alta porosidad y la susceptibilidad a la subsidencia.

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

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

Pedregosidad (%)	Aptitud
Sin fase de pedregosidad	A1
Con fase de pedregosidad	N1

Los rangos de aptitud de cada una de las variables están dados de acuerdo a diferentes consultas con gremios, productores y literatura relacionada.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

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

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

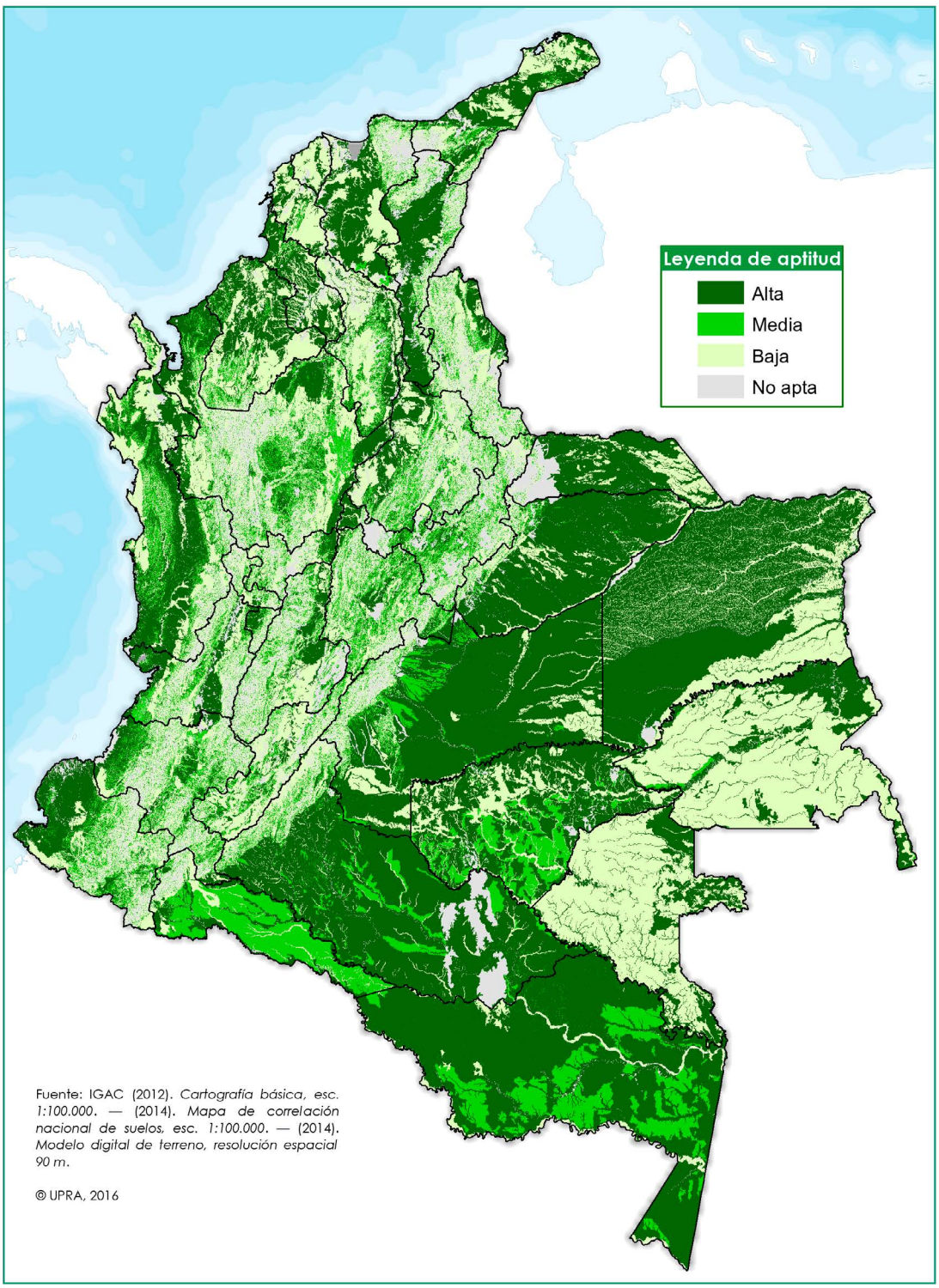
Árbol de decisión del criterio

Pendiente	Pedregosidad	Textura	Aptitud
≤ 12	Sin fase de pedregosidad	F, FL, FA, FArA, FArL	A1
		FAr, ArA, ArL, L	A1
		A, AF, Ar	A3
		Ar (Oxisoles, Ultisoles)	A2
	Con fase de pedregosidad	Cualquiera	N1
12-25	Sin fase de pedregosidad	F, FL, FA, FArA, FArL	A2
		FAr, ArA, ArL, L	A2
		A, AF, Ar	A3
		Ar (Oxisoles, Ultisoles)	A2
	Con fase de pedregosidad	Cualquiera	N1
25-50	Sin fase de pedregosidad	F, FL, FA, FArA, FArL	A3
		FAr, ArA, ArL, L	A3
		A, AF, Ar	A3
	Con fase de pedregosidad	Cualquiera	N1
> 50	Cualquiera	Cualquiera	N1

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

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA
CRITERIO CAPACIDAD DE LABOREO



FUENTES DE INFORMACIÓN

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

1.2.1 Variable pendiente

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
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, 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 piña híbrido MD-2. De acuerdo con el desempeño de los tractores con aparejos, 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. Es muy importante tener en cuenta esta variable en la zonificación de este cultivo comercial de piña, para evitar movimientos en masa y pérdida 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 piña híbrido MD-2, debido a que esta clase de pendiente impide 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 (IGAC, 2014).

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

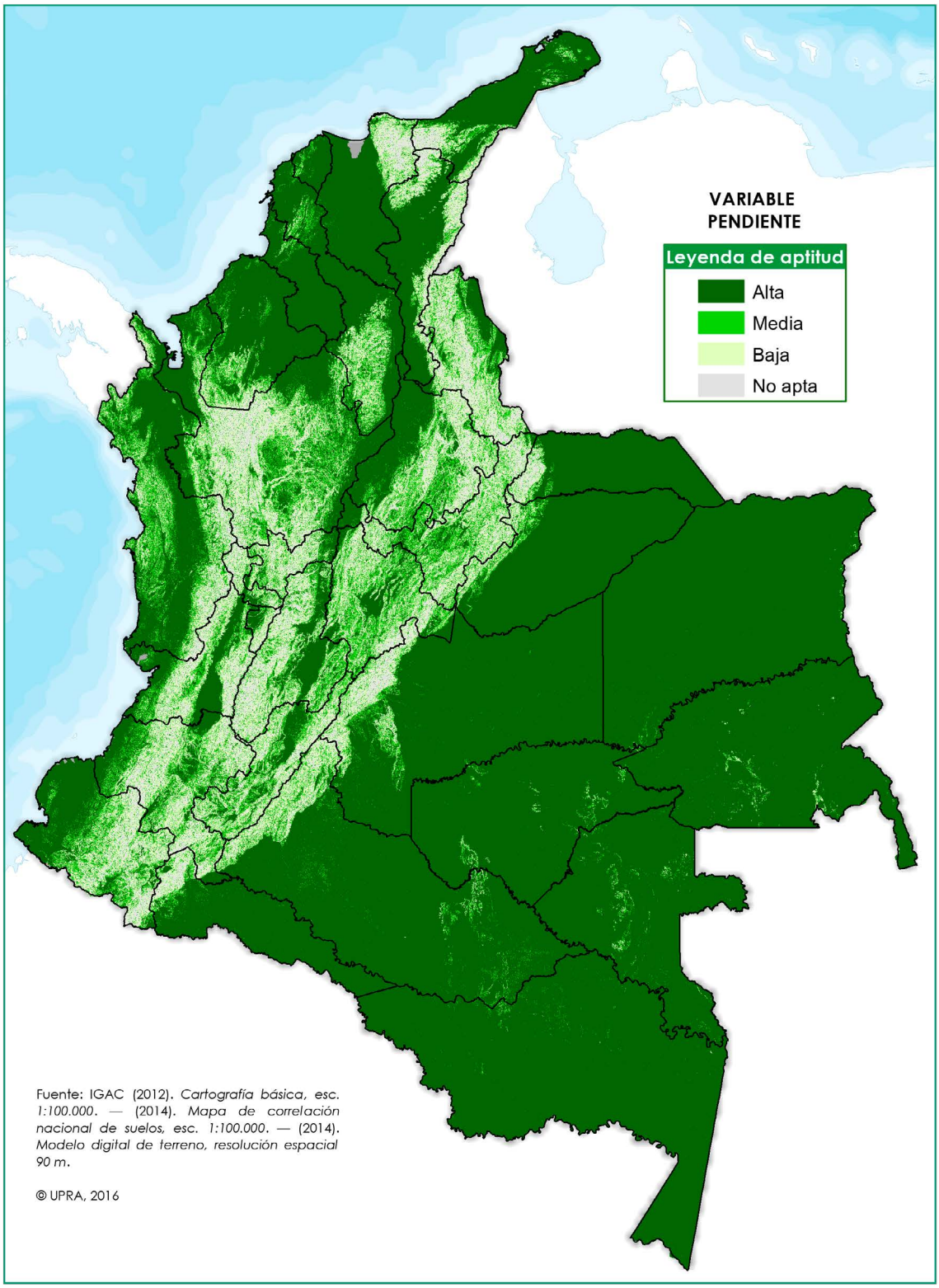
Esta variable presenta los siguientes rangos de aptitud:

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	

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA

CRITERIO CAPACIDAD DE LABOREO



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

© UPRA, 2016

FUENTES DE INFORMACIÓN

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

1.2.2 Variable textura

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
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 es una variable importante para establecimiento del cultivo de piña híbrido MD-2, porque de esta y de la forma como se encuentra estructurado el suelo, depende que el suelo 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 no facilitan la construcción de surcos y/o 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 aparejos, no se excluye alguna clase de ellas por no representar 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 y se califica el componente mayor, de acuerdo con 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

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

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 surcado y la susceptibilidad a la compactación.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

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

Las clases texturales con aptitud moderada (A2), corresponden a las que presentan altos contenidos de arcillas, que pueden compactar el suelo y generar pegajosidad.

Las clases texturales con aptitud baja (A3) corresponde, en primer lugar, a la arcillosa porque genera alta pegajosidad e impiden el desempeño óptimo de la maquinaria, en segundo lugar las gruesas porque no son eficientes en la retención de humedad y se desgastan más rápidamente los aparejos. Los suelos con dominancia de arcillas 1:1 (oxisoles, ultisoles), se incluyeron en la aptitud media (A2), por su baja pegajosidad y los Histosoles en aptitud baja (A3) debido a su alta porosidad y susceptibilidad de subsidencia.

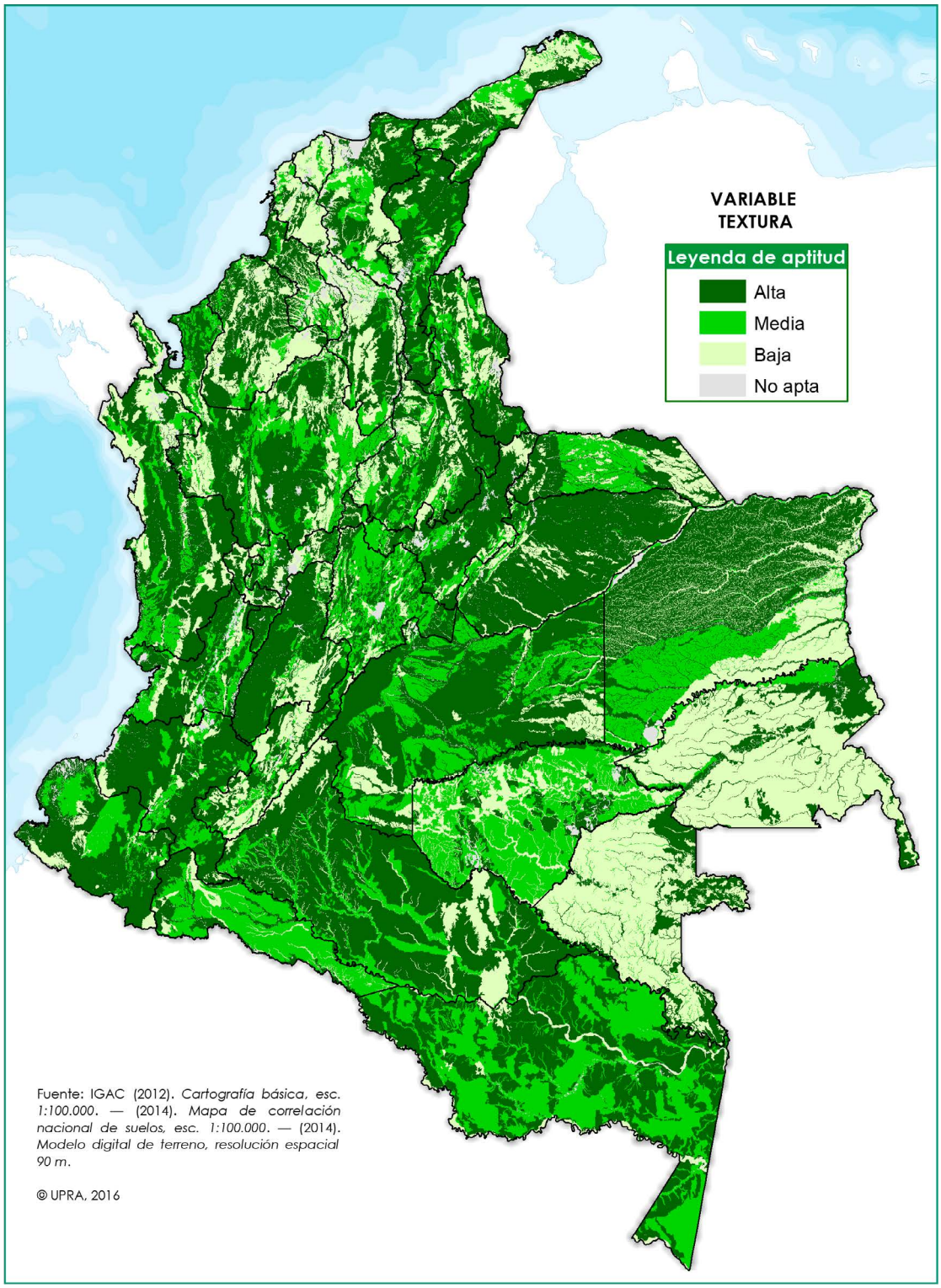
Rangos de aptitud

Textura	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

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA
CRITERIO CAPACIDAD DE LABOREO



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

© UPRA, 2016

FUENTES DE INFORMACIÓN

- IGAC. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos).* Bogotá: IGAC. 119 p.
- _. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2013). *Mapa de geopedología de Colombia, escala 1:100.000.* Bogotá: IGAC.
- _. (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000.* Bogotá: IGAC.
- Montenegro, H. y Malagón, D. (1990). Propiedades físicas de los suelos. Bogotá: IGAC. p. 101 y 157.

1.2.3 Variable pedregosidad

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
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.

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.

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 recubierta 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 sobre la superficie del suelo son muy importantes en la zonificación del cultivo comercial de piña híbrido MD-2, porque tienen influencia en las prácticas de laboreo, cuando se usan maquinaria o implementos manuales, y también porque pueden disminuir el área de siembra del cultivo y en general, dificulta todas las prácticas culturales.

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 para el cultivo de piña híbrido MD-2, debido a que el porcentaje de recubrimiento es tan alto, que no permite las prácticas de laboreo, principalmente en lo que se refiere al uso de maquinaria.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La principal limitante para la evaluación de esta variable, es la forma como se encuentra registrada la información en la base del mapa de geopedología; solamente aparece fase pedregosa y sin fase de pedregosidad. No se encuentra discriminada en los rangos propuestos para esta zonificación.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Las fases de pedregosidad se obtuvieron a partir del mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014). Es importante aclarar que la variable de pedregosidad se tomó únicamente como aparecen en los registros de la información de la base de datos, es decir, fase pedregosa o sin fase de pedregosidad, pero no especificando rangos por porcentaje. Se asume que cuando es pedregosa, la cantidad de fragmentos de roca es mayor al 35 %, por lo tanto no tiene aptitud (N1).

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

De acuerdo a diferentes consultas con gremios, productores, literatura relacionada y Minagricultura, se determinaron como tierras con aptitud alta (A1), los suelos con presencia de fragmentos gruesos menor de 5 %; excluyendo la presencia mayor de 35 % por volumen, porque impide el desempeño de la maquinaria y obstaculiza el desarrollo de las raíces. Sin embargo, la calificación depende de la fase de pedregosidad de las unidades cartográficas de suelos.

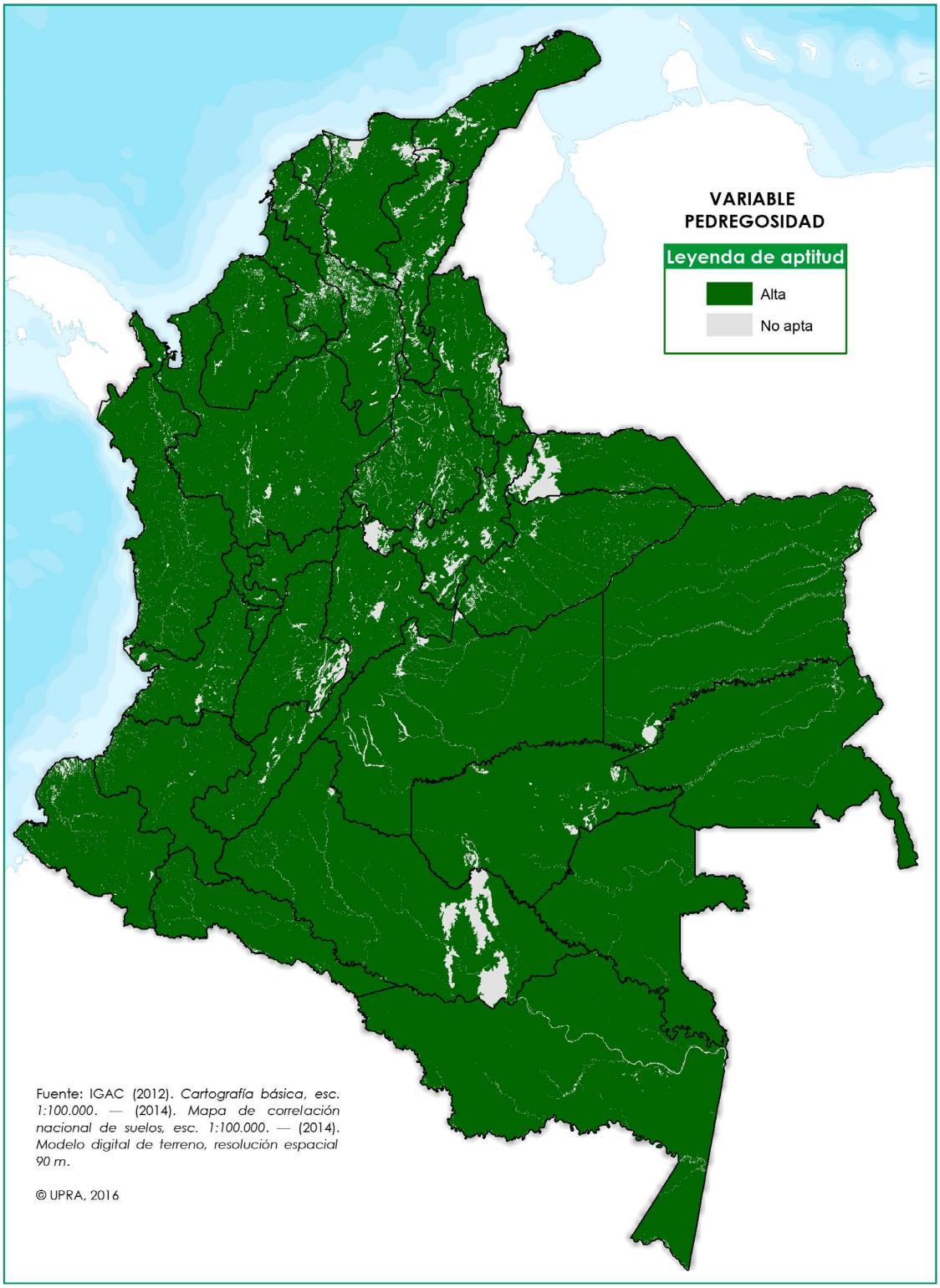
Rangos de aptitud

Clase de pedregosidad por volumen (%)	Aptitud
Sin fase de pedregosidad	A1
Con fase de pedregosidad	N1

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

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA
CRITERIO CAPACIDAD DE LABOREO



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

© UPRA, 2016

FUENTES DE INFORMACIÓN

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

1.3 Criterio disponibilidad de oxígeno

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
COMPONENTE: FÍSICO. **SUBCOMPONENTE:** EDÁFICO		
CRITERIO: DISPONIBILIDAD DE OXÍGENO		
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
Susceptibilidad a inundaciones, expresado como grado de susceptibilidad. Drenaje natural, expresado como clases de drenaje.		
TIPO DE CRITERIO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Cualidad que indica las condiciones de aireación del suelo. Cuando el suelo está libre de saturación de agua, los poros permiten la libre circulación del 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 y, por ende, todas las funciones fisiológicas de las plantas que terminan con altas producciones de frutos.

Por otro lado, la tendencia de algunos terrenos planos a ser inundados y permanecer encharcados, puede afectar el desarrollo normal de las plantas de piña híbrido MD-2, porque la ausencia de oxígeno en la matriz del suelo, se considera una intoxicación para las plantas.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

Debido a los largos períodos de saturación de agua, se ha considerado que suelos con drenaje natural pobre y muy pobre no tienen aptitud para establecer cultivos de piña híbrido MD-2, ya que representan ausencia de oxígeno, que ocasiona niveles de intoxicación a nivel de las raíces de las plantas, lo que conlleva grandes pérdidas en la producción.

Los terrenos que son susceptibles a inundaciones frecuentes o muy frecuentes, también se consideran no aptos para el cultivo comercial de piña híbrido MD-2.

LIMITANTES PARA LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

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

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

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para las clases de aptitud por susceptibilidad a inundaciones y el drenaje natural se tomó como base el mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014), dando la calificación que técnicamente se consideró en cada una de las variables:

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 una de las variables están dados de acuerdo a diferentes consultas con gremios, productores y literatura.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

El argumento para discriminar los diferentes niveles de aptitud del criterio, fue la limitación que cada una de las variables representan en el desarrollo ideal del cultivo, ya que reduce las posibilidades de un buen desarrollo de las plantas; por lo tanto, favorece en el nivel de formación de frutos y proporcionalmente a la producción de piña.

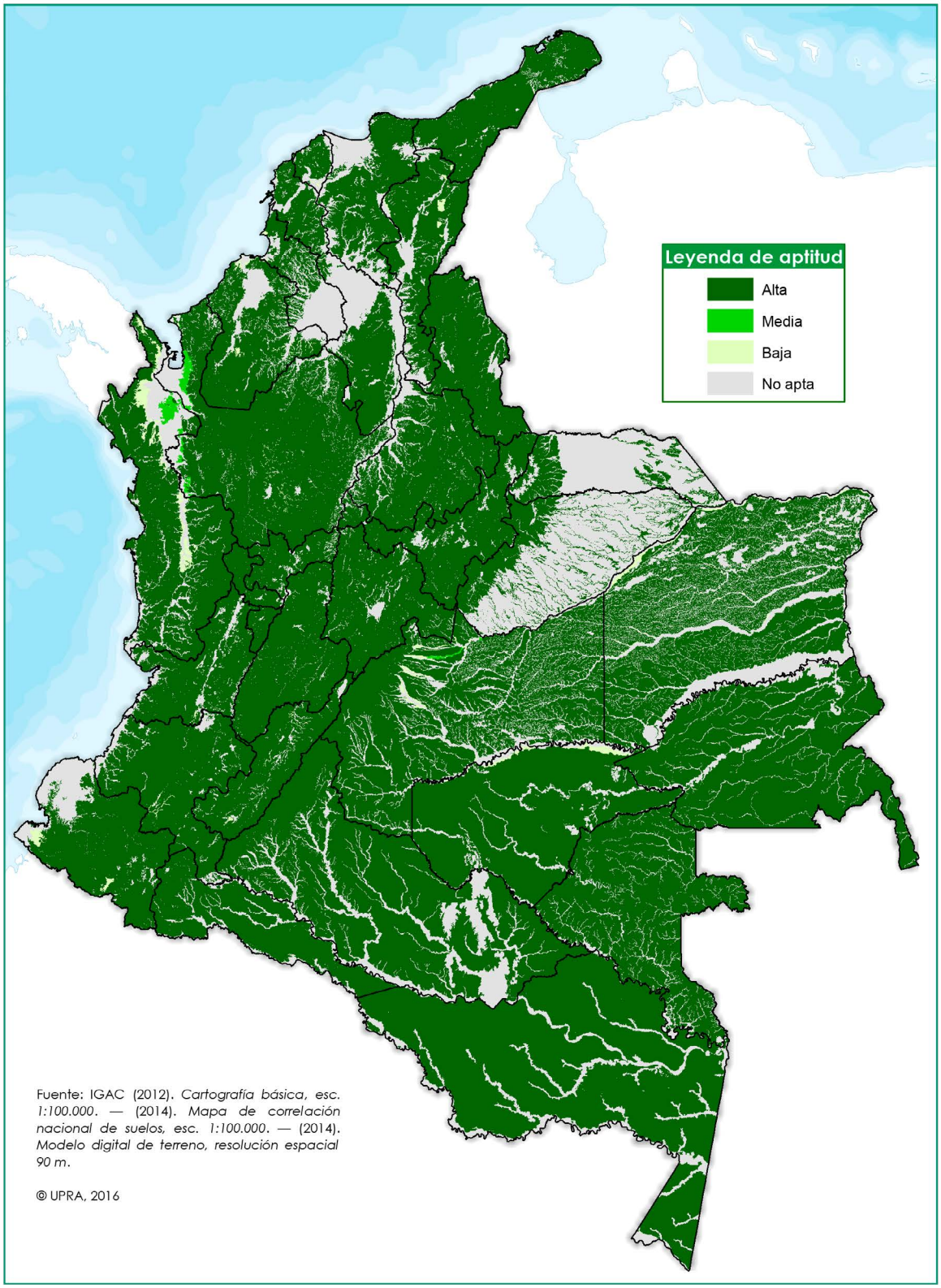
Árbol de decisión del criterio

Drenaje natural	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	

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA

CRITERIO DISPONIBILIDAD DE OXÍGENO



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

© UPRA, 2016

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 p.
- IGAC. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos).* Bogotá: IGAC. 119 p.
- _. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2013). *Mapa de geopedología de Colombia, escala 1:100.000.* Bogotá: IGAC.
- _. (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000.* Bogotá: IGAC.

1.3.1 Variable susceptibilidad a inundaciones

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
COMPONENTE: FÍSICO. **SUBCOMPONENTE:** EDÁFICO		
CRITERIO ASOCIADO: DISPONIBILIDAD DE OXÍGENO		
VARIABLE: SUSCEPTIBILIDAD A INUNDACIONES	**UNIDAD DE MEDIDA:** Adimensional (frecuencia/años)	
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 cuerpo 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 (bacines o cubetas) y en áreas depresionales de las partes altas (bajos o depresiones).

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

Clases de frecuencias de las inundaciones y/o encharcamientos

Clase	Evento
No hay	-
Rara	Una (1) cada 10 o más años
Ocasional	Una (1) cada 2 a 5 años
Frecuente	Una (1) a dos (2) por año
Muy frecuente	Más de dos (2) 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, generalmente afectan el desarrollo vegetativo de la mayor parte de las especies vegetales, aún más cuando duran largos períodos de tiempo.

La tolerancia a las inundaciones y a encharcamientos por parte de las plantas depende de cada especie. El cultivo de piña híbrido MD-2 no es tolerante a los encharcamientos e inundaciones; por lo contrario, se presentan enfermedades y muerte de las plantas.

Para el caso concreto de esta zonificación, se toma la información de forma indirecta según la frecuencia de inundaciones, de acuerdo a 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 encharcamientos frecuentes y muy frecuentes, debido a que se reduce la disponibilidad de oxígeno que afecta la producción óptima de este cultivo.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

El mapa de correlación nacional de suelos, no registra información sobre fases por duración de la inundación o encharcamiento; por lo tanto, en la zonificación de aptitud para el cultivo comercial de piña híbrido MD-2, se incluye su análisis, tomando como base algunas formas de terreno, tipos de relieve, información de los perfiles modales y también los regímenes de humedad que proporcionan los nombres taxonómicos, sin pretender excluir el total de las zonas inundables, debido a que no se puede predecir la duración del evento que es la causante de los daños en los cultivos.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Se tomó como base, las fases de inundación del mapa de correlación nacional de suelos, (IGAC, 2014); después se procedió a inferir el tiempo de duración con las variables de paisaje, drenaje natural y la interpretación 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), mientras que los terrenos inundables frecuentemente o muy frecuentemente, no son aptos para el establecimiento del cultivo de piña híbrido MD-2.

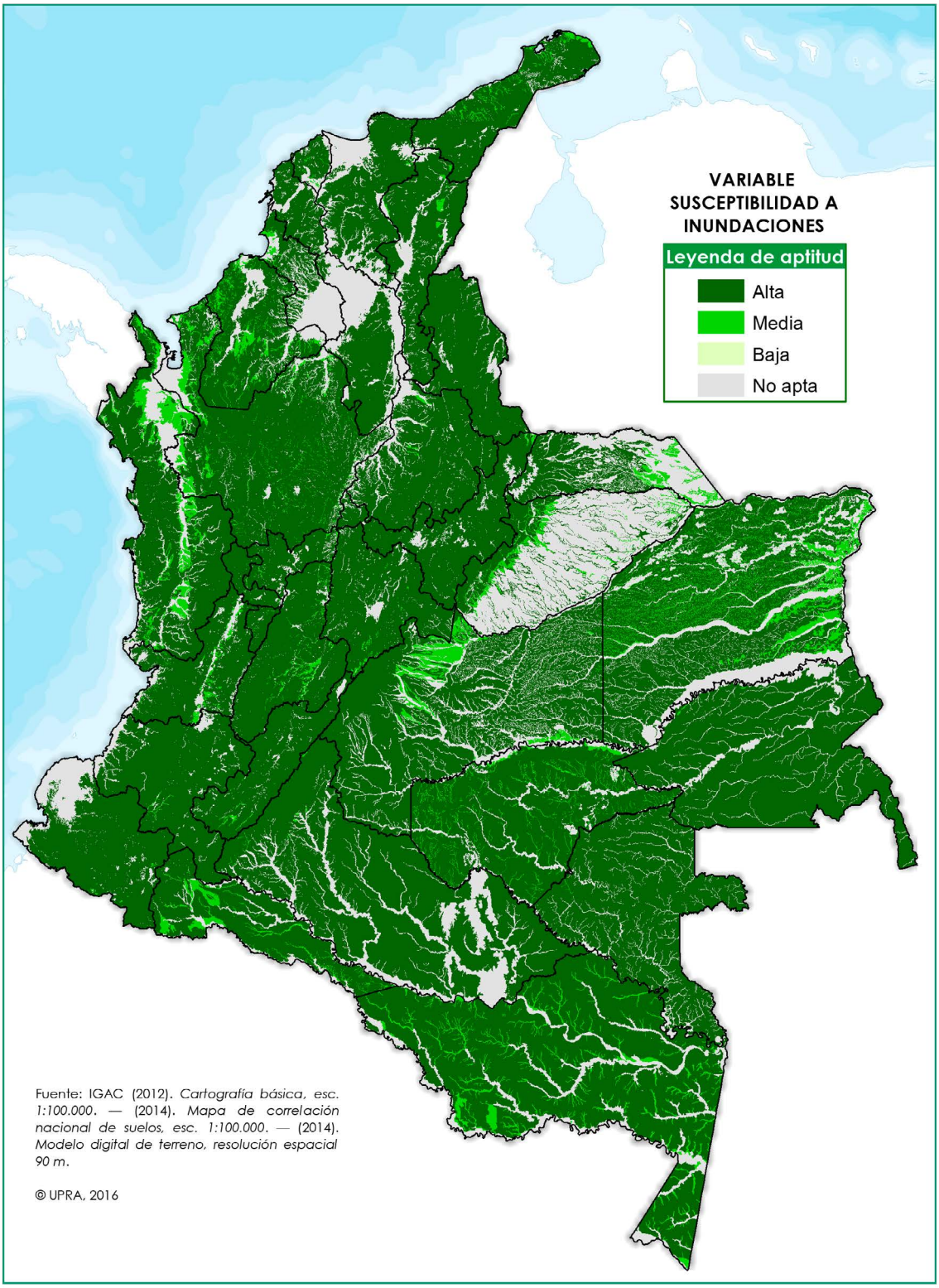
Rangos de aptitud

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

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE PIÑA
CRITERIO DISPONIBILIDAD DE OXÍGENO



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

© UPRA, 2016

FUENTES DE INFORMACIÓN

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

1.3.2 Variable drenaje natural

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
COMPONENTE: FÍSICO. **SUBCOMPONENTE:** EDÁFICO		
CRITERIO ASOCIADO: DISPONIBILIDAD DE OXÍGENO		
VARIABLE: DRENAJE NATURAL	**UNIDAD DE MEDIDA:** Adimensional (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 o 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 piña híbrido MD-2, no es tolerante a suelos 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 piña híbrido MD-2 se excluyen 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.

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 de la unidad, lo que significa que algunos sectores no se pueden representar espacialmente, los cuales pueden ser favorables o desfavorables para el establecimiento y desarrollo del cultivo.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La metodología utilizada para evaluar la variable de drenaje natural consistió en la utilización de la información del mapa de correlación nacional de suelo (IGAC, 2014). En los casos en que alguna unidad no tiene información sobre drenaje natural, se complementa interpretando la taxonomía de los suelos presentes en las unidades cartográficas.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los suelos bien drenados y excesivamente drenados tienen aptitud alta (A1), debido a que no hay restricciones por disponibilidad de oxígeno; el drenaje natural moderado tiene aptitud media (A2), por requerir de algunas obras de drenajes para optimizar el oxígeno disponible. El drenaje natural imperfecto tiene aptitud baja 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 comercial de piña híbrido MD-2, por tener agua en o cerca de la superficie del suelo la mayor parte del tiempo.

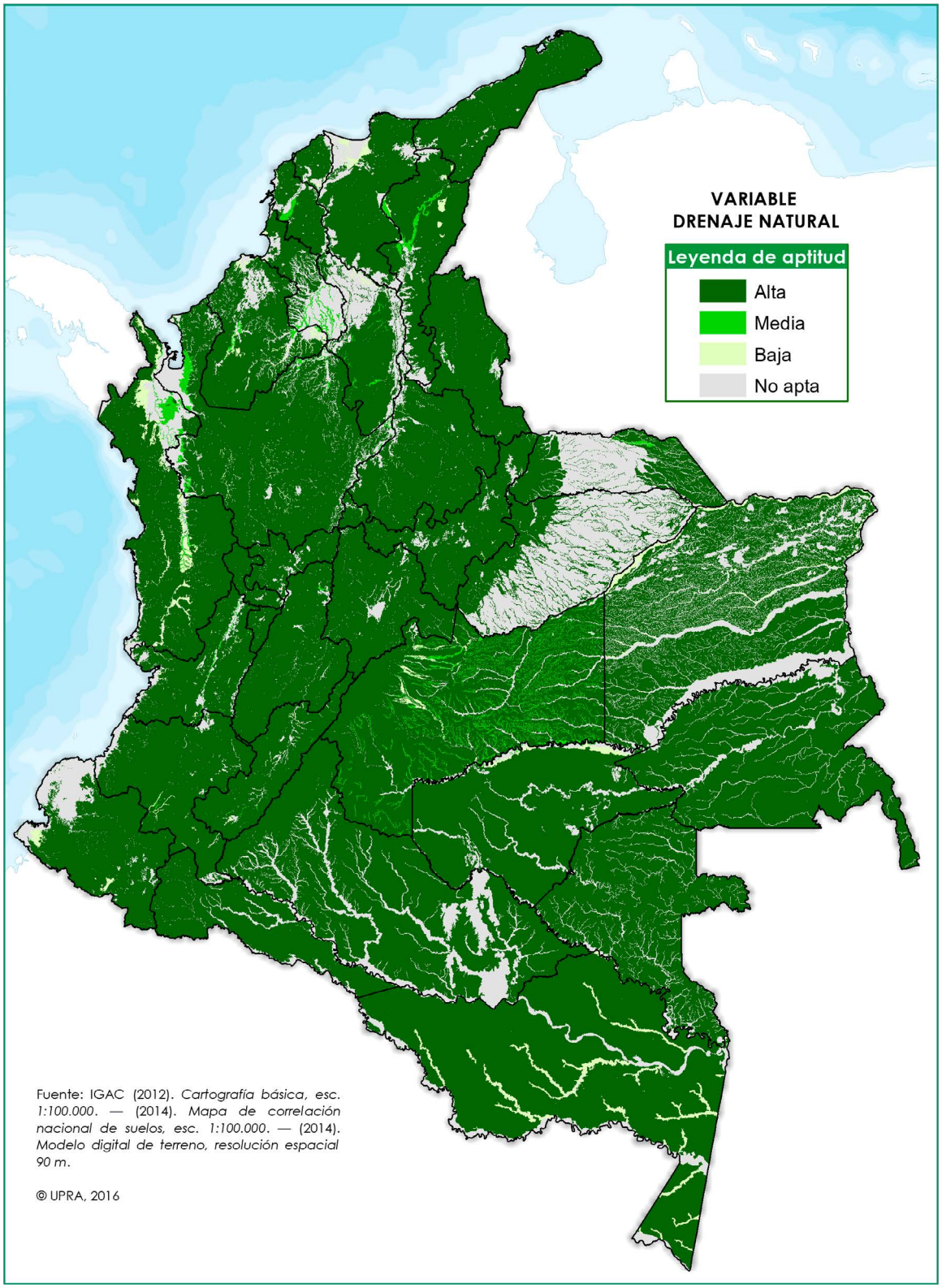
Rangos de aptitud

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

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE PIÑA
CRITERIO DISPONIBILIDAD DE OXÍGENO



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

© UPRA, 2016

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: IGAC. 119 p.
- _. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _ (2013). *Mapa de geopedología de Colombia, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC.
- Montenegro, H. y Malagón, D. (1990). *Propiedades físicas de los suelos*. Bogotá: IGAC, 813 p.
- USDA. (1961). *Land-Capability Classification*. Agriculture Handbook No. 210. EUA: Soil Conservation Service USDA.

1.4 Criterio condiciones de enraizamiento

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
COMPONENTE: FÍSICO. **SUBCOMPONENTE:** EDÁFICO		
CRITERIO: CONDICIONES DE ENRAIZAMIENTO		
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
Profundidad efectiva, expresada en centímetros (cm). Textura, expresada en clase textural. Pedregosidad, expresada en porcentaje (%).		
TIPO DE CRITERIO	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Características físicas del suelo que permiten el desarrollo óptimo de las raíces de las plantas y la formación adecuada de raíces. 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 en que las raíces pueden explorar mayor volumen de suelo, mayores son las posibilidades de las plantas para abastecerse de agua y 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 radicular adecuada, el desarrollo vegetativo del cultivo se realiza uniformemente con la formación y llenado adecuado de los frutos.

Las buenas condiciones físicas del suelo, acompañadas del adecuado suministro de nutrientes, se reflejan en buenos rendimientos del cultivo.

La piña híbrido MD-2 posee un sistema superficial de raíces, cuya extensión varía de acuerdo con el suelo y estado nutricional de la planta. Las raíces no se extienden mucho lateralmente y la planta extrae los nutrientes dentro de una distancia de 30 cm de su base.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

En el análisis de cada una de las variables que integran el criterio de condiciones de enraizamiento se concluye que los límites a partir de los cuales no es aconsejable el establecimiento de cultivos de piña híbrido MD-2 son la profundidad efectiva menor de 25 cm y una pedregosidad mayor de 35 %.

LIMITANTES PARA LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

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

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

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

La pedregosidad se extrae como fase de las unidades cartográficas de suelos; cuando es pedregosa se asume un contenido mayor de 35 %, ya que esta se determina en la etapa de campo del estudio de suelos.

Profundidad efectiva (cm)	Aptitud
≥ 50	A1
25-50	A2
< 25	N1

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

Pedregosidad (%)	Aptitud
Sin fase de pedregosidad	A1
Con fase de pedregosidad	N1

Los rangos de aptitud de cada una de las variables están dados de acuerdo a diferentes consultas con gremios, productores y literatura relacionada.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

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

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 con lo que proporcionalmente se disminuye la producción.

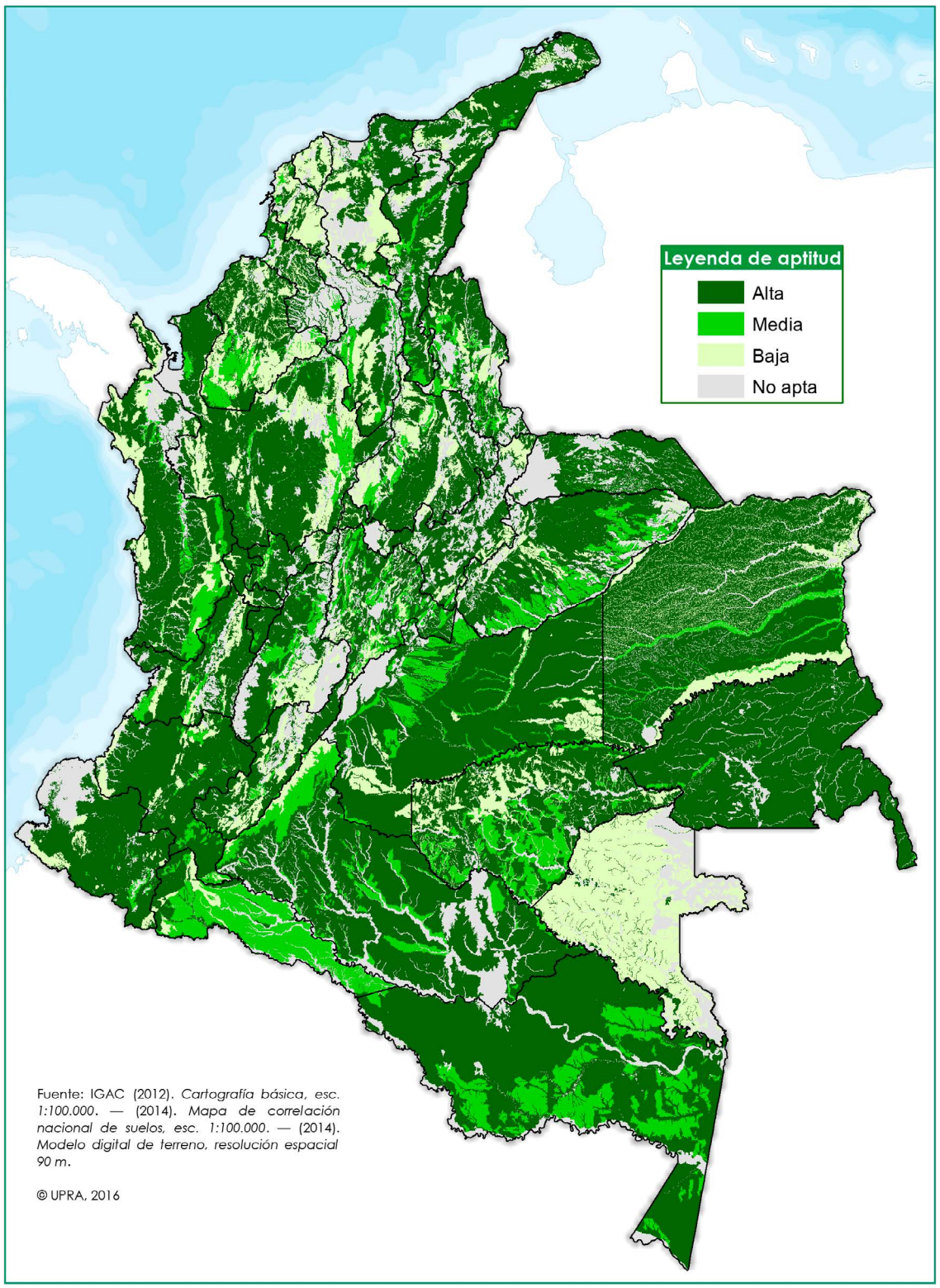
Los suelos clasificados como Oxisoles y Ultisoles finos se califican en aptitud media (A2) debido a su buena porosidad y los Histosoles en aptitud baja (A3) por su alta permeabilidad y susceptibilidad a la subsidencia.

Árbol de decisión para el criterio

Profundidad (cm)	Textura	Pedregosidad (%)	Aptitud
> 50	F, FL, FA, FArA, L, FArL, FAr, AF	No pedregoso	A1
		Pedregoso	N1
	ArA, ArL	No pedregoso	A1
		Pedregoso	N1
	Ar, A	No pedregoso	A3
		Pedregoso	N1
25-50	F, FL, FA, L, FArA, FArL, FAr	No pedregoso	A2
		Pedregoso	N1
	ArA, ArL, AF	No pedregoso	A2
		Pedregoso	N1
	Ar, A	No pedregoso	A3
< 25	Cualquiera	Cualquiera	N1

Unidad de análisis	Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos
REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO	

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



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

© UPRA, 2016

FUENTES DE INFORMACIÓN

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

1.4.1 Variable profundidad efectiva

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
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 piña híbrido MD-2, el suelo debe tener una profundidad efectiva mayor o igual de 50 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 piña híbrido MD-2, debido a que de ella depende en gran medida el buen desarrollo para la obtención de óptimas cosechas.

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

Se definieron las profundidades efectivas menores de 25 cm como no aptas para el establecimiento del cultivo comercial de piña híbrido MD-2, debido a que en estas profundidades hay restricciones en el espacio para la disponibilidad de nutrientes y buen desarrollo de las raíces para una producción rentable.

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 misma existen algunos sectores con diferentes profundidades efectivas al componente mayor y por lo tanto aptitudes diferentes.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Las clases de profundidad efectiva se obtuvieron a partir de mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014) 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 a diferentes consultas con gremios, productores y literatura, se determinaron como tierras con aptitud alta los suelos con profundidad mayor o igual de 50 cm, media entre 25 y 50 cm, excluyendo las profundidades menores a 25 cm, por no ser suficiente para el desarrollo de las raíces y por el poco volumen para el movimiento de suelo.

Es relevante mencionar que, en la determinación de los rangos de aptitud de la profundidad efectiva radicular de los suelos desde el punto de vista físico, se tuvieron en cuenta las limitaciones absolutas como la presencia de roca continua y compacta, 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. Las limitaciones por aspectos químicos por cantidades excesivas de sales se califican como no aptos en la evaluación de dichas variables.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

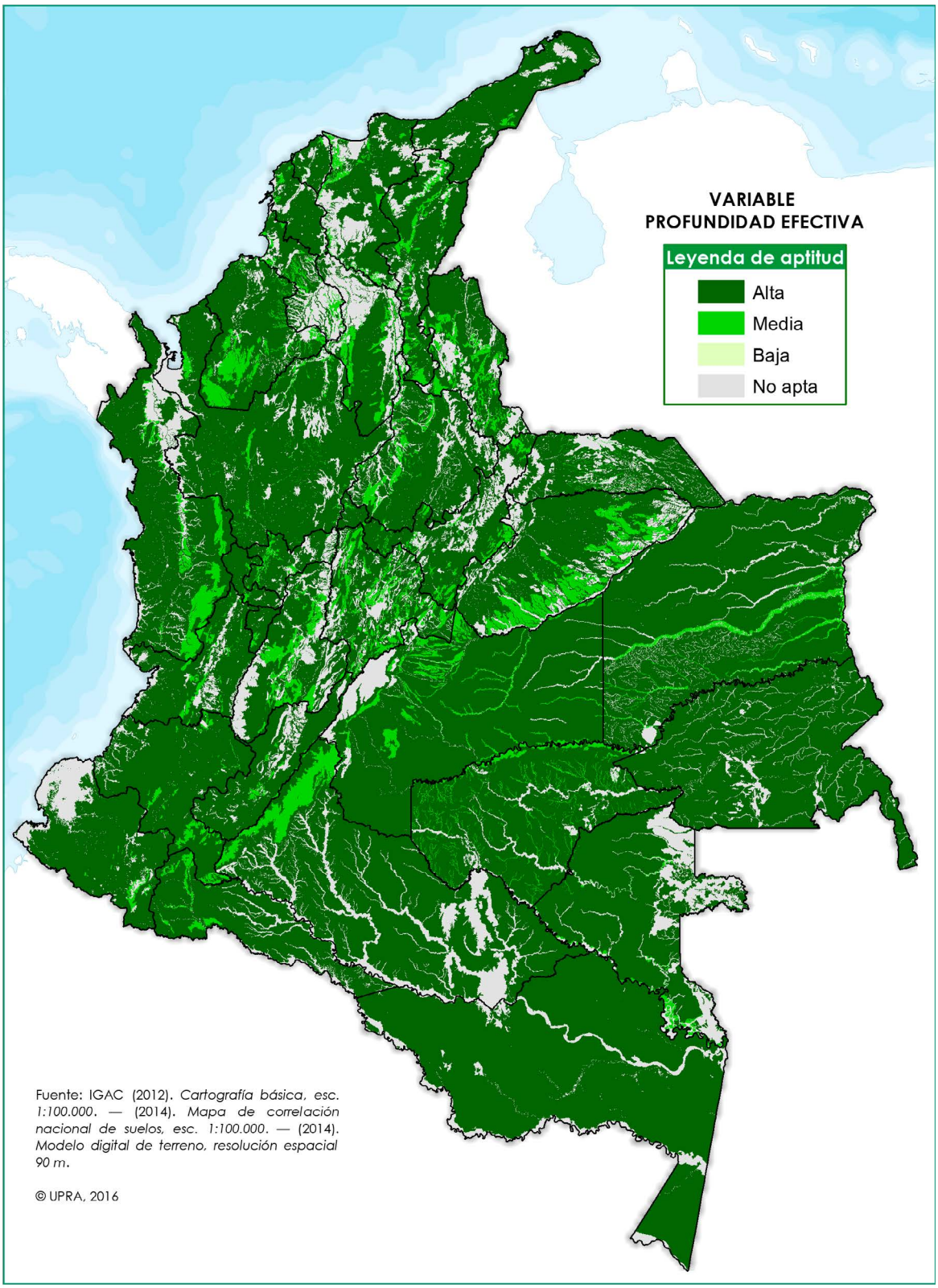
Esta variable criterio presenta los siguientes rangos de aptitud:

Profundidad efectiva (cm)	Aptitud
≥ 50	A1
25-50	A2
< 25	N1

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

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

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



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

© UPRA, 2016

FUENTES DE INFORMACIÓN

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

1.4.2 Variable textura

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
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

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 es una variable de importancia para establecimiento del cultivo de piña híbrido MD-2, porque propicia los tipos de interacciones que se pueden dar entre el suelo y las plantas, dado que las propiedades físicas de los suelos son determinadas en gran parte por este componente del suelo.

La textura del suelo es una propiedad física que se usa como criterio para evaluar otras propiedades como la capacidad de intercambio catiónico (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 suelo.

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

Se considera que en todos los tipos de textura el cultivo de piña híbrido MD-2 puede llevarse a cabo, sólo que los mismos dan niveles de aptitud diferentes, por lo tanto, no hay exclusión.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La mayoría de las unidades cartográficas de suelos en los estudios generales, representan asociaciones o complejos de suelos y se califica el componente de mayor representación dentro de la unidad. Por tanto, es posible tener algunos sectores dentro de cada unidad de suelos con texturas de diferente calificación al componente mayor, 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 piña híbrido MD-2 en relación con el crecimiento y buen desarrollo vegetativo durante el ciclo de producción y de acuerdo con la información suministrada por los diferentes gremios y productores.

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

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 piña híbrido MD-2 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 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 baja (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 Oxisoles y Ultisoles se califican en aptitud media (A2) debido a que las arcillas de relación 1:1 tienen mejores propiedades físicas. Los Histosoles se califican en aptitud alta (A1) por su alta porosidad y muy baja densidad aparente.

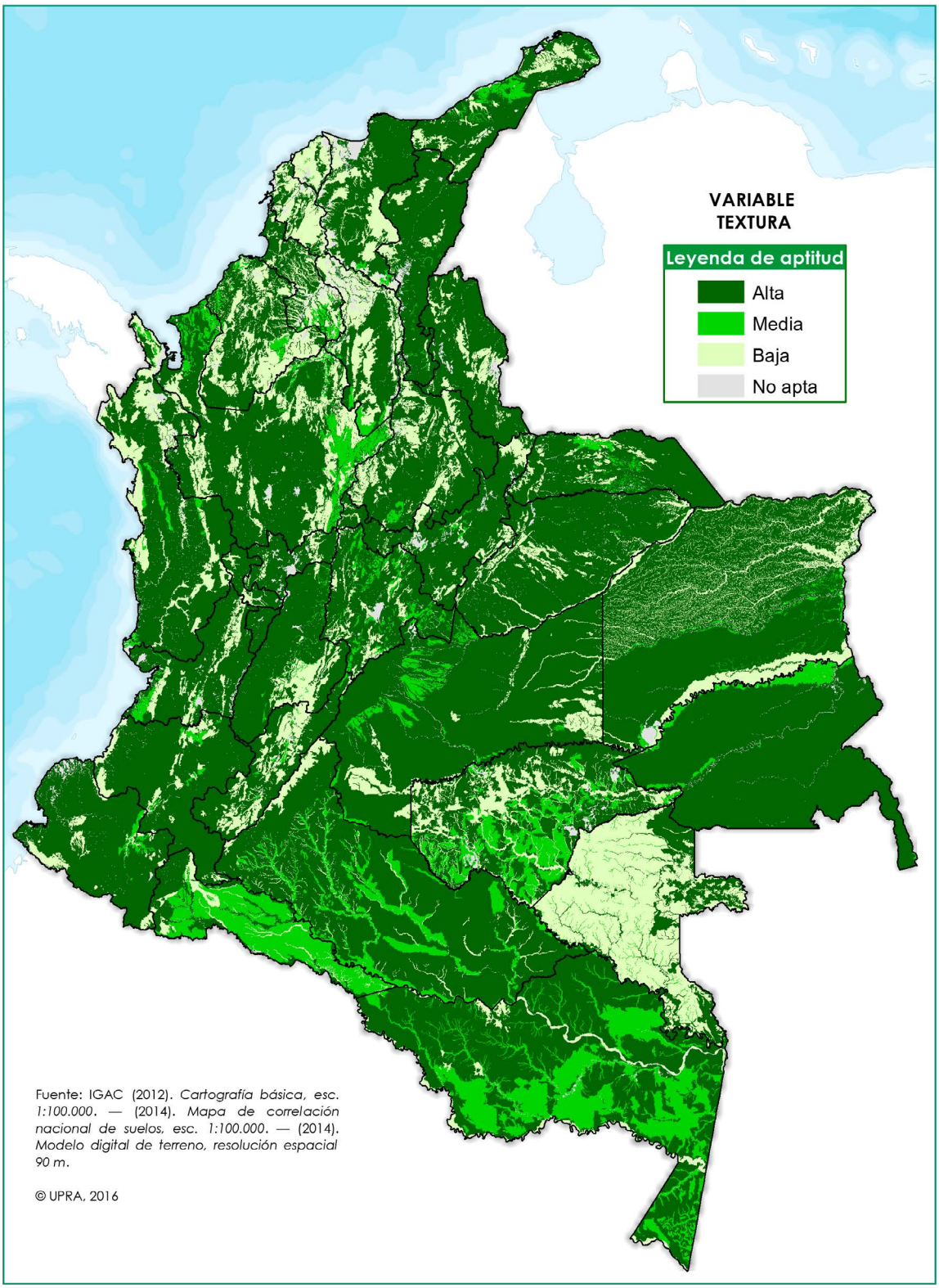
Esta variable presenta los siguientes rangos de aptitud:

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

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

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

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



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

© UPRA, 2016

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Montenegro y Malagón (1990). *Propiedades físicas de los suelos.* Bogotá: IGAC. 813 p.
- IGAC. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos).* Bogotá: IGAC. 119 p.
- _. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2013). *Mapa de geopedología de Colombia, escala 1:100.000.* Bogotá: IGAC.
- _. (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000.* Bogotá: IGAC.

1.4.3 Variable pedregosidad

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
COMPONENTE: FÍSICO. **SUBCOMPONENTE:** EDÁFICO		
CRITERIO ASOCIADO: CONDICIONES DE ENRAIZAMIENTO		
VARIABLE: PEDREGOSIDAD	**UNIDAD DE MEDIDA:** Porcentaje (%)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

La pedregosidad 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 piña híbrido MD-2, 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 considera que en áreas donde hay fragmentos de roca mayor al 35 %, no son aptas (N1) para el cultivo de piña híbrido MD-2, debido a que en este nivel de pedregosidad se impide el suministro de nutrientes y de agua a las plantas.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La principal limitante para la evaluación de esta variable, es la forma como se encuentra registrada la información en la base de geopedología, solamente aparece, fase pedregosa y sin fase pedregosa; no se encuentra expresada. Se considera que la fase pedregosa tiene un contenido mayor de 35 %, el cual ha sido evaluado en la etapa de campo durante la elaboración del estudio de suelos.

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). Es importante aclarar que la variable de pedregosidad se tomó únicamente como aparecen en los registros de la información de la base de datos, es decir, fase pedregosa o sin fase pedregosa, pero no especificando rangos por porcentaje. Se asume que cuando es pedregosa, la cantidad de fragmentos de roca es mayor o igual a 35 %.

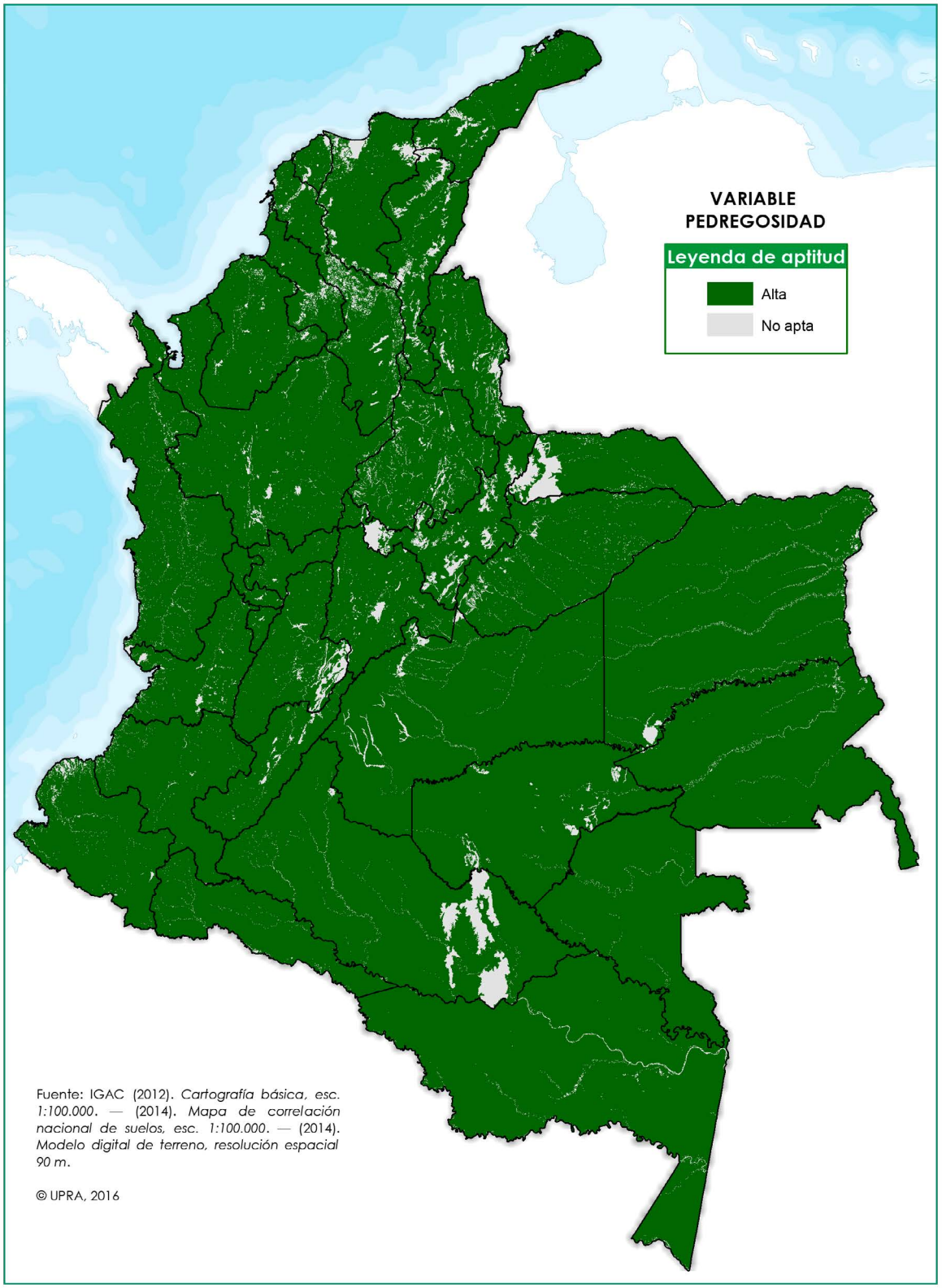
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

De acuerdo a diferentes consultas con gremios, productores, literatura y Minagricultura, se determinaron como tierras con aptitud alta los suelos con presencia de fragmentos gruesos menor de 3 % por volumen, moderada entre 3 % y 15 % por volumen y aptitud marginal, entre 15 y 35 % por volumen, excluyendo la presencia mayor de 35 %, porque obstaculizan el uso de maquinaria o implementos de labranza para el laboreo y el buen desarrollo radicular.

Rangos de aptitud

Pedregosidad (%)	Aptitud
Sin fase de pedregosidad	A1
Con fase de pedregosidad	N1

Unidad de análisis	Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos
REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE	



FUENTES DE INFORMACIÓN

- IGAC. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos).* Bogotá: IGAC. 119 p.
- _. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2013). *Mapa de geopedología de Colombia, escala 1:100.000.* Bogotá: IGAC.
- _. (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000.* Bogotá: IGAC.
- Van Wambeke, A. y Forbes, T. (Ed.). (2013). *Criterios para el uso de la taxonomía de suelos en la denominación de unidades cartográficas.* EUA: SMSS, monografía técnica no. 15. p. 44-46.

1.5 Criterio disponibilidad de humedad

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
COMPONENTE: FÍSICO. **SUBCOMPONENTE:** EDÁFICO		
CRITERIO: DISPONIBILIDAD DE HUMEDAD		
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
Régimen de humedad, expresado como clase de régimen. Textura, expresada como clase textural.		
TIPO DE CRITERIO	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

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 se suceden en el suelo, así como del crecimiento de las plantas. En condiciones naturales, donde no hay posibilidad de riego suplementario, 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 de piña híbrido MD-2.

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 piña, 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 piña híbrido MD-2 es susceptible a los encharcamientos e inundaciones, porque la planta se asfixia con facilidad y es vulnerable al ataque de patógenos en raíces; en el segundo y tercero se presenta ausencia de oxígeno, por lo tanto, significa intoxicación a nivel de las raíces de las plantas, lo que conlleva grandes pérdidas en la producción.

La variable textura no tiene niveles restrictivos, es decir, no se considera que tenga un límite que signifique que no son aptos para establecer cultivos de piña híbrido MD-2.

LIMITANTES PARA LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

La mayoría de las unidades cartográficas de suelos, a escala 1:100.000, son asociaciones, donde para cada una de las variables que conforman el criterio, se califica el componente taxonómico de mayor representatividad dentro de la unidad; esto significa que dentro de la misma existen áreas que tienen calificaciones diferentes al componente mayor 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 de disponibilidad de nutrientes se extractaron del mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014), dando la calificación que técnicamente se consideró en cada una de las variables:

Régimen de humedad	Aptitud
Údico, ústico	A1
Arídico, ácuico, 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 con gremios, productores y reportes técnicos.

Los suelos oxisoles y ultisoles se califican en aptitud media (A2) por su poca retención de humedad; los histosoles en aptitud alta (A1) por su buena retención de humedad.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

El argumento para discriminar los diferentes niveles de aptitud del criterio, fue la limitación que cada una de las variables representa en el desarrollo ideal del cultivo, ya que reduce las posibilidades de un buen desarrollo de las plantas, el grado de formación de frutos y proporcionalmente disminuye la producción.

Árbol de decisión del criterio

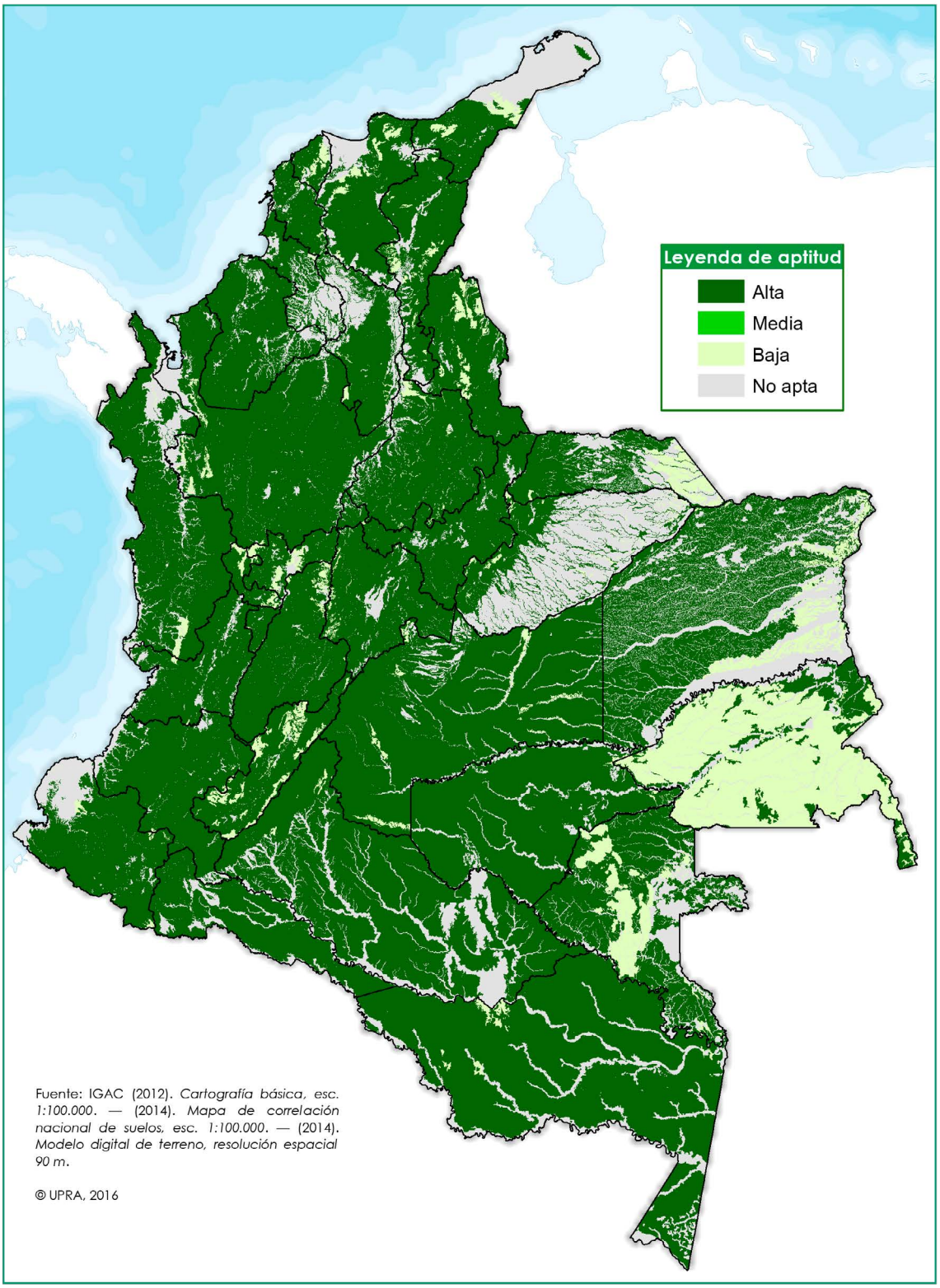
Régimen de humedad	Textura	Aptitud
Údico, ústico	Ar, ArA, ArL, FAr, FArA, FArL, F	A1
	FA, L, FL	A2
	A, AF	A3
Arídico, ácuico, perácuico	Cualquiera	N1

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

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA

CRITERIO DISPONIBILIDAD DE HUMEDAD



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

© UPRA, 2016

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 p.
- IGAC. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos).* Bogotá: IGAC. 119 p.
- _. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2013). *Mapa de geopedología de Colombia, escala 1:100.000.* Bogotá: IGAC.
- _. (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC.
- Montenegro, H. y Malagón, D. (1990). *Propiedades físicas de los suelos.* Bogotá: IGAC. 813 p.

1.5.1 Variable régimen de humedad

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
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

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).

Údico: del latín *udus*, húmedo, es aquel en el cual la sección control de humedad en el suelo no está seca en alguna parte por un período tan largo 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. Este régimen cuando es extremadamente húmedo se le llama perúdico.

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 tanto, se considera un indicador de la disponibilidad de agua para las plantas.

Los regímenes de humedad están condicionados a la distribución de las lluvias de las regiones y al número de días secos consecutivos durante el año. Los regímenes de humedad údico y ústico son óptimos para el cultivo de piña híbrido MD-2.

La importancia de esta variable se fundamenta en que para el establecimiento y desarrollo del cultivo comercial de piña híbrido MD-2 hay muy poca infraestructura de riego; por lo tanto, la disponibilidad natural de agua en el suelo es fundamental para el cultivo.

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

Se excluyen los 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) y 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 de humedad de los suelos se realizó a partir de la información del mapa de correlación nacional de suelos, (IGAC, 2014). En los casos que no tienen definido el régimen de humedad dentro de la capa de geopedología, se complementaron interpretando la clasificación taxonómica de los suelos presentes en las unidades cartográficas.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

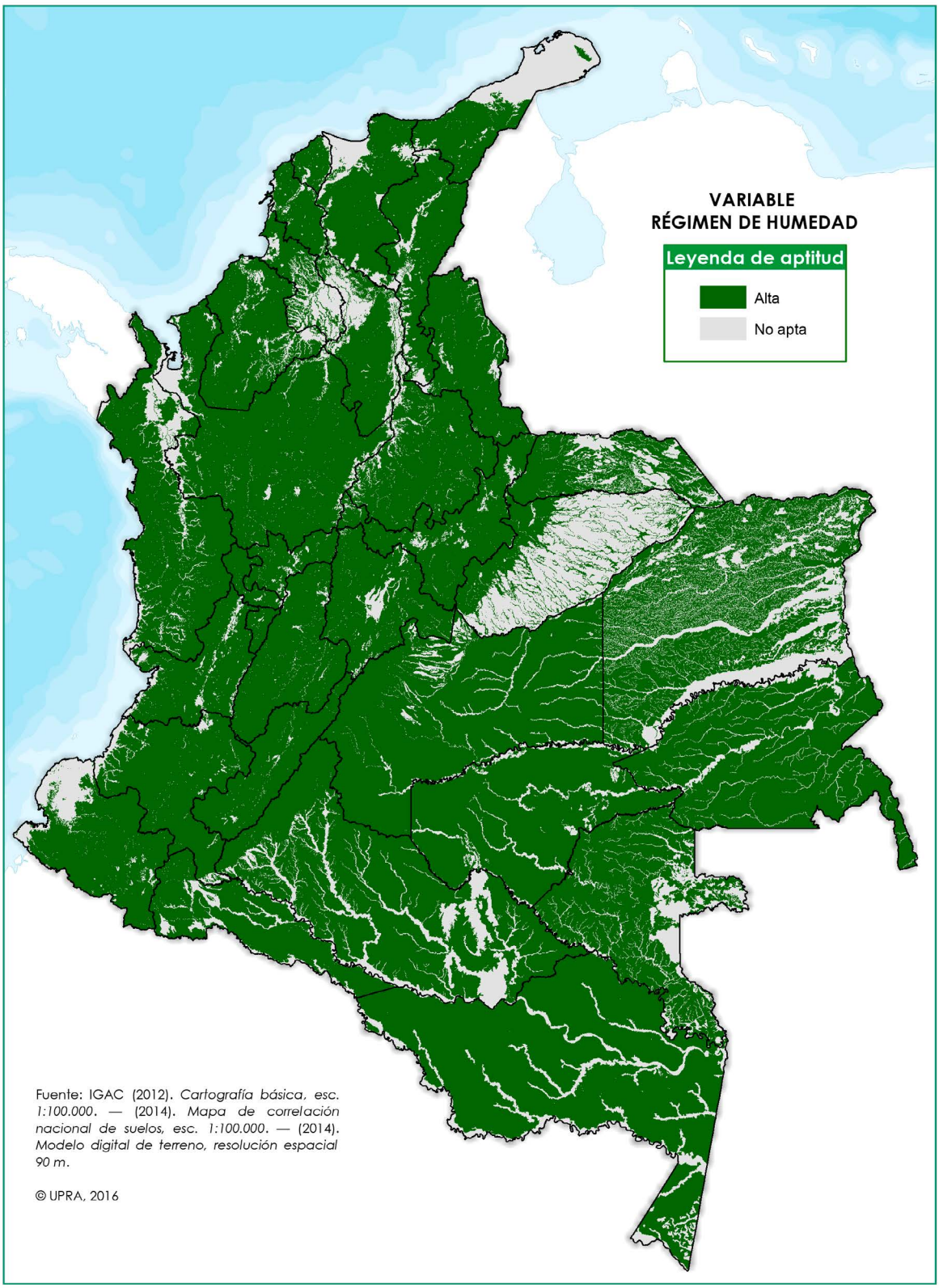
Se consideran para el cultivo comercial de la piña híbrido MD-2 los siguientes rangos de aptitud:

Régimen de humedad	Aptitud
Údico, ústico	A1
Arídico, ácuico, perácuico	N1

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

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA
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 p.
- Montenegro, H. y Malagón, D. (1990). *Propiedades físicas de los suelos.* Bogotá. 813 p.
- 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.* Bogotá: IGAC.
- 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 PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
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

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 es una variable importante en la zonificación para establecimiento del cultivo de piña híbrido MD-2, porque propicia los tipos de interacciones que se pueden dar entre el suelo y las plantas, dado que las propiedades físicas de los suelos son determinadas en gran parte por esta variable.

La textura es una propiedad física del suelo que se usa para evaluar las variables de capacidad para retener agua, (texturas finas retienen más agua que las texturas gruesas), capacidad de intercambio catiónico (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 presentan 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 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 genere diferentes rendimientos.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La mayoría de las unidades cartográficas de suelos en los estudios generales, representan asociaciones o complejos de suelos, donde se califica el componente de mayor representatividad dentro de la unidad, la cual se realiza sobre 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 representarlas espacialmente.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Esta variable se define con base en los requerimientos del cultivo de piña híbrido MD-2, consultados a los diferentes gremios y productores, en su relación con el crecimiento y buen desarrollo vegetativo durante su ciclo de producción.

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

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

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Las clases texturales con mayor contenido de arcillas se califican con aptitud alta (A1), porque favorecen una alta retención de humedad que permite al suelo tener reservas para la época de bajas lluvias. 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 los de limo y arcilla, que son los que desfavorecen la retención de agua necesaria para el normal crecimiento y desarrollo del cultivo comercial de piña híbrido MD-2.

Los suelos clasificados como Oxisoles y Ultisoles se califican en aptitud media (A2) por tener menor retención de humedad. Los Histosoles en aptitud alta (A1) por su alta retención de humedad.

Rangos de aptitud

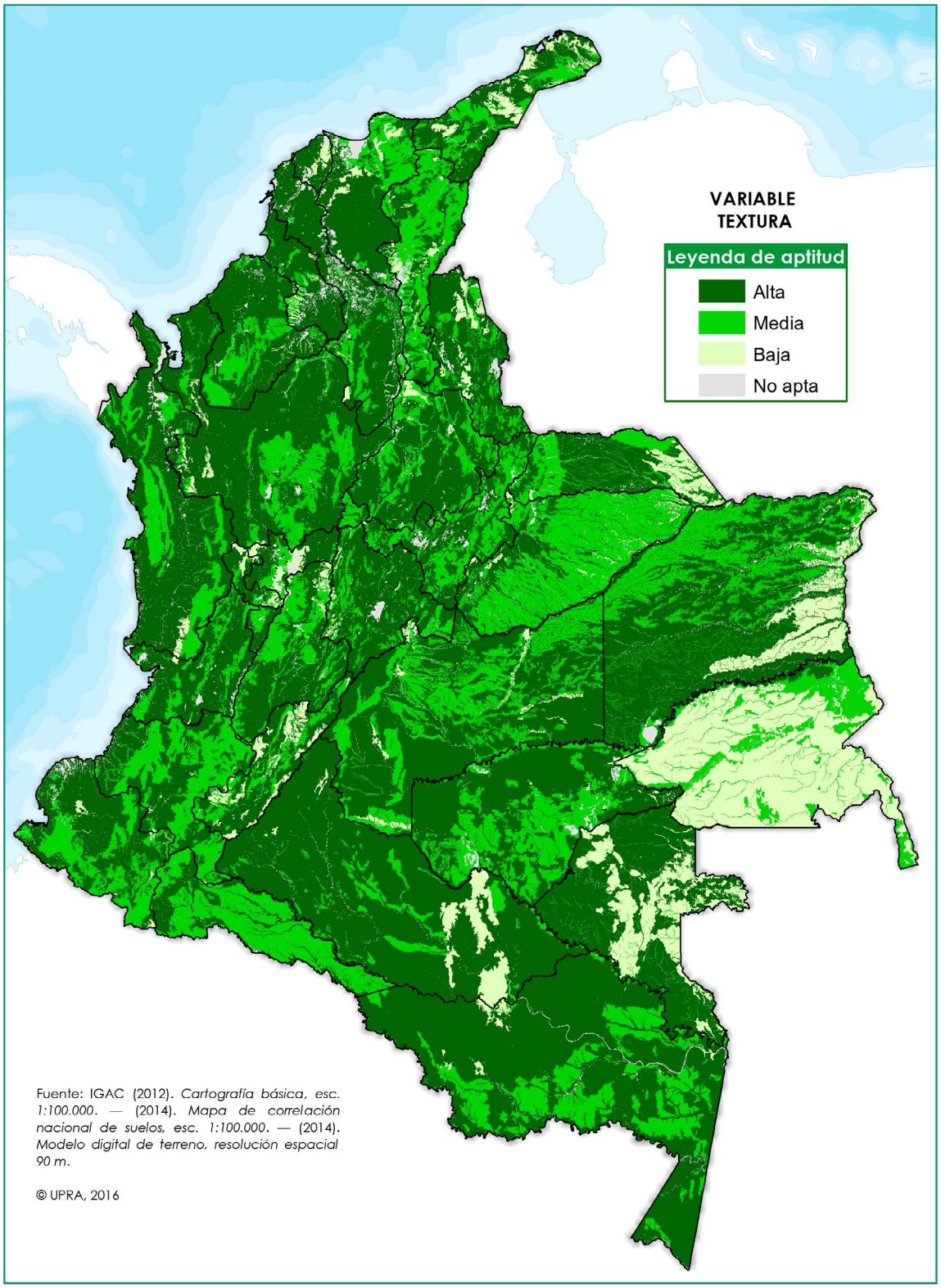
Textura	Aptitud
Ar, ArA, ArL, FAr, FArA, FArL, F	A1
FA, L, FL	A2
A, AF	A3

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

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA

CRITERIO DISPONIBILIDAD DE HUMEDAD



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

© UPRA, 2016

FUENTES DE INFORMACIÓN

- IGAC. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos).* Bogotá: IGAC. 119 p.
- _. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2013). *Mapa de geopedología de Colombia, escala 1:100.000.* Bogotá: IGAC.
- _. (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000.* Bogotá: IGAC.
- Montenegro, H. y Malagón, D. (1990). *Propiedades físicas de los suelos.* Bogotá: IGAC. p. 101 y 157.

1.6 Criterio riesgo fitosanitario

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO	
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2**
COMPONENTE: FÍSICO. **SUBCOMPONENTE:** FITOSANITARIO	
CRITERIO: RIESGO FITOSANITARIO	

TIPO DE CRITERIO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Conjunto de las principales condiciones ambientales (exceso hídrico y drenaje natural) que explican el riesgo de inoculación, infección, propagación y daños causados por organismos fitopatógenos en cultivos comerciales de piña híbrido MD-2.

Se priorizaron la pudrición del cogollo *(Phytophthora parasítica)* y la pudrición del fruto *(Phytophthora cinnamomi).*

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

La piña híbrido MD-2 presenta una gran cantidad de plagas, insectos y enfermedades asociados al suelo, los cuales son de importancia económica debido a su alta incidencia y proliferación, que impactan en el desarrollo de la actividad productiva. En las zonas donde se desarrolla la explotación comercial del cultivo, se presentan condiciones ambientales y endémicas que aumentan el riesgo de desarrollo de estos limitantes fitosanitarios, siendo la pudrición de cogollo (Phytophthora parasitica, Phytophthora cinnamomi), la enfermedad de mayor relevancia por su agresividad, con altos costos de control, por tanto, fueron priorizadas por la UPRA.

Por lo anterior, determinar zonas con diferentes niveles de riesgo de aparición y desarrollo de las enfermedades basado en las condiciones ambientales que influyen directamente sobre su ciclo biológico y desarrollo, permite contemplar diferentes escenarios productivos, así como de medidas de mitigación y manejo que pueden ser establecidos para cada zona de acuerdo al nivel de riesgo.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

Los organismos fitopatógenos responden a diferentes estímulos o condiciones que hacen que su aparición y desarrollo biológico no estén enmarcados dentro de unas 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 piña híbrido MD-2 son seriales históricos recientes. 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 riesgo fitosanitario se construyó con base en dos elementos, uno climático y uno edáfico, que reúnen condiciones ambientales determinantes (exceso hídrico y nivel de drenaje) que afectan directamente la aparición y el desarrollo de dos agentes causales que generan una enfermedad que causan daños económicos en el cultivo de la piña híbrido MD-2.

Para el ejercicio de zonificación y determinación de zonas de aptitud, se utilizaron las variables de exceso hídrico y nivel de drenaje; estas variables fueron establecidas de acuerdo a la discusión técnica realizada por parte del grupo del componente físico y a la experiencia de los profesionales del área de sanidad vegetal, climatología y producción de piña híbrido MD-2. Una vez construidos los rangos, se realizó el cruce de estas variables generando a cada una, un peso determinado de acuerdo a la variable, a través de la metodología de ponderación en porcentaje por parte del especialista. Se atribuyó un valor de ponderación del 60 % al nivel de drenaje y un 40 % al exceso hídrico.

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:

Variables	A1	A2	A3
Exceso hídrico (mm)	< 500	500-1500	> 1500
Drenaje natural	Excesivo, bien drenado y moderado	Imperfecto	Pobre y muy pobremente drenado

A3: 1,0-1,6

A2: 1,7-2,3

A3: 2,4- 3,0

A1: Zonas con riesgo bajo de aparición y desarrollo de la enfermedad, son definidas como zonas donde se puede desarrollar con una alta aptitud el cultivo de piña híbrido MD-2, 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.

A2: Zonas con riesgo medio de aparición y desarrollo de la enfermedad, son definidas como zonas que presentan aptitud moderada para el desarrollo del cultivo de piña híbrido MD-2 ya 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 fitopatógenos inicialmente de carácter cultural, y como segunda opción control químico/biológico.

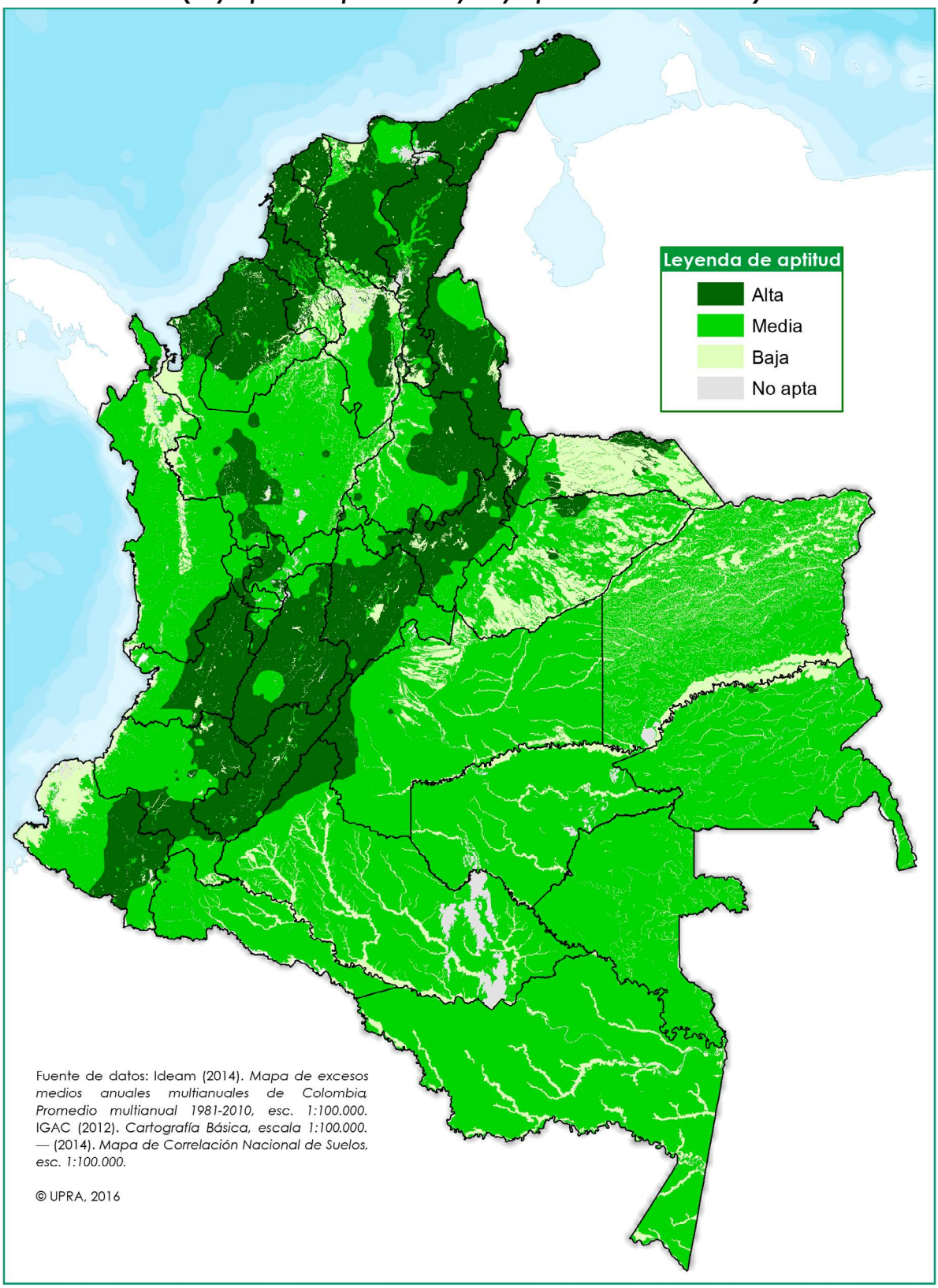
A3: Zonas con riesgo alto de aparición y desarrollo de la enfermedad, se definen como zonas que presentan aptitud baja para el cultivo de piña híbrido MD-2 debido a la alta probabilidad de desarrollo de limitantes sanitarios que involucran medidas de manejo cultural y control químico, con alta frecuencia y mayor regularidad que en zonas de aptitud media (A2), con la connotación que no realizarlas, conlleva una significativa disminución en producción y calidad.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA

CRITERIO RIESGO FITOSANITARIO PARA PUDRICIÓN DEL COGOLLO Y LA FRUTA

(*Phytophthora parasitica y Phytophthora cinnamomi*)



Fuente de datos: Ideam (2014). *Mapa de excesos medios anuales multianuales de Colombia, Promedio multianual 1981-2010, esc. 1:100.000.* IGAC (2012). *Cartografía Básica, escala 1:100.000.* — (2014). *Mapa de Correlación Nacional de Suelos, esc. 1:100.000.*

© UPRA, 2016

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Ideam. (2015). *Mapa de isoyetas de Colombia a escala 1:100.000.* Bogotá: IGAC.
- IGAC. (2010). *Mapa de drenaje natural de Colombia, escala 1:100.000.* Bogotá: IGAC.
- _. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

1.6.1 Variable exceso hídrico asociado a pudrición del cogollo y del fruto

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
COMPONENTE: FÍSICO **SUBCOMPONENTE:** FITOSANITARIO		
CRITERIO ASOCIADO: RIESGO FITOSANITARIO		
VARIABLE: EXCESO HÍDRICO ASOCIADO A PUDRICIÓN DEL COGOLLO Y DEL FRUTO	**UNIDAD DE MEDIDA:** mm/año	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Relación existente entre la cantidad de agua presente en el suelo que supera la capacidad de campo y genera encharcamiento o lámina de agua, y el patógeno.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE EN EL RIESGO FITOSANITARIO

La saturación de agua en el suelo denominado como exceso, se convierte en una evidente fuente de inoculación y desarrollo del patógeno agente causal de la pudrición de cogollo y del fruto *(Phytophthora parasitica y P. cinnamomi)*, zonas con condiciones de encharcamiento potenciales son susceptibles para la aparición de patógenos, esta relación está claramente identificada como uno de los factores desencadenante de la proliferación del hongo, el cual puede causar pérdidas de hasta un 100 % si las condiciones le son favorables. Es muy común encontrar la enfermedad en los bordes del cultivo y en las áreas en donde hay problemas de drenaje y acumulación de agua.

P. parasitica ataca principalmente tallo y raíz; *P. cinnamomi* es más frecuente ocasionando daños en fruta; es decir, está presente en fase vegetativa y en fase reproductiva, durante todo el ciclo del cultivo.

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

Los valores establecidos para la zonificación del cultivo de piña híbrido MD-2 referente al exceso de humedad para desarrollo de la enfermedad, correspondieron a tres series o rangos que se relacionan con el riesgo fitosanitario potencial de la pudrición de cogollo *(P. parasitica, P. cinnamomi).*

Para condiciones de bajo riesgo de la enfermedad (A1) se establecieron zonas de entre 0 mm y 500 mm; para determinación de riesgo medio (A2) de aparición y desarrollo de la enfermedad se determinaron zonas con excesos de humedad entre 500 mm y 1500 mm, condiciones que ya evidencian problemas moderados de encharcamiento en los suelos por períodos de más de 10 días; sin embargo, labores de drenaje llegan a mitigar y disminuir el riesgo potencial de desarrollo de

la enfermedad. Como zonas de riesgo alto (A3) para el desarrollo del riesgo fitosanitario, se determinaron zonas con condición de exceso de humedad superiores a 1500 mm, donde existe un alto riesgo de encharcamiento de suelos por períodos que pueden ir por encima de los 15 días; corresponden a zonas donde el riesgo potencial de aparición de la enfermedad es alto, debido a que, sumado a las precipitaciones y suelos encharcados, aparecen factores como la alta humedad relativa.

Exceso hídrico asociado al riesgo de pudrición del cogollo *(Phytophthora parasitica, P. cinnamomi)*

Variable	Unidad de medida	A1	A2	A3
Exceso hídrico asociado a pudrición del cogollo y del fruto	mm/año	< 500	500-1500	> 1500

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

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

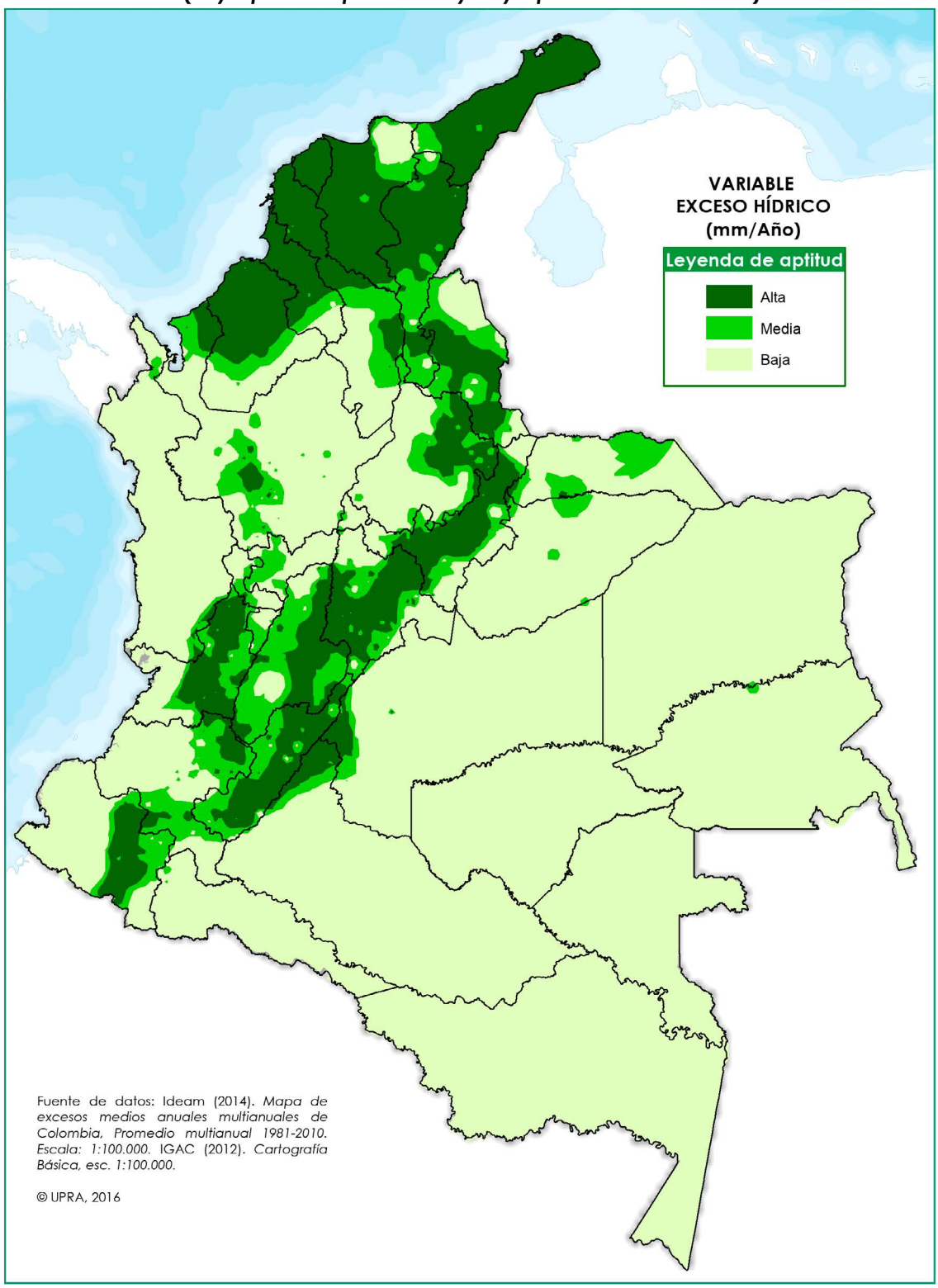
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La información utilizada de base para las unidades se tomó del mapa de precipitación anual elaborado por el Ideam 2015 a escala 1:100.000, el cual se basa en una serie histórica de 1971 a 2014. Se realizó un ejercicio de delimitación a nivel espacial de acuerdo a los rangos establecidos por el equipo profesional del componente físico, soportado en experticia profesional y referente bibliográfico, actividad que fue soportada por el grupo TIC de la UPRA.

Unidad de análisis	**Territorio nacional, dividido en sus diferentes zonas de aptitud.**

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA
CRITERIO RIESGO FITOSANITARIO PARA PUDRICIÓN DEL COGOLLO Y LA FRUTA
(*Phytophthora parasitica y Phytophthora cinnamomi*)



Fuente de datos: Ideam (2014). *Mapa de excesos medios anuales multianuales de Colombia, Promedio multianual 1981-2010. Escala: 1:100.000.* IGAC (2012). *Cartografía Básica, esc. 1:100.000.*

© UPRA, 2016

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Ideam. (2015). Mapa de isoyetas de Colombia a escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

1.6.2 Variable drenaje natural asociado a pudrición del cogollo y del fruto

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
COMPONENTE: FÍSICO **SUBCOMPONENTE:** FITOSANITARIO		
CRITERIO ASOCIADO: RIESGO FITOSANITARIO		
VARIABLE: DRENAJE NATURAL ASOCIADO A PUDRICIÓN DEL COGOLLO Y DEL FRUTO	**UNIDAD DE MEDIDA:** NIVEL DE DRENAJE	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Relación existente entre la capacidad que tiene un suelo para permitir el movimiento de agua desde la superficie hacia capas más profundas por permeabilidad, escorrentía o lixiviación, y el patógeno.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO

Suelos que presentan niveles de drenaje óptimos permiten que no se presente saturación de agua por tiempos muy largos; esto permite que el riesgo asociado al desarrollo de limitantes fitosanitarios especialmente la pudrición del cogollo y del fruto sea bajo. Por el contrario, materiales finos como las arcillas presentan condiciones potenciales de drenaje insuficiente lo que, sumado a altos niveles de precipitación, generan condiciones potenciales de encharcamiento y un aumento en el riesgo fitosanitario en el cultivo de piña.

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

Los valores establecidos para la zonificación del cultivo de piña híbrido MD-2 referente a la variable nivel de drenaje para desarrollo de pudrición del cogollo y del fruto *(Phytophthora parasitica y Phytophthora cinnamomi)* correspondieron a tres series o clasificaciones de capacidad de drenaje; cada agrupación o clasificación genera unas condiciones referentes a la probabilidad de riesgo de desarrollo de pudrición del cogollo y del fruto.

Para la primera clasificación, se agruparon suelos con categorías de drenaje excesivo, bien drenado y moderado: esta clasificación hace referencia a zonas que presentan poca probabilidad de encharcamientos prolongados; para la segunda clasificación se tomó la clasificación de suelos con drenajes imperfectos que indica zonas con condiciones que pueden presentar niveles de altas precipitaciones, encharcamientos y formación de lámina 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.

La última clasificación se realizó con niveles de drenaje pobre y muy pobremente drenado que hace referencia a zonas donde, por la textura de los suelos, se presentan posibilidades de encharcamiento muy altas con cualquier nivel de precipitación; esto indica que la probabilidad de riesgo para aparición y desarrollo de pudrición del cogollo y del fruto es alta debido a que combinado con zonas de precipitaciones altas se van a presentar encharcamientos por tiempos superiores a 15 días y una permanente lámina de agua, condiciones que son ideales para la aparición y desarrollo del patógeno.

Variable	Unidad de medida	A1	A2	A3
Drenaje natural asociado a pudrición del cogollo y del fruto	Nivel de drenaje	Excesivo, bien drenado y moderado	Imperfecto	Pobre y muy pobremente drenado

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Disponer de una base de datos actualizada por lo menos al 2014, de la información pedogeológica de todo el territorio nacional generada por el IGAC, ya que la que se tiene solo hasta 2010.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La información utilizada de base para las unidades térmicas se tomó del mapa de drenaje natural de suelos realizado por el IGAC en 2010.

Se realizó un ejercicio de delimitación a nivel espacial de acuerdo a los rangos establecidos por el experto y el equipo profesional de trabajo del componente físico, soportado en experticia profesional y en referentes bibliográficos, actividad que fue soportada por el grupo TIC de la UPRA.

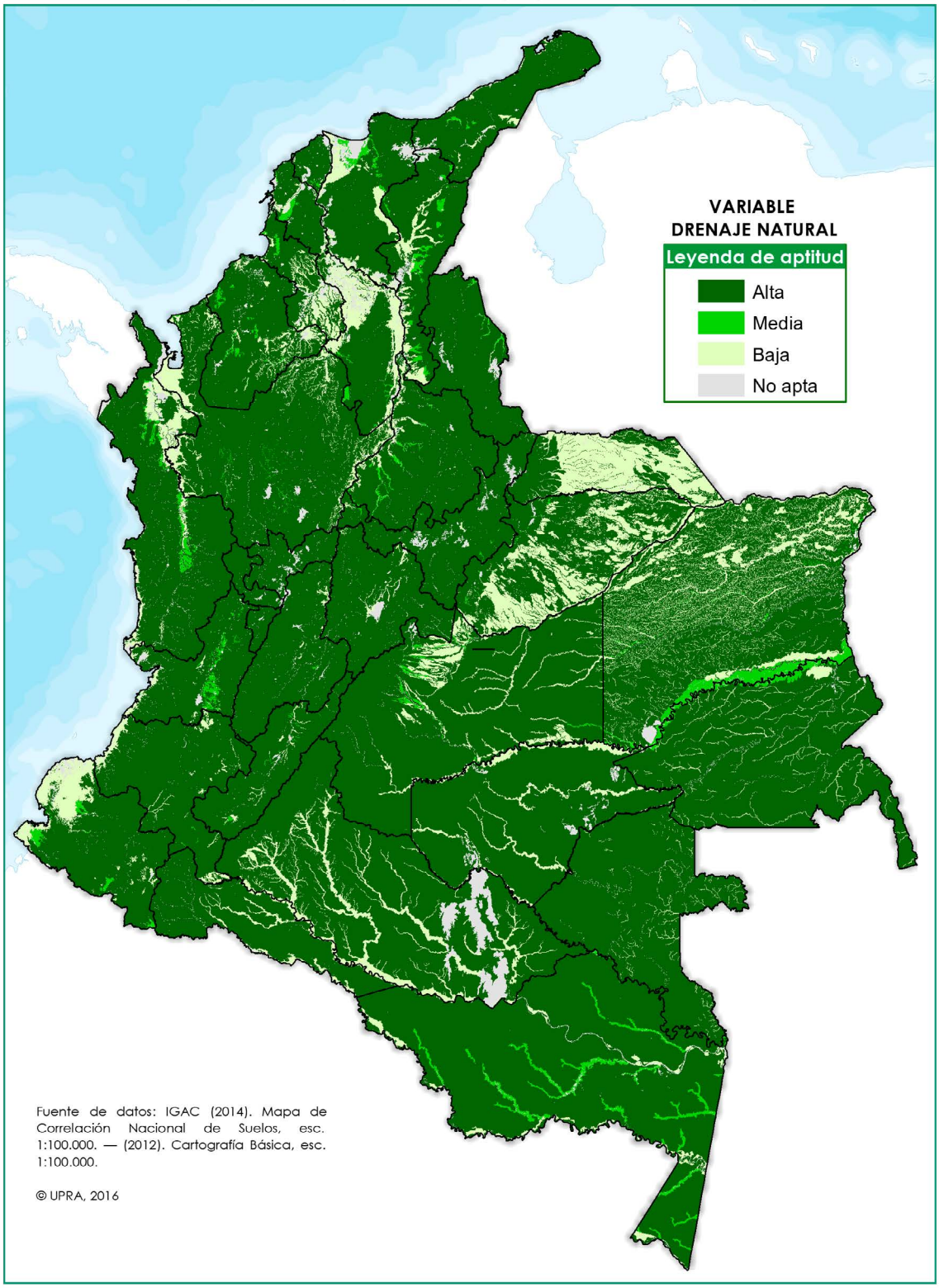
Unidad de análisis	Territorio nacional, dividido en sus diferentes zonas de aptitud

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA

CRITERIO RIESGO FITOSANITARIO PARA PUDRICIÓN DEL COGOLLO Y LA FRUTA

(*Phytophthora parasitica y Phytophthora cinnamomi*)



FUENTES DE INFORMACIÓN

- IGAC. (2010). *Mapa de clasificación de drenaje natural de Colombia a escala 1:1.000.000.* Bogotá: IGAC.
- _. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

1.7 Criterio toxicidad por sales, sodio y aluminio

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
COMPONENTE: FÍSICO. **SUBCOMPONENTE:** EDÁFICO		
CRITERIO: TOXICIDAD POR SALES, SODIO Y ALUMINIO		
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
Salinidad o sodicidad, expresadas como conductividad eléctrica (dS/m) y PSI. Saturación de aluminio, expresado en porcentaje (%).		
TIPO DE CRITERIO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	
	Exclusión legal	
	Condicionante	

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 (Na).

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+, NO3, PO4 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

De acuerdo con la fisiología de las plantas y teniendo en cuenta las propiedades de los suelos colombianos, las variables de salinidad y porcentaje de sodio, tienen rangos donde no es conveniente el cultivo comercial de piña híbrido MD-2.

No se aconseja el cultivo en suelos con salinidad mayor a 8 dS/m, ni con saturación de sodio superior a 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 misma existen áreas de diferentes tamaños que tienen calificaciones diferentes al componente mayor y que, por lo tanto, corresponden a aptitudes diferentes.

En cuanto a los contenidos de sales y sodio, la base geopedológica presenta una limitación y es que en muchos casos se refiere a la presencia o no presencia sin indicar rangos como los propuestos, por lo tanto, se debe interpretar de la taxonomía. En la concentración de aluminio si existe 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 de toxicidad por sales, sodio y aluminio se extractan del mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014), dando la calificación que técnicamente 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 a diferentes consultas con gremios, productores y literatura.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

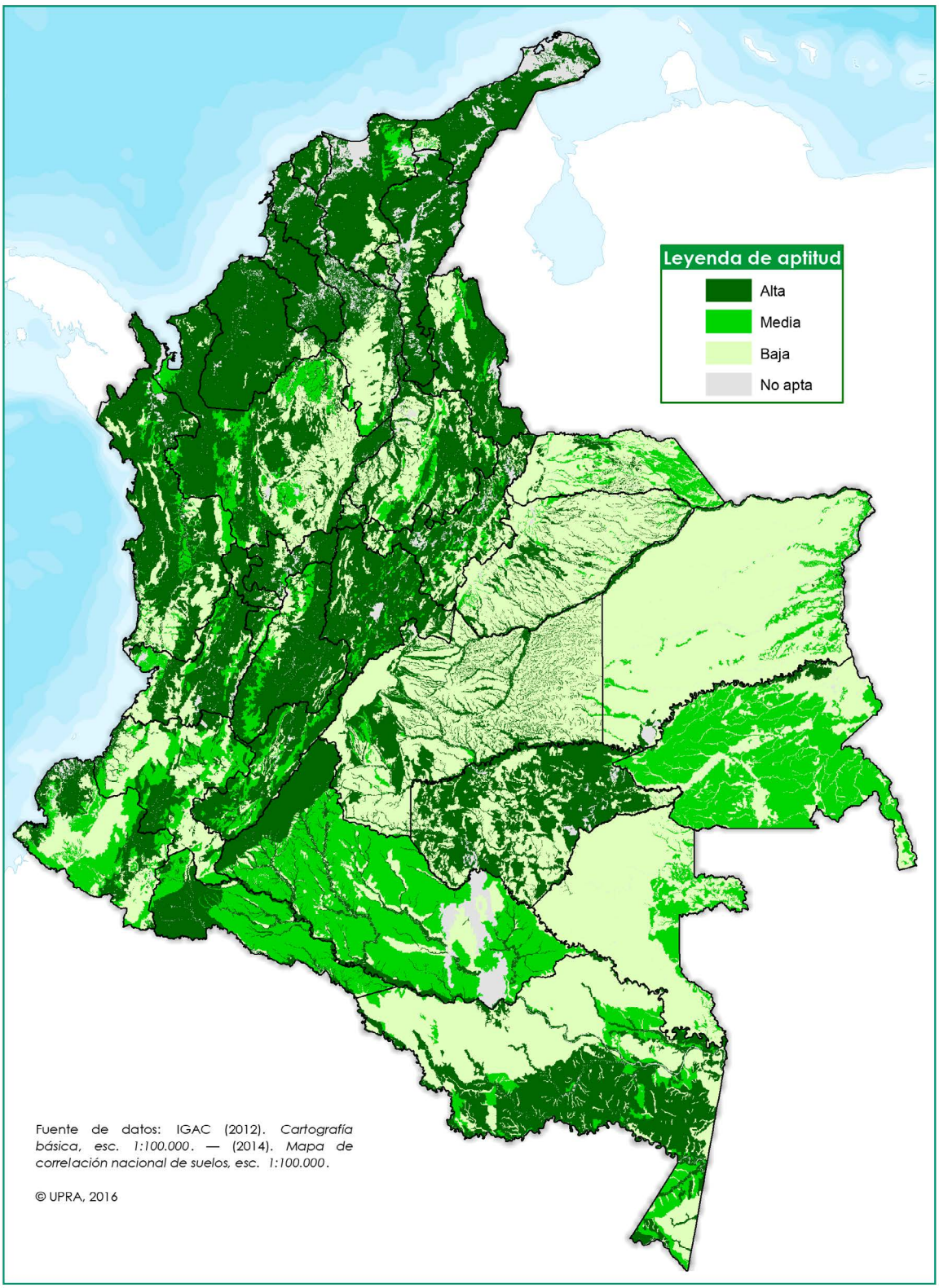
El argumento para discriminar los diferentes niveles de aptitud, fue la limitación que cada una de las variables representa en el desarrollo ideal del cultivo, ya que reduce las posibilidades de un adecuado desarrollo de las plantas, que se ve reflejado en alto nivel de formación de frutos y buenos índices de producción.

Árbol de decisión del criterio

Saturación de aluminio (%)	Salinidad (CE 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	

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA
CRITERIO TOXICIDAD POR SALES Y/O 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 p.
- IGAC. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos).* Bogotá: IGAC. 119 p.
- _. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2013). *Mapa de geopedología de Colombia, escala 1:100.000.* Bogotá: IGAC.
- _. (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000.* Bogotá: IGAC.

1.7.1 Variable salinidad o sodicidad

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
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

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 Na se determina como el porcentaje de Na 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

Los contenidos altos 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 piña, 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 (NO3), 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 conductividad eléctrica mayor de 8 dS/m o saturación de sodio mayor de 15 % no son aptas para el establecimiento de cultivo de piña híbrido MD-2, debido a que las probabilidades de un buen desarrollo vegetativo son muy bajas.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La principal dificultad para evaluar esta variable es la falta de información, los estudios generales de suelos escala: 1:100.000 solamente aparece presencia o no de sales. Además, la presencia de sales no se presenta de manera uniforme, varía tanto de forma horizontal como vertical y también en el transcurso del año.

Estos suelos se reconocen por las afloraciones de costras blancas en los suelos salinos; costras negras, debido a la dispersión de la materia orgánica en los suelos sódicos; el tipo de vegetación y muchas veces la presencia de un horizonte B con estructura columnar en los suelos sódicos (IGAC, 1979).

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Los suelos salinos o no salinos, y sódicos o no sódicos se obtuvieron a partir de la base del mapa de correlación nacional de suelos, (IGAC, 2014). La calificación 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 interpretación de los nombres taxonómicos.

Los límites de variación se construyen a partir de la tabla de fertilidad del manual de códigos del IGAC.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

De acuerdo a diferentes consultas con gremios, productores y literatura relacionada, se determinaron como tierras con aptitud alta (A1), los suelos con conductividad eléctrica menor o igual de 2 dS/m; aptitud moderada (A2), mayor de 2 dS/m y menor o igual de 4 dS/m; aptitud baja mayor de 4 dS/m y menor o igual de 8 dS/m y no aptos (N1), los suelos salinos mayores de 8 dS/m. Por su parte, tierras con aptitud alta (A1) menor o igual de 10 % de sodio intercambiable; 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 de los suelos

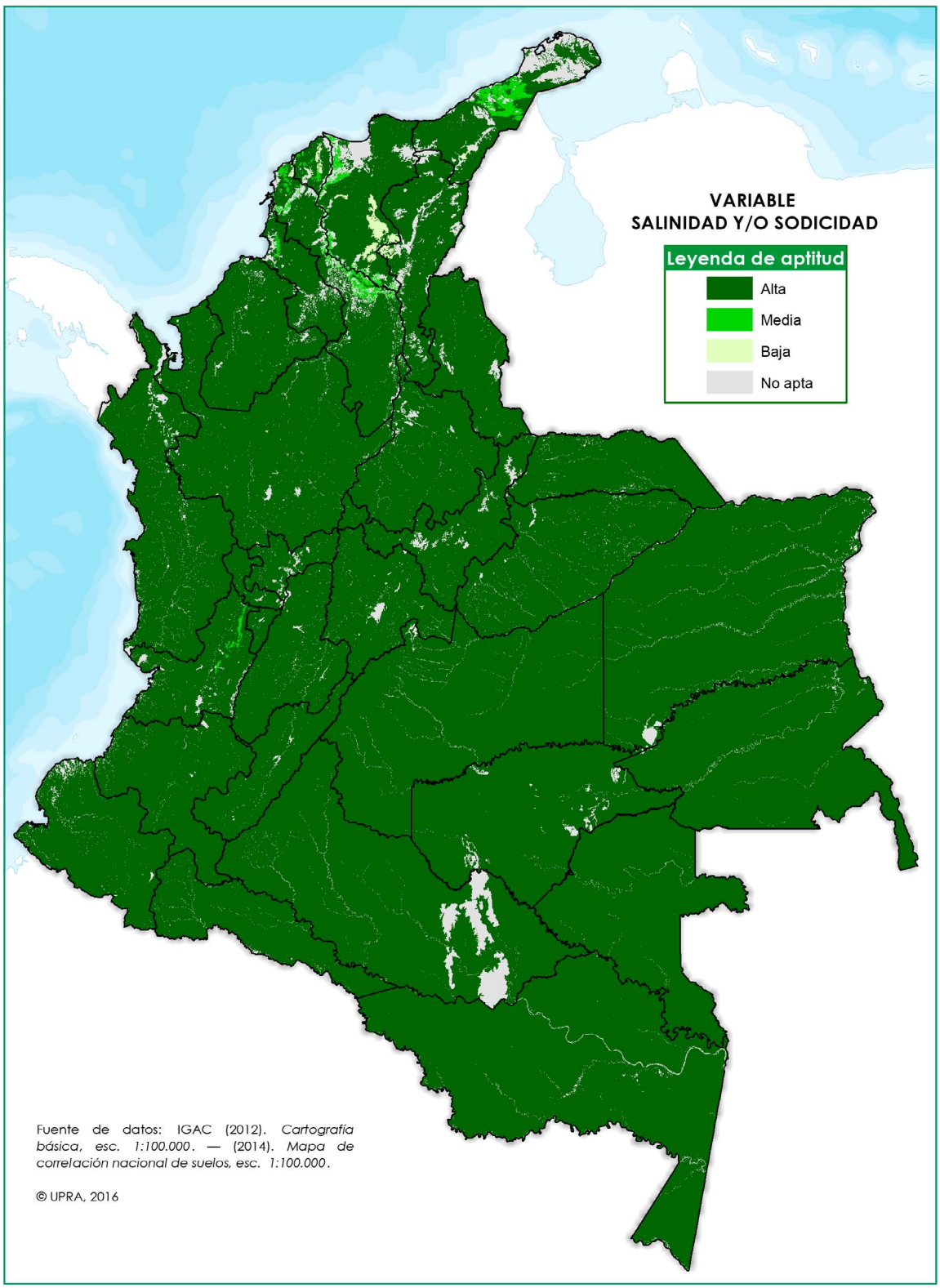
Salinidad (CE dS/m)	Aptitud
≤ 2	A1
2-4	A2
4-8	A3
> 8	N1

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

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA
CRITERIO TOXICIDAD POR SALES Y/O 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 p.
- IGAC. (1979). *Propiedades químicas de los suelos.* Bogotá: IGAC. p. 148 y 149.
- _. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2013). *Mapa de geopedología de Colombia, escala 1:100.000.* Bogotá: IGAC.
- _. (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000.* Bogotá: IGAC.
- _. (2014). *Metodología para elaborar y actualizar áreas homogéneas de tierras con fines catastrales.* Bogotá: IGAC.

1.7.2 Variable saturación de aluminio

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2	
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

Relación porcentual entre el Al del complejo de cambio y la acidez total. La saturación de Al del suelo hace referencia a la acidez debida al ion (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 P e impide la absorción del Ca, Mg y K (Cortes y Malagón, 1984).

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 presentando toxicidad en plantas (Cortés y Malagón, 1984).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO

La saturación de aluminio se tiene en cuenta en la zonificación del cultivo de piña híbrido MD-2, debido a que el aluminio es el factor más restrictivo en el crecimiento y la producción de los suelos ácidos. Limita la degradación microbiana de la M.O., inhibe el crecimiento de las raíces y como consecuencia, reduce la toma de agua y de nutrientes, afectando la productividad del cultivo.

Para poder utilizar suelos con altos niveles de Al^{+++} intercambiable es necesario aplicar altas dosis de cal para elevar el pH a niveles no tóxicos, o utilizar cultivares que sean tolerantes a la acidez (Cortés y Malagón, 1984).

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

No existe valor de exclusión por esta variable, debido a que se puede mejorar su efecto. Todas las unidades cartográficas con más del 60 % de saturación de aluminio, se calificaron como marginalmente aptas (A3) para el cultivo comercial de piña híbrido MD-2, debido a que los contenidos de aluminio en la solución del suelo son muy altos y es muy costosa la adecuación de estas áreas.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Debido a que la mayoría de las unidades cartográficas de suelos en la escala 1:100.000 son asociaciones y se califica el componente taxonómico de mayor representatividad dentro de la unidad; significa que dentro de la unidad existen áreas de diferentes tamaños que tienen contenidos de aluminio diferente al componente mayor, las 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 el mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014).

Los rangos se obtienen de la tabla para el cálculo de la fertilidad en el manual de códigos del IGAC. La calificación para estos rangos, 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 interpretación de los nombres taxonómicos.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Teniendo como base las diferentes consultas con gremios, productores y literatura, se determinaron como tierras con aptitud alta (A1), los suelos con saturación de aluminio menor o igual al 30 % (A1); aptitud moderada (A2), mayores de 30 % y menores o iguales al 60 %; aptitud baja, saturaciones de aluminio mayores de 60 %, debido a que resulta muy costosa la adecuación mediante el encalamiento.

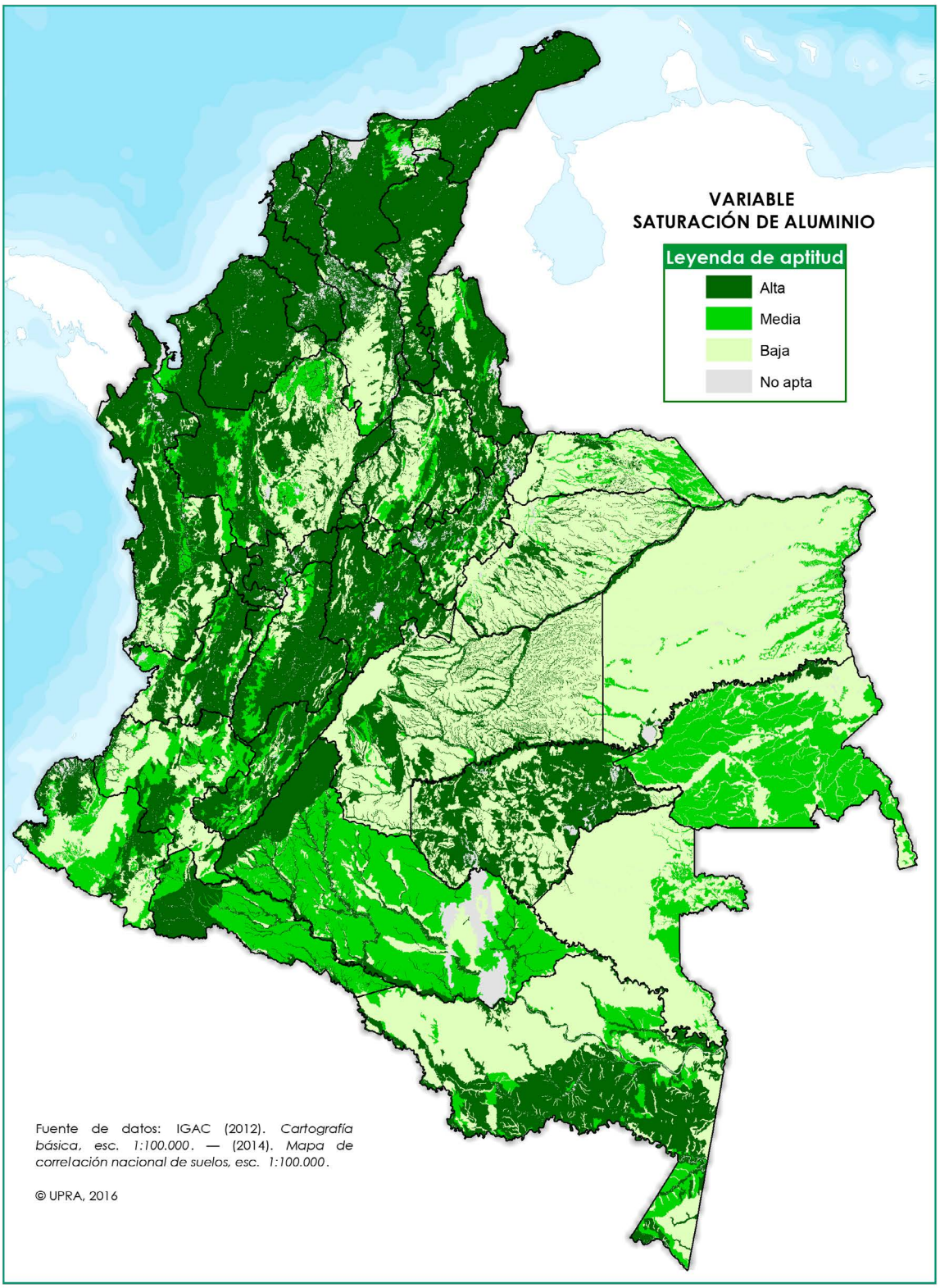
Rangos de aptitud

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

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA
CRITERIO TOXICIDAD POR SALES Y/O 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 p.
- IGAC. (1979). *Propiedades químicas de los suelos*. Bogotá: IGAC. p. 148 y 149.
- _. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2013). *Mapa de geopedología de Colombia, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). *Metodología para elaborar y actualizar áreas homogéneas de tierras con fines catastrales*. Bogotá: IGAC.

1.8 Criterio susceptibilidad a la pérdida de suelos

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2	
COMPONENTE: FÍSICO. SUBCOMPONENTE: EDÁFICO		
CRITERIO: SUSCEPTIBILIDAD A LA PÉRDIDA DE SUELOS		
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.		
TIPO DE CRITERIO	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

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 piña 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 piña híbrido MD-2 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 lo cual redunda en el crecimiento y desarrollo 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 de susceptibilidad a la pérdida de suelo, se considera que la susceptibilidad a los movimientos en masa, la pendiente y la erosión actual presentan límites que se califican como no aptos (N1). Estos son: los grados severo y muy severo de erosión, ya que prácticamente no existe capa productiva y los costos de su restablecimiento son muy elevados; la susceptibilidad muy alta a movimientos en masa implica que los suelos pueden desestabilizarse al ser trabajados para el cultivo de piña híbrido MD-2; y las pendientes superiores del 75 %.

LIMITANTES PARA LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

La mayoría de las unidades cartográficas de suelos, a escala 1:100.000, son asociaciones, donde para cada una de las variables que conforman el criterio, se califica el componente taxonómico de mayor representatividad dentro de la unidad; esto significa que dentro de la misma existen áreas que tienen calificaciones diferentes al componente mayor 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 obtuvo 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 (IGAC, 2014), 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 ligera	A1
Moderada	A2
Severa y muy severa	N1

Los rangos de aptitud de cada una de las variables están dados de acuerdo a diferentes consultas con gremios, productores y literatura relacionada.

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.

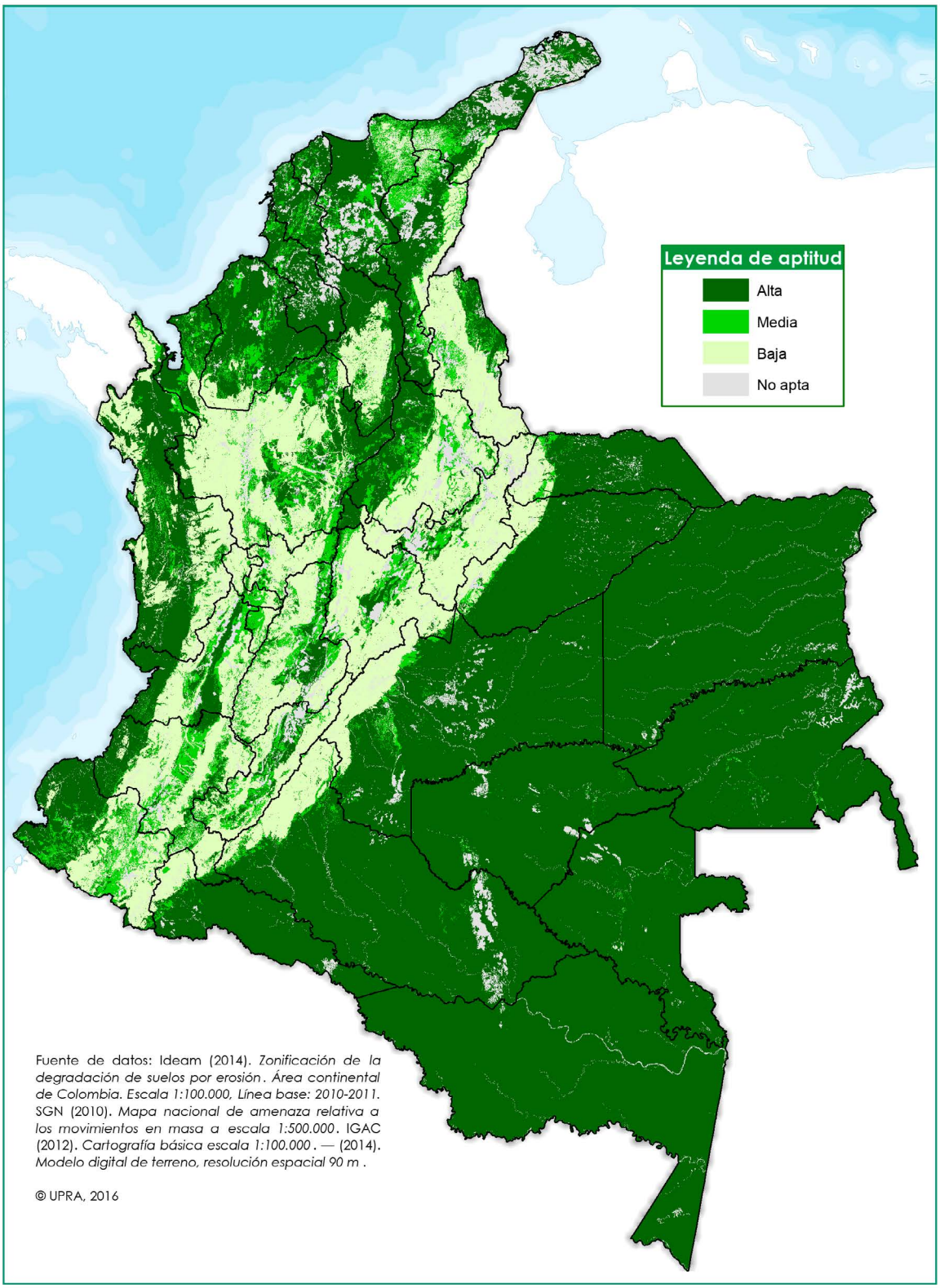
Árbol de decisión del criterio

Pendiente (%)	Susceptibilidad a movimientos en masa	Erosión actual	Aptitud
≤ 25	Muy baja y baja	No hay o ligera	A1
		Moderada	A1
		Severa y muy severa	N1
	Media	No hay o ligera	A1
		Moderada	A2
		Severa y muy severa	N1
	Alta y muy alta	No hay o ligera	A3
		Moderada	A3
		Severa y muy severa	N1
25-50	Muy baja y baja	No hay o ligera	A2
		Moderada	A2
		Severa y muy severa	N1
	Media	No hay o ligera	A2
		Moderada	A2
		Severa y muy severa	N1
	Alta y muy alta	No hay o ligera	A3
		Moderada	A3
		Severa y muy severa	N1
50-75	Muy baja y baja	No hay o ligera	A3
		Moderada	A3
		Severa y muy severa	N1
	Media	No hay o ligera	A3
		Moderada	A3
		Severa y muy severa	N1
	Alta y muy alta	No hay o 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

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA
CRITERIO SUSCEPTIBILIDAD A LA PÉRDIDA DEL SUELO



Fuente de datos: Ideam (2014). *Zonificación de la degradación de suelos por erosión. Área continental de Colombia. Escala 1:100.000, Línea base: 2010-2011.* SGN (2010). *Mapa nacional de amenaza relativa a los movimientos en masa a escala 1:500.000.* IGAC (2012). *Cartografía básica escala 1:100.000.* — (2014). *Modelo digital de terreno, resolución espacial 90 m .*

© UPRA, 2016

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.* Bogotá: Ideam.
- Ideam y SGC (2010). *Mapa de susceptibilidad a deslizamientos, escala 1:500.000.* Bogotá: IGAC.
- IGAC. (1998). *Mapa de erosión de Colombia, escala 1:500.000.* Bogotá: IGAC.
- _. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos).* Bogotá: IGAC. 119 p. Bogotá: IGAC.
- _. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). *Modelo digital de terreno, resolución espacial 90 metros.* Bogotá: IGAC.
- 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.

1.8.1 Variable pendiente

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
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

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 (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	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 es una variable determinante en la toma de decisiones para el establecimiento del cultivo comercial de piña híbrido MD-2. Este cultivo presenta un buen comportamiento con pendientes hasta el 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 su pérdida.

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

Las pendientes mayores del 75 % se consideran inadecuadas para el cultivo comercial de piña híbrido MD-2, debido a que esta clase de pendiente dificulta o limita el uso intensivo de maquinaria requerida para las labores de labranza, aumentando las probabilidades de erosión, especialmente hídrica por escorrentía, la cual se incrementa notablemente, ya que la inclinación del terreno favorece la velocidad del movimiento de partículas de suelo a favor de la pendiente.

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 (IGAC, 2014). 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.

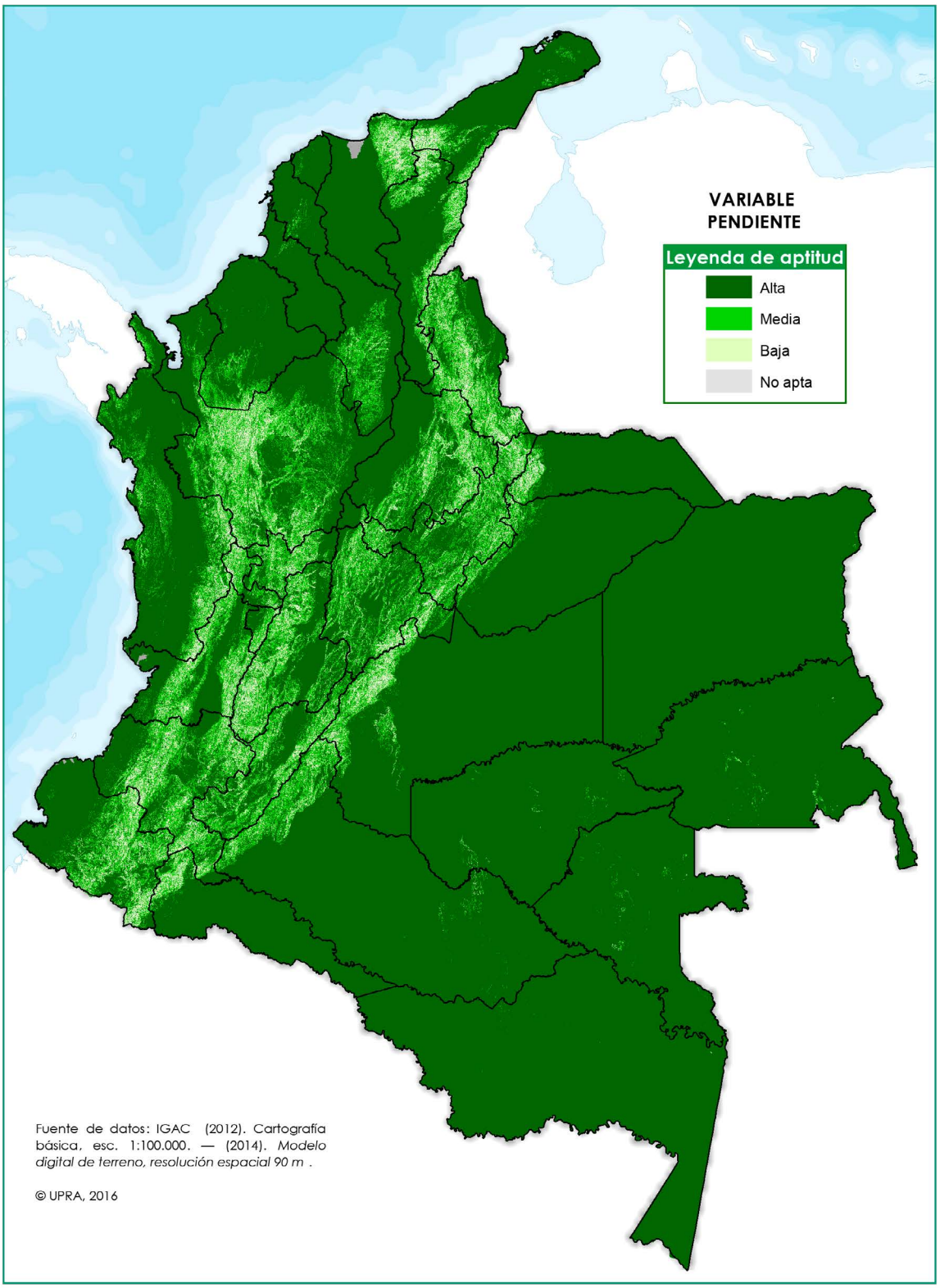
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

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	

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA
CRITERIO SUSCEPTIBILIDAD A LA PÉRDIDA DEL SUELO



FUENTES DE INFORMACIÓN

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

1.8.2 Variable erosión actual

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
COMPONENTE: FÍSICO. **SUBCOMPONENTE:** EDÁFICO		
CRITERIO ASOCIADO: SUSCEPTIBILIDAD A LA PÉRDIDA DE SUELOS		
VARIABLE: EROSIÓN ACTUAL	**UNIDAD DE MEDIDA:** Adimensional (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, el viento y 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 de erosión de suelos se traduce en pérdida de superficie productiva, disminución de la productividad del sitio y alteraciones en la calidad de las aguas causadas por los materiales arrastrados por la escorrentía y su posterior sedimentación.

Para el establecimiento del cultivo comercial de piña híbrido MD-2, lo ideal es que no exista erosión o que sea en grado ligero, porque la pérdida del suelo afecta la profundidad efectiva radicular y, por lo tanto, la formación de raíces; también influye en la disponibilidad de los nutrientes, la cual afecta el desarrollo del cultivo.

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 las condiciones químicas ni propiedades físicas, para el normal desarrollo del cultivo.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Para este mapa se utilizó el mapa de erosión del Ideam escala 1:100.000 del 2015 que cubre todo el país.

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 piña híbrido MD-2, en cuanto al estado de los suelos por erosión, la susceptibilidad a la degradación y la conservación de los suelos. Se realizó una revisión de información sobre mapas de erosión del país y se contó con información reciente a escala 1:100.000 de toda la zona continental del país.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

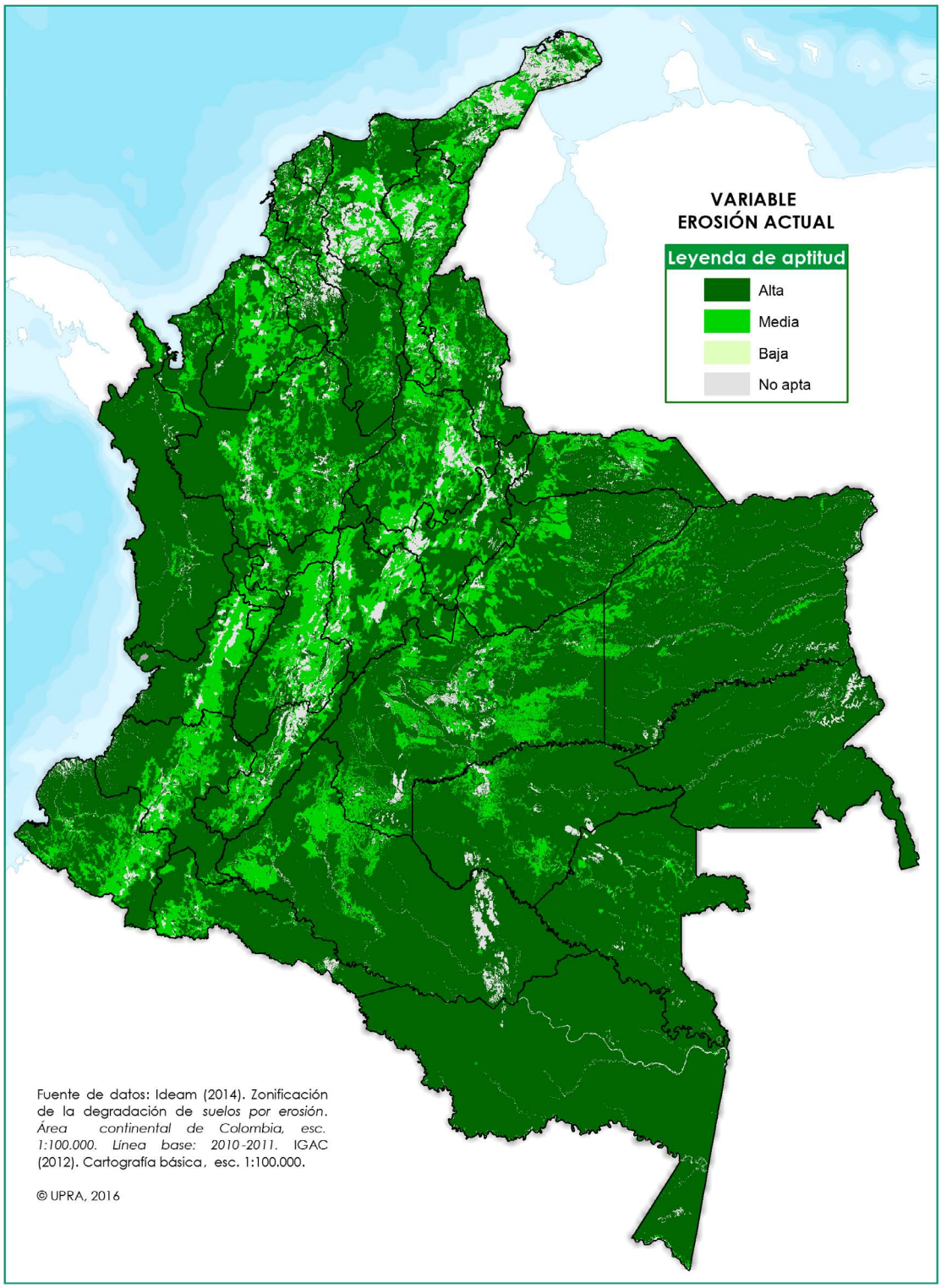
Debido a los efectos negativos para el cultivo, los grados de erosión severa y muy severa se definieron como no aptos (N1), erosión moderada como aptitud media (A2) y ligera o sin erosión como aptitud alta (A1).

Rangos de aptitud por erosión

Erosión actual	Aptitud
No hay o ligera	A1
Moderada	A2
Severa y muy severa	N1

Unidad de análisis	Grados de erosión
REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE	

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA
CRITERIO SUSCEPTIBILIDAD A LA PÉRDIDA DEL SUELO



Fuente de datos: Ideam (2014). Zonificación de la 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

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.* Bogotá: IGAC.
- _. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- USDA. (1961). *Land-Capability Classification.* Agriculture Handbook no. 210. EUA: Soil Conservation Service USDA.

1.8.3 Variable susceptibilidad a movimientos en masa

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
COMPONENTE: FÍSICO **SUBCOMPONENTE:** EDÁFICO		
CRITERIO ASOCIADO: SUSCEPTIBILIDAD A LA PÉRDIDA DE SUELOS		
VARIABLE: SUSCEPTIBILIDAD A MOVIMIENTOS EN MASA	**UNIDAD DE MEDIDA:** adimensional (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 piña híbrido MD-2.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO

La variable debe ser considerada dentro de la zonificación del cultivo de piña híbrido MD-2, 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 solamente se tiene en cuenta la susceptibilidad muy alta como rango de exclusión. 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 ya están considerados en las variables de pendiente y erosión actual.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La escala de la fuente corresponde con la de publicación, por lo tanto, no se considera limitación.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

El mapa de susceptibilidad a movimientos en masa fue generado por el Servicio Geológico Colombiano (2015) 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 1:100.000; para efectos del proyecto, la información se usó conforme a su origen, es decir sin ninguna modificación.

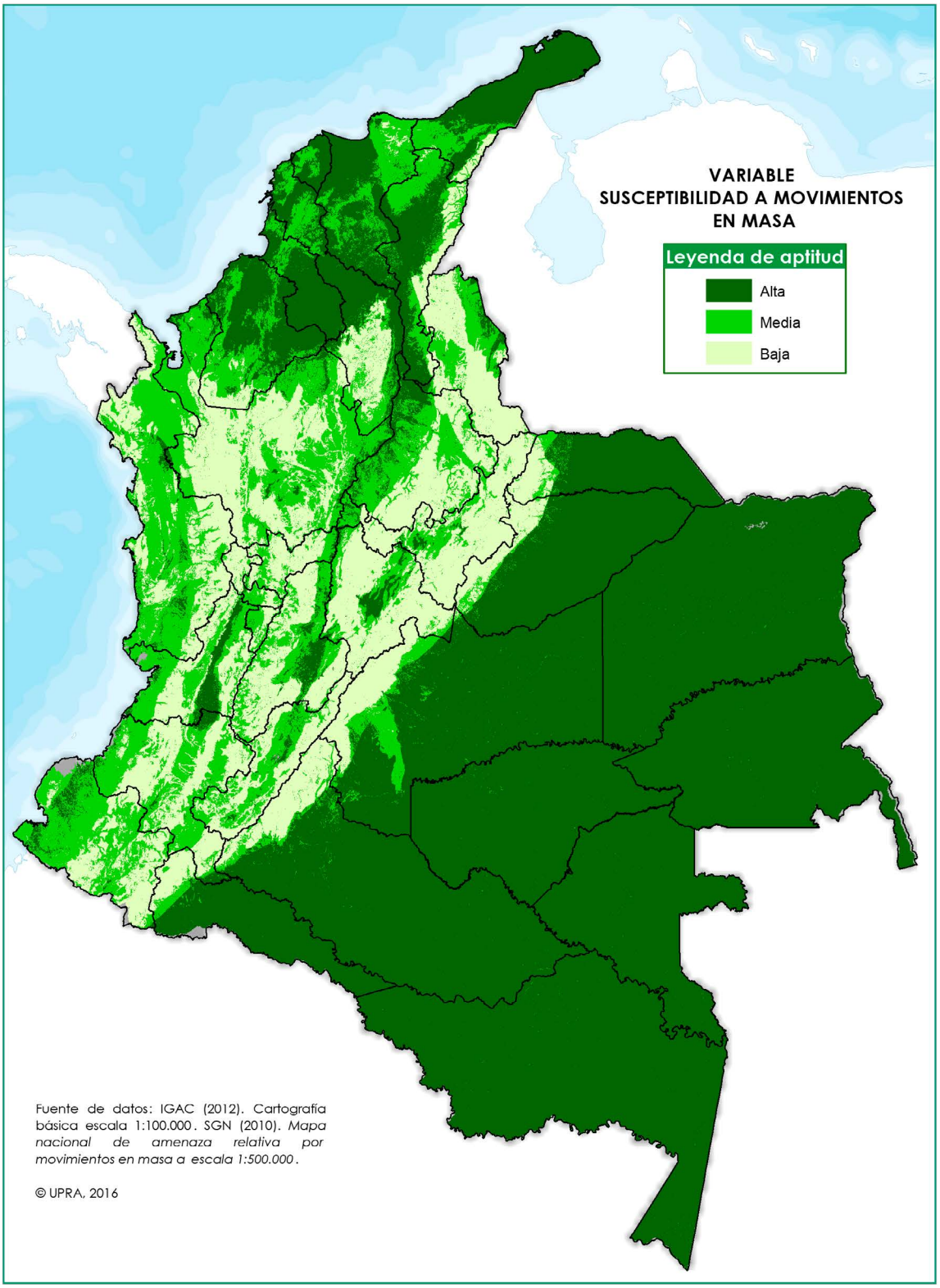
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los rangos de aptitud para la variable fueron los siguientes:

Erosión actual	Aptitud
Susceptibilidad baja y muy baja	A1
Susceptibilidad media	A2
Susceptibilidad alta y muy alta	A3

Unidad de análisis	Áreas susceptibles a movimientos en masa
REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE	

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA
CRITERIO SUSCEPTIBILIDAD A LA PÉRDIDA DEL SUELO



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Ayala, F. (1987). *Manual de taludes.* Serie Geotecnia. Madrid: IGME.
- Ideam y SGC (2010). *Mapa de susceptibilidad a deslizamientos, escala 1:500.000.* Bogotá: IGAC.
- 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.

1.9 Criterio disponibilidad de nutrientes

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2	
COMPONENTE: FÍSICO. SUBCOMPONENTE: EDÁFICO		
CRITERIO: DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES		
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
Acidez (pH), expresado como pH. Saturación de bases, expresado en porcentaje (%). Carbono orgánico, expresado en porcentaje (%). Capacidad de intercambio catiónico (CIC), expresado en cmol/kg de suelo.		
TIPO DE CRITERIO	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

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, están en función de la acidez o pH, la saturación de bases, el contenido de carbono orgánico y la capacidad de intercambio catiónico 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 capacidad de intercambio catiónico alta, las plantas tienen la posibilidad de obtener los nutrientes del suelo en forma fácil y oportuna, lo cual se verá reflejado en un buen crecimiento de los cultivos y la adecuada formación y desarrollo de los frutos.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

Se considera que, en áreas donde los pH son menores a 4,0 y mayores a 7,3, no se consideran aptos, ya que los costos de adecuación con enmiendas resultan muy elevados, lo cual compite a corto y mediano plazo con la rentabilidad del cultivo de piña híbrido MD-2.

LIMITANTES PARA LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

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

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

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Las clases de aptitud de cada una de las variables involucradas en el criterio de disponibilidad de nutrientes se extractan del mapa de correlación nacional de suelos, (IGAC, 2014), dando la calificación que se considera en cada una de las variables:

Acidez (pH)	Aptitud
5,0-6,0	A1
4,5-4,9 y 6,1-6,5	A2
4,0-4,4 y 6,6-7,3	A3
< 4,0 y > 7,3	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 clasificados como Andisoles e Histosoles tienen una calificación diferente debido a que naturalmente tienen altos contenidos de carbono orgánico que hace que su comportamiento químico sea diferente a los suelos minerales, especialmente con lo referido a la absorción de los elementos menores.

Los rangos de aptitud de cada una de las variables están dados de acuerdo a diferentes consultas con gremios, productores y literatura relacionada.

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; carbono orgánico y saturación de bases 20 % cada una).

Árbol de decisión para el criterio

pH	CIC	Saturación de bases	Carbono orgánico	Aptitud
5,0-6,0	> 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	A2
			>10	A2
			Andisoles >15	A2
			< 0,50	A2
			Histosoles	A2

5,0-6,0	10-20	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	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	> 1,7 - ≤10,	A3
			Andisoles >1,7 - ≤15	A3
			≥ 0,50 - ≤ 1,70	A3
			>10	A3
			Andisoles >15	A3
			< 0,50	A3
			Histosoles	A3

4,5-4,9 y 6,1-6,5	> 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
		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

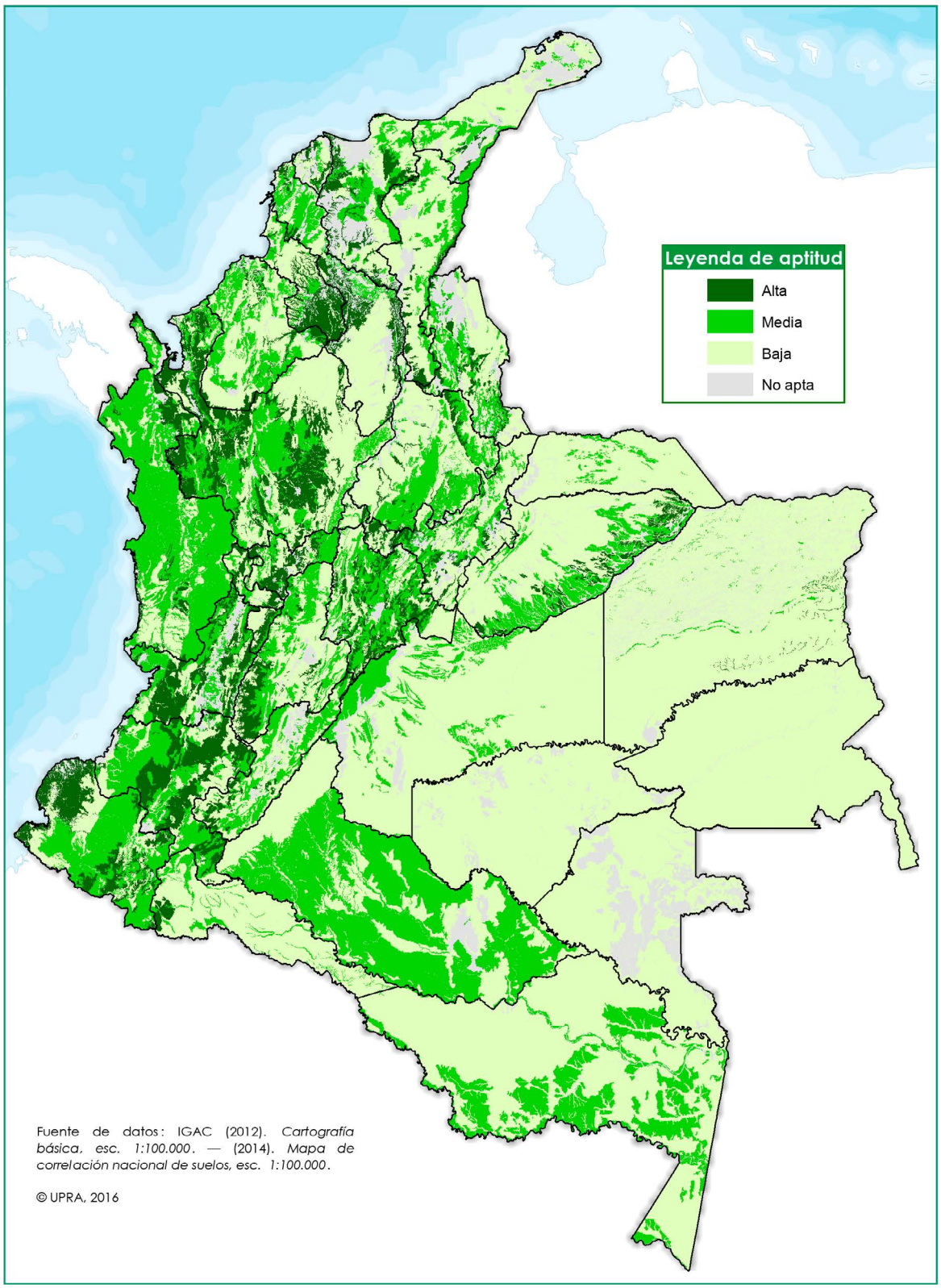
4,5-4,9 y 6,1-6,5	10-20	< 10	> 1,7 - ≤10,	A3
			Andisoles >1,7 - ≤15	A3
			≥ 0,50 - ≤ 1,70	A3
			>10	A3
			Andisoles >15	A3
			< 0,50	A3
			Histosoles	A3
	< 10	> 35	> 1,7 - ≤10,	A2
			Andisoles >1,7 - ≤15	A2
			≥ 0,50 - ≤ 1,70	A3
			>10	A3
			Andisoles >15	A3
			< 0,50	A3
			Histosoles	A3
		10-35	> 1,7 - ≤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
4,0-4,4 y 6,5-7,3	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	A3
< 4,0 y > 7,3	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	N1

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

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA

CRITERIO DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES



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

© UPRA, 2016

FUENTES DE INFORMACIÓN

- IGAC. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos).* Bogotá: IGAC. 119 p.
- _. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2013). *Mapa de geopedología de Colombia, escala 1:100.000.* Bogotá: IGAC.
- _. (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000.* Bogotá: IGAC.
- 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.

1.9.1 Variable acidez (pH)

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
COMPONENTE: FÍSICO. **SUBCOMPONENTE:** EDÁFICO		
CRITERIO ASOCIADO: DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES		
VARIABLE: ACIDEZ (pH)	**UNIDAD DE MEDIDA:** adimensional (clases de acidez)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

pH: logaritmo negativo de la actividad de iones H^+ en la solución o suspensión del suelo.

Este término fue introducido por Sörensen en 1909 para expresar las actividades de los iones H+ (aH^+) como una función logarítmica. El pH puede definirse como:

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

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°C el pH de la neutralidad es 7.

Acidez: Un suelo ácido será aquel que tiene una concentración de iones H^+ mayor de 10^{-7}, o lo que es lo mismo, un pH menor de 7. Sin embargo, la acidez del suelo como limitante para el desarrollo de las plantas, por su influencia sobre la disponibilidad de nutrientes y concentración de sustancias tóxicas, solo adquiere importancia cuando el pH es menor de 5,5. Esto ha sido demostrado por muchos investigadores (IGAC, 1979).

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 forman 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 nutrientes necesarios para alcanzar los máximos rendimientos.

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

Los pH con valores ≤ 4,0 y > 7,3 se consideran como suelos no aptos (N1) para el cultivo de piña híbrido MD-2, debido a que estos valores extremos presentan restricciones para la asimilación de la mayor parte de los nutrientes esenciales para las plantas.

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 esta 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 de pH, se construyó a partir de la información de los resultados de laboratorio de suelos que proporciona el mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014). Es importante aclarar que los valores de pH se tomaron de los horizontes superficiales de los perfiles modales.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

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

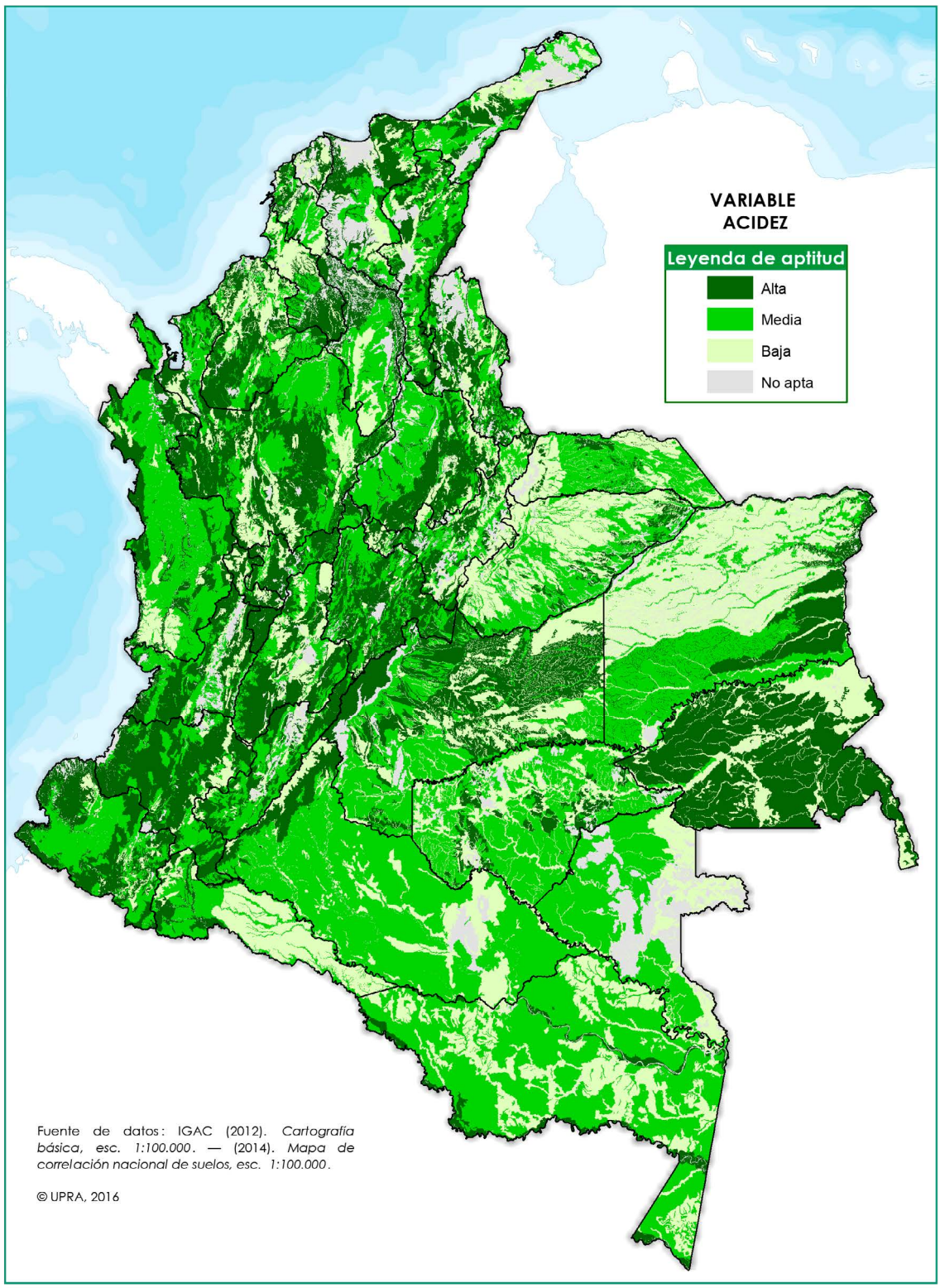
Acidez (pH)	Aptitud
5,0-6,0	A1
4,5-4,9 y 6,1-6,5	A2
4,0-4,4 y 6,5-7,3	A3
< 4,0 y > 7,3	N1

.

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

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA
CRITERIO DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES



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

© UPRA, 2016

FUENTES DE INFORMACIÓN

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

1.9.2 Variable saturación de bases

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
COMPONENTE: FÍSICO. **SUBCOMPONENTE:** EDÁFICO		
CRITERIO ASOCIADO: DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES		
VARIABLE: SATURACIÓN DE BASES	**UNIDAD DE MEDIDA:** Porcentaje (%)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Suma de las bases cambiables (Ca, Mg, K y Na), expresada como porcentaje de la capacidad total de intercambio catiónico; el porcentaje de acidez intercambiable (Al^{+++} e H) corresponde al complemento del 100 %.

El pH es proporcional al porcentaje de saturación de bases, excepto cuando los materiales de origen de los suelos son diferentes (Fassbender, 1987).

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 piña, 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 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 misma existen áreas de diferentes tamaños que tienen saturaciones diferentes al componente mayor, 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 el mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014). Es importante aclarar que los valores de saturación de bases se tomaron de los horizontes superficiales de cada uno de los perfiles modales.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los rangos 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

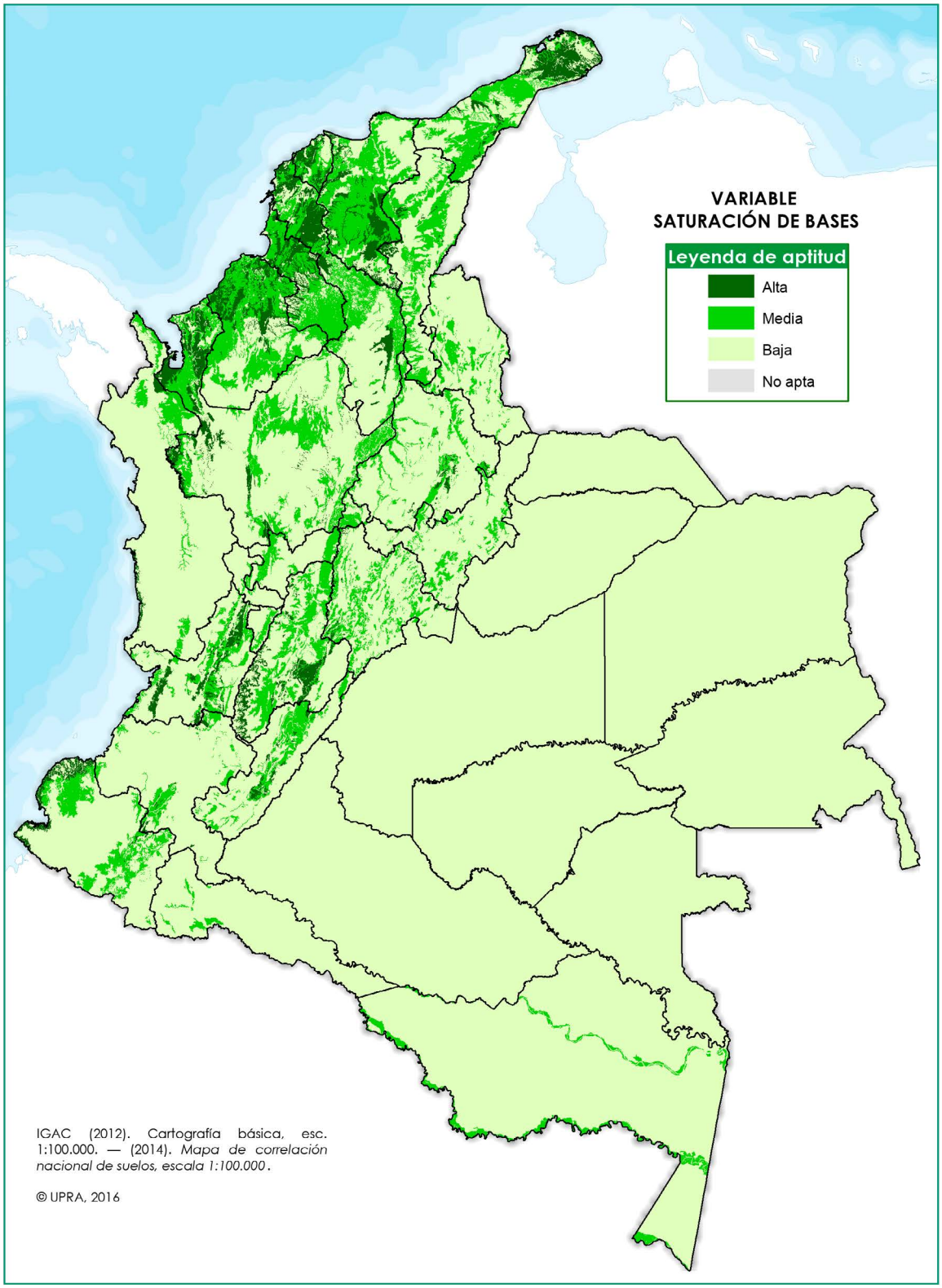
Saturación de bases (%)	Aptitud
> 35	A1
10-35	A2
< 10	A3

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

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA

CRITERIO DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES



FUENTES DE INFORMACIÓN

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

1.9.3 Variable carbono orgánico

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
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

Es el principal elemento que forma parte de la materia orgánica (M.O.), por esto es común que ambos términos se confundan o se trate indistintamente de uno u otro.

La M.O. 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 M.O. en el suelo se mide por medio del porcentaje de carbono orgánico. En términos generales, el contenido de M.O. es cerca del doble del carbono orgánico.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO

La M.O. del suelo, expresada como el contenido de carbono orgánico del suelo, es importante en la zonificación del cultivo comercial de piña por relacionarse con la cantidad y disponibilidad de nutrientes al aportar N, cuyo aporte mineral es escaso. La M.O. 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 por esta variable, debido a que, en los sectores o lugares con bajos contenidos de carbono orgánico, 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 misma existen áreas de diferentes tamaños que tienen diferentes cantidades de carbono orgánico, lo cual significa aptitud diferente al componente calificado.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

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

Los suelos clasificados como histosoles y andisoles tienen calificación diferente porque presentan altos contenidos de carbono orgánico en forma natural y su comportamiento difiere de los suelos minerales, especialmente en lo relacionado con la absorción de los elementos menores cuando este se eleva considerablemente.

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:

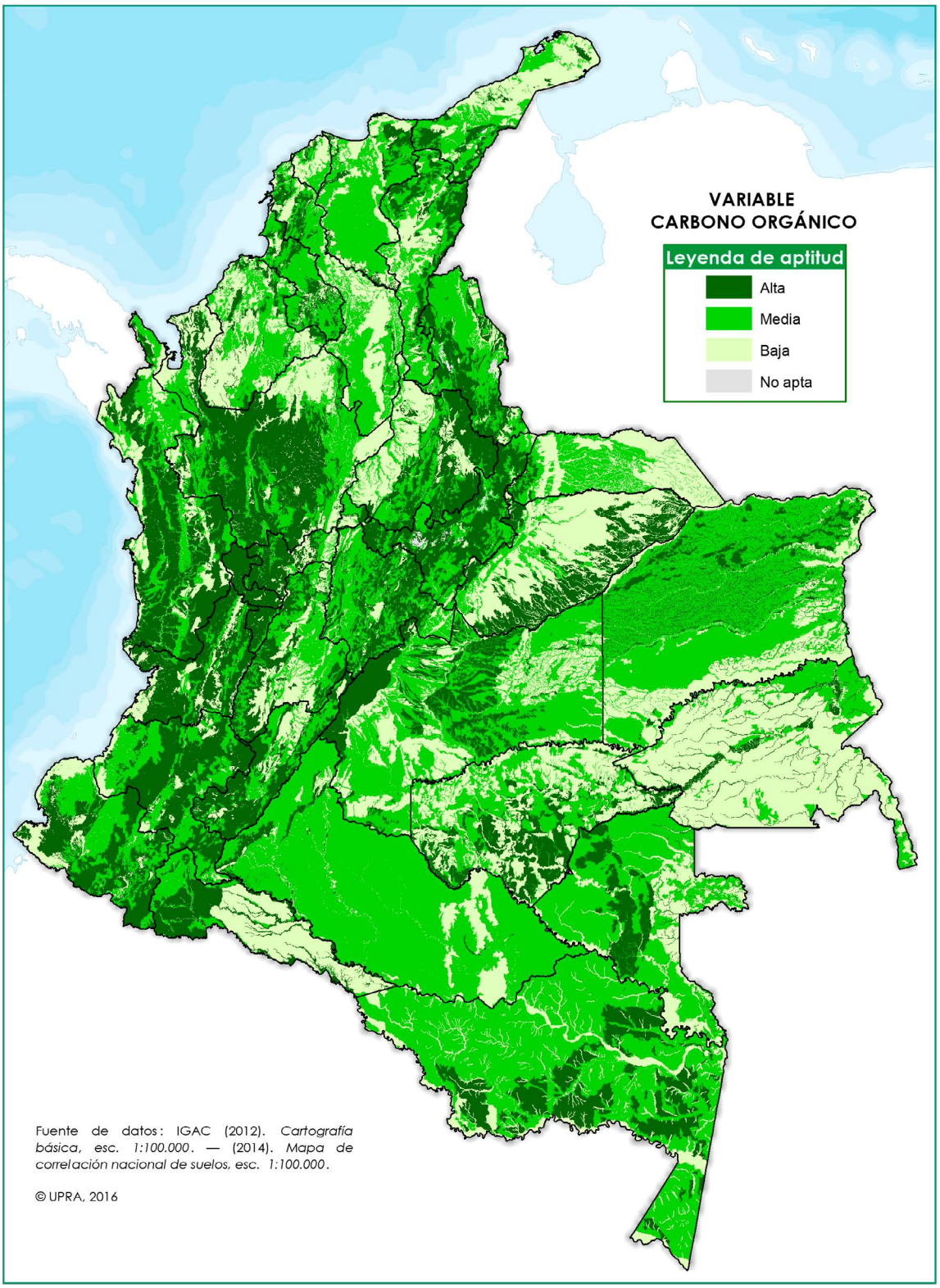
Carbono orgánico (%)	Aptitud
> 1,7 - ≤ 10; Andisoles > 1,7 - ≤ 15	A1
≥ 0,50 - ≤ 1,70; > 10; Andisoles > 15	A2
< 0,50; Histosoles	A3

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

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA

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: IGAC. 119 p.
- _. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2013). *Mapa de geopedología de Colombia, escala 1:100.000.* Bogotá: IGAC.
- _. (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000.* Bogotá: IGAC.
- Martínez, E., Fuentes, J. y Acevedo, E. (2008). «Carbono orgánico y propiedades del suelo». En: Revista de la Ciencia del Suelo y Nutrición Vegetal. vol. 8. no. 1. p. 68-96.
- Singer, M. y Munns, D. (1996). Soils. An introduction. Tercera ed. EUA: Prentice-Hall Inc. 480 p.

1.9.4 Variable Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
COMPONENTE: FÍSICO. **SUBCOMPONENTE:** EDÁFICO		
CRITERIO ASOCIADO: DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES		
VARIABLE: CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIÓNICO (CIC)	**UNIDAD DE MEDIDA:** cmol/kg de suelo	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

La capacidad de intercambio catiónico (CIC) del suelo 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 altas y 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 piña 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 por esta variable, debido a que las unidades de tierras con baja capacidad de intercambio catiónico se pueden mejorar con la adición de MO, principalmente, la cual una vez humificada, incrementa la capacidad de intercambio catiónico de los suelos.

La práctica más usada en suelos con poca 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 misma 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 de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014). Es importante aclarar que los valores de CIC se tomaron de los horizontes superficiales de los perfiles modales.

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.

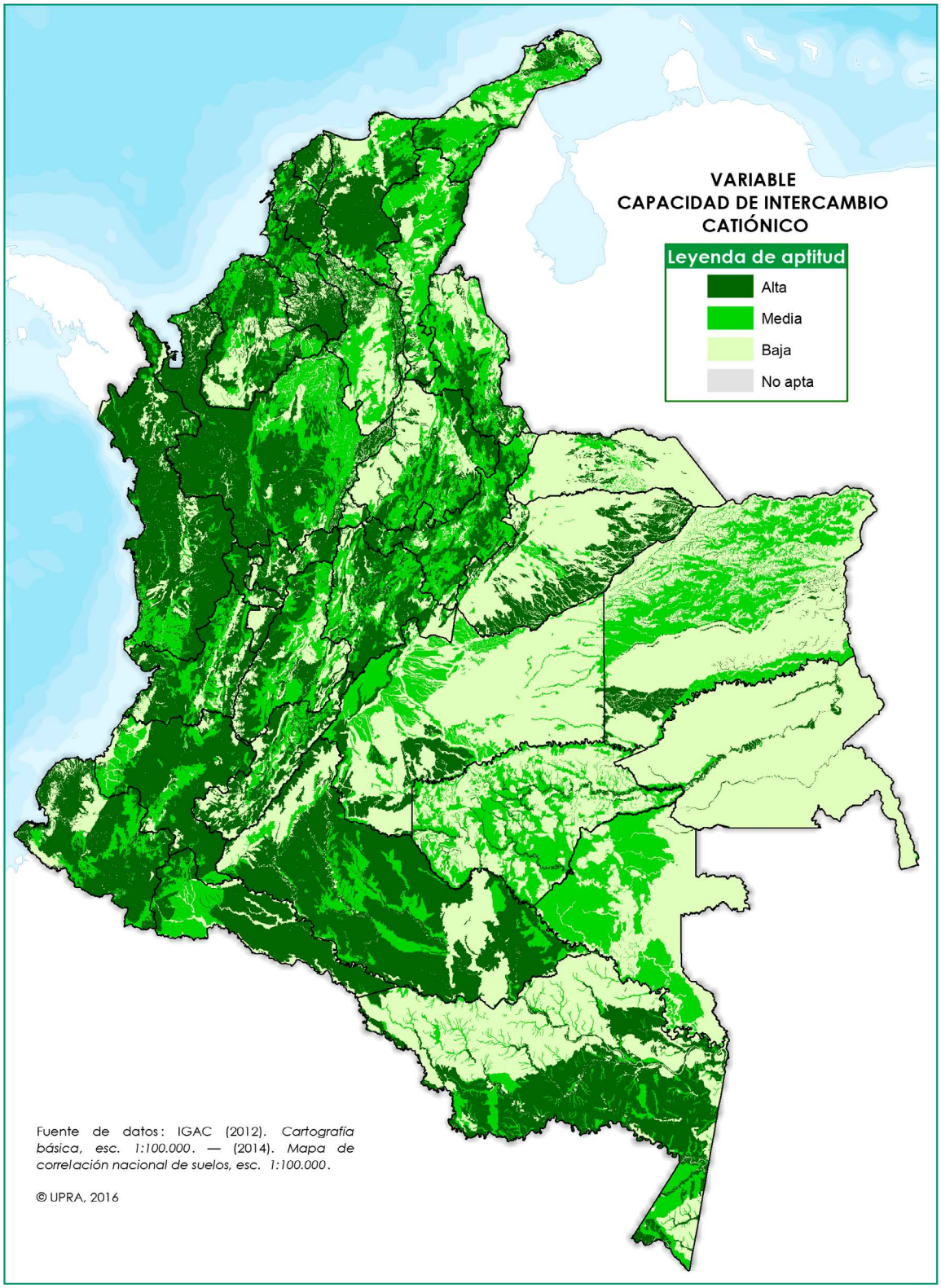
CIC (cmol/kg de suelo)	Aptitud
> 20	A1
10-20	A2
< 10	A3

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

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA

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. p. 423-427.
- _. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2013). Mapa de geopedología de Colombia, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). Metodología para elaborar y actualizar áreas homogéneas de tierras con fines catastrales. Bogotá: IGAC.

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 PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO		
CRITERIO: APROPIACIÓN DE AGUA		
TIPO DE CRITERIO	Análisis jerárquico	✓
	Condicionante	
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	

VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO

Uso consuntivo e índice de uso del cultivo.

DEFINICIÓN

Representa la cantidad de agua que es retenida del flujo de la cuenca para satisfacer la demanda del cultivo, tanto para su crecimiento como materia prima para el sustento y en la producción de piña híbrido MD-2.

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 (fruto) 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 trasvases desde

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).

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.

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 piña 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 piña 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 comercialprioritarios en el proyecto de zonificación de aptitud

Código FAO	Cultivo	Huella hídrica verde (Mm3/año)	Huella hídrica azul (Mm3/año)	Total (Mm3/año)
572	Aguacate	148,28	6,02	154,3
574	Piña híbrido MD-2	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 piña. 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.

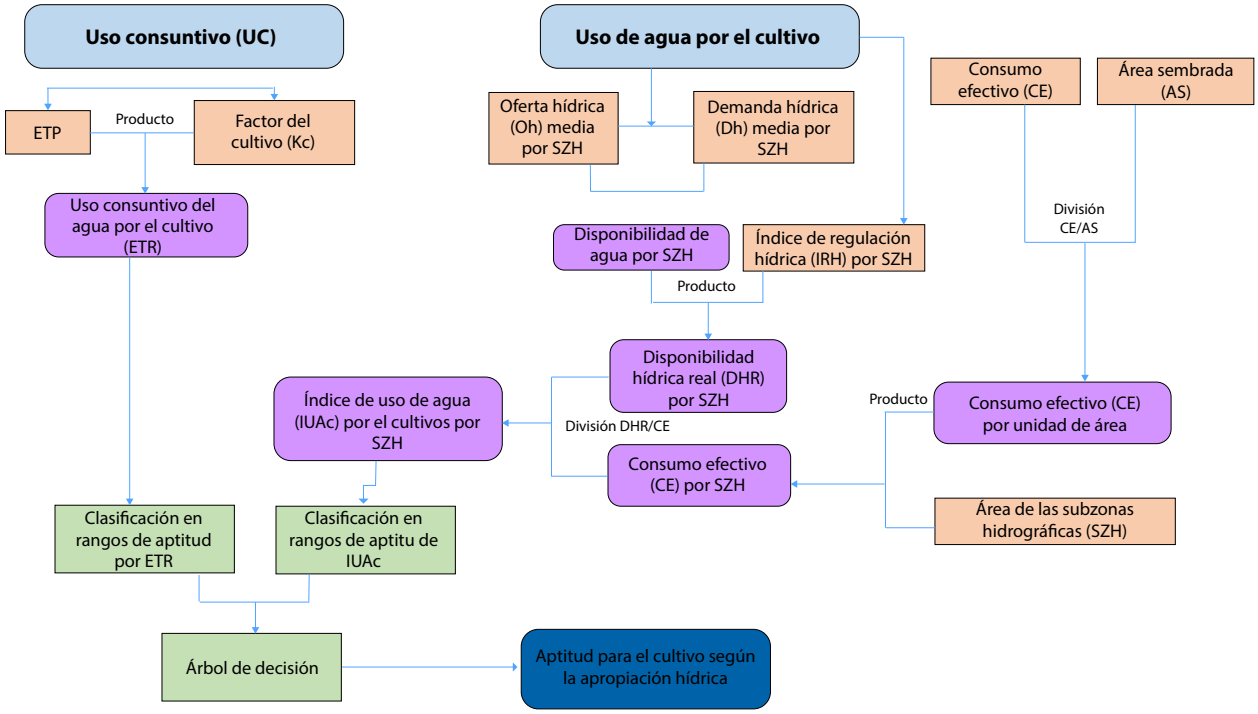
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

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 piña



Uso consuntivo:

De acuerdo con esto:

$$\mathrm{ETP} = 0{,}53\left(\frac{10\mathrm{T}}{\mathrm{I}}\right)^{\propto}$$

Donde:

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

T = temperatura media (°C).

I = índice calórico anual.

$$\mathrm{I} = 12\left(\frac{\mathrm{T}_{\mathrm{anual}}}{5}\right) \times 1{,}514$$

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

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 = Kc x ETP

Para el cálculo del uso consuntivo, se partió de la información de evapotranspiración potencial (ETP) generada a partir de datos climáticos como la temperatura y el índice calórico (I), de acuerdo con el método de Thornthwaite, adoptado por el grupo físico del proyecto de zonificación.

Para este cálculo, se emplearon los factores de consumo de agua (Kc) del cultivo reportados en diferentes fuentes.

Factor de consumo de agua del cultivo (K_c)

Cultivo	Kc	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 m3 de agua/ha (para hacerlo compatible con la información de oferta de las subzonas hidrográficas). Así, para el cultivo de piña híbrido MD-2 se tuvo que:

$$ETR=(0,25)\times ETP\times 10$$

Al final, de acuerdo con la amplitud de rango de los datos, se estableció una división en cuatro (4) intervalos equivalentes y se realizó la siguiente reclasificación para obtener los datos de aptitud por uso consuntivo.

Aptitud por uso consuntivo para el cultivo de piña híbrido MD-2

Rango ETR (Mm3/ha-año)	Descripción	Aptitud
< 2500	Uso consuntivo menor	A1
≥ 2500 a ≤ 3500	Uso consuntivo moderado	A2
> 3500	Uso consuntivo 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, 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 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.

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).

De esta forma, se estableció una relación entre el requerimiento hídrico del cultivo comercial de piña y la disponibilidad real de agua en cada subzona hidrográfica, lo que determinó un índice de uso de agua por el cultivo comercial de piña (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.

$$IUA_{Piña} = \frac{DHR_{SZH}}{CE_{Piña}}$$

La siguiente tabla muestra la aptitud por el índice de la subzona hidrográfica:

Aptitud por índice de uso de agua del cultivo de piña (IUA)

IUA	Descripción	Aptitud
> 23.661	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 piña.	A1
≤ 23.661 - ≥ 4481,08	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 piña.	A2
< 4481,08	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 piña.	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 consuntivo y la aptitud establecida por índice de uso de agua por el cultivo, como se muestra a continuación:

Aptitud por uso consuntivo para el cultivo comercial de piña híbrido MD-2

Uso consuntivo	IUAPiña híbrido MD-2	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 (A1) en aquellos lugares de ETR x SZH en donde exista agua disponible como para satisfacer la nueva demanda impuesta por el cultivo sin poner en riesgo los usos preexistentes o al mismo cultivo. El valor mínimo de aptitud (A3) se establece en aquellos lugares en situación de mayor déficit hídrico en 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.

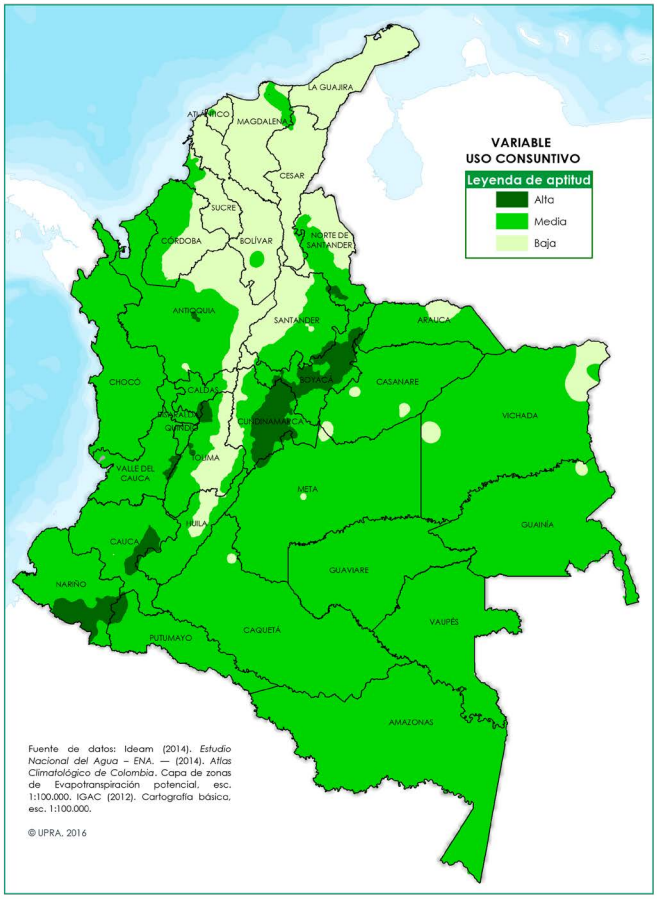
La obtención de los rangos de variación procede del procesamiento entre los rangos de sus mapas constitutivos: uso consuntivo (ETR) e índice de uso de agua por el cultivo (IUA).

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

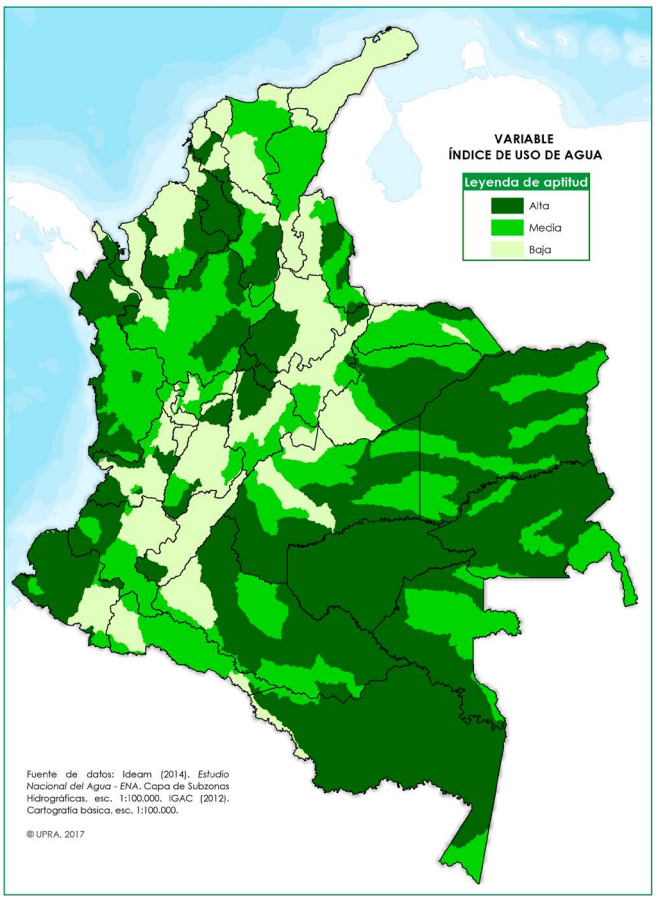
Aptitud	Rango de variación	Descripción
A1	A1A1	Lugares con sostenibilidad hídrica alta para el abastecimiento de la demanda del cultivo y los usos preexistentes. Puede implicar niveles bajos de riesgo hídrico para el cultivo, o presión baja por competencia con las coberturas naturales o los usos establecidos en la Unidad de análisis.
	A1A2	
	A2A1	
A2	A1A3	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.
	A2A2	
	A3A1	
A3	A2A3	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.
	A3A2	
	A3A3	

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA
CRITERIO APROPIACIÓN DE AGUA



ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA
CRITERIO APROPIACIÓN DE AGUA

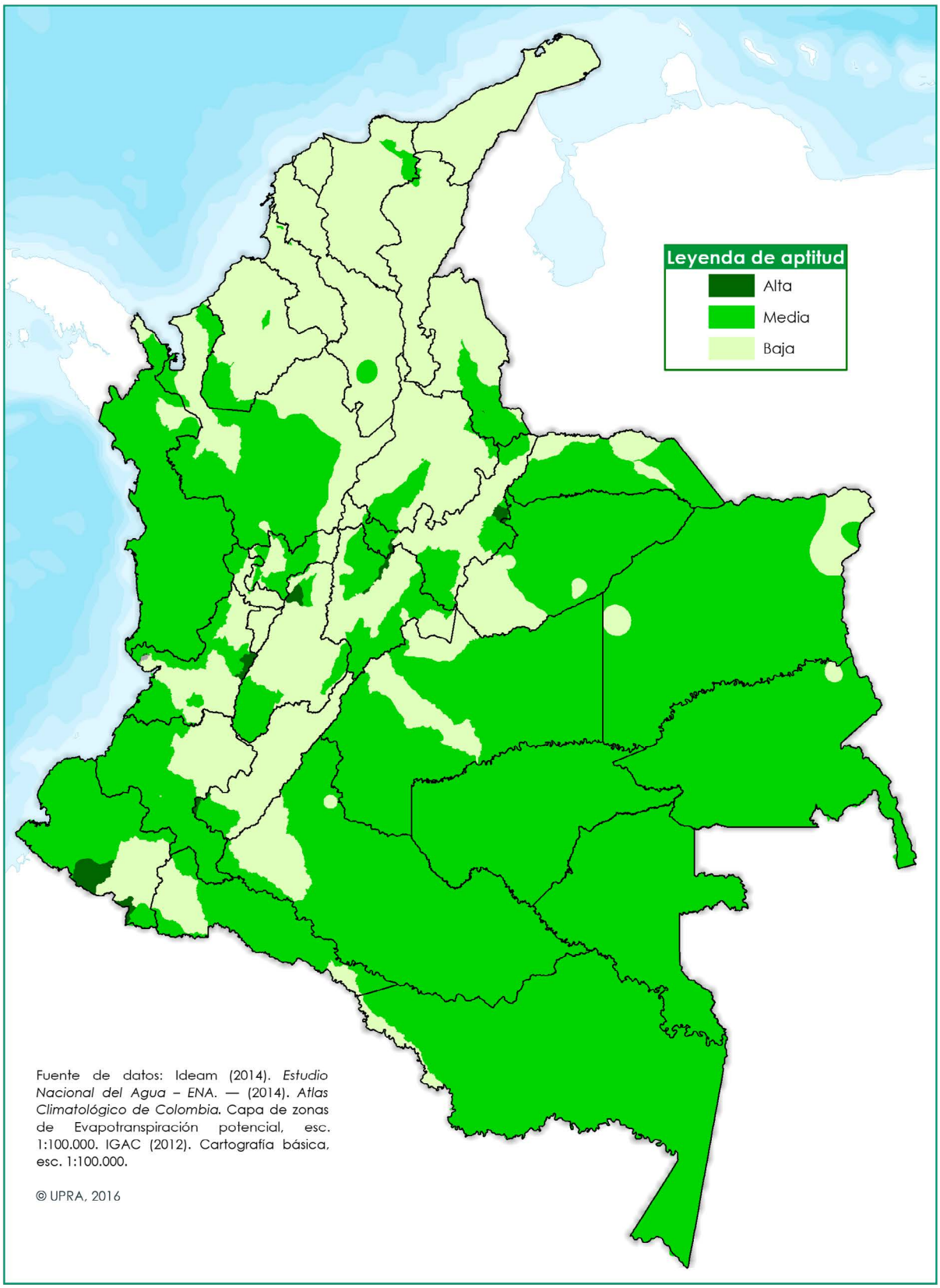


Para obtener el mapa resultante de aptitud por apropiación de agua para el cultivo.

FUENTES DE INFORMACIÓN

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA

CRITERIO APROPIACIÓN DE AGUA



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

- 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.
- _. (2014). *Estudio Nacional del Agua: capa de subzonas hidrográficas, escala 1:100.000.* Bogotá: Ideam.
- _. (2012). *Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2005-2009, escala 1:100.000.* Bogotá: Ideam.
- _. (2014). *Atlas climatológico de Colombia: capa de zonas de evapotranspiración potencial, escala 1:100.000.* Bogotá: Ideam
- _. (2015). *Evaluación multisectorial de la huella hídrica en Colombia: resultados por subzonas hidrográficas en el marco del Estudio Nacional del Agua (2014).* Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- WWF. (2012). *Una mirada a la agricultura de Colombia desde su huella hídrica. Reporte Colombia 2012.* Recuperado de: <http://awsassets.panda.org/downloads/anexo_1_v2.pdf>.

2.2 Criterio integridad ecológica

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO	
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2**
COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO	
CRITERIO: INTEGRIDAD ECOLÓGICA	

TIPO DE CRITERIO	Análisis jerárquico	✓
	Condicionante	
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	

Conectividad estructural de las coberturas naturales (CECN).

Índice de naturalidad (Inat).

Áreas de concentración de especies sensibles (ACES).

DEFINICIÓN

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.

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 autosostenibles), por lo que vincula el bienestar humano actual y futuro con el cuidado y protección de la Tierra y sus ecosistemas como hábitat de las especies (Corcoran, 2005; Ciontescu, 2012).

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 disturbios inducidos por el hombre. Así, en la escala del presente trabajo, la integridad ecológica analiza los componentes estructurales y funcionales del sistema mediante las siguientes variables:

Conectividad estructural de coberturas naturales (CECN): en todo paisaje cultural, los relictos de vegetación natural juegan un papel fundamental para la movilidad de la biodiversidad y la continuidad en 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, cuanto 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.

Áreas de concentración de especies sensibless (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:

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

- 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, cuanto mayor sea la concentración de estas especies, menor es la aptitud para el potencial establecimiento del cultivo debido a que las labores asociadas 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 integridad ecológica 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 piña híbrido MD-2, 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 comerciales de piña híbrido MD-2 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 la integridad es baja, debido a la transformación del paisaje o ausencia de dichos AVC.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

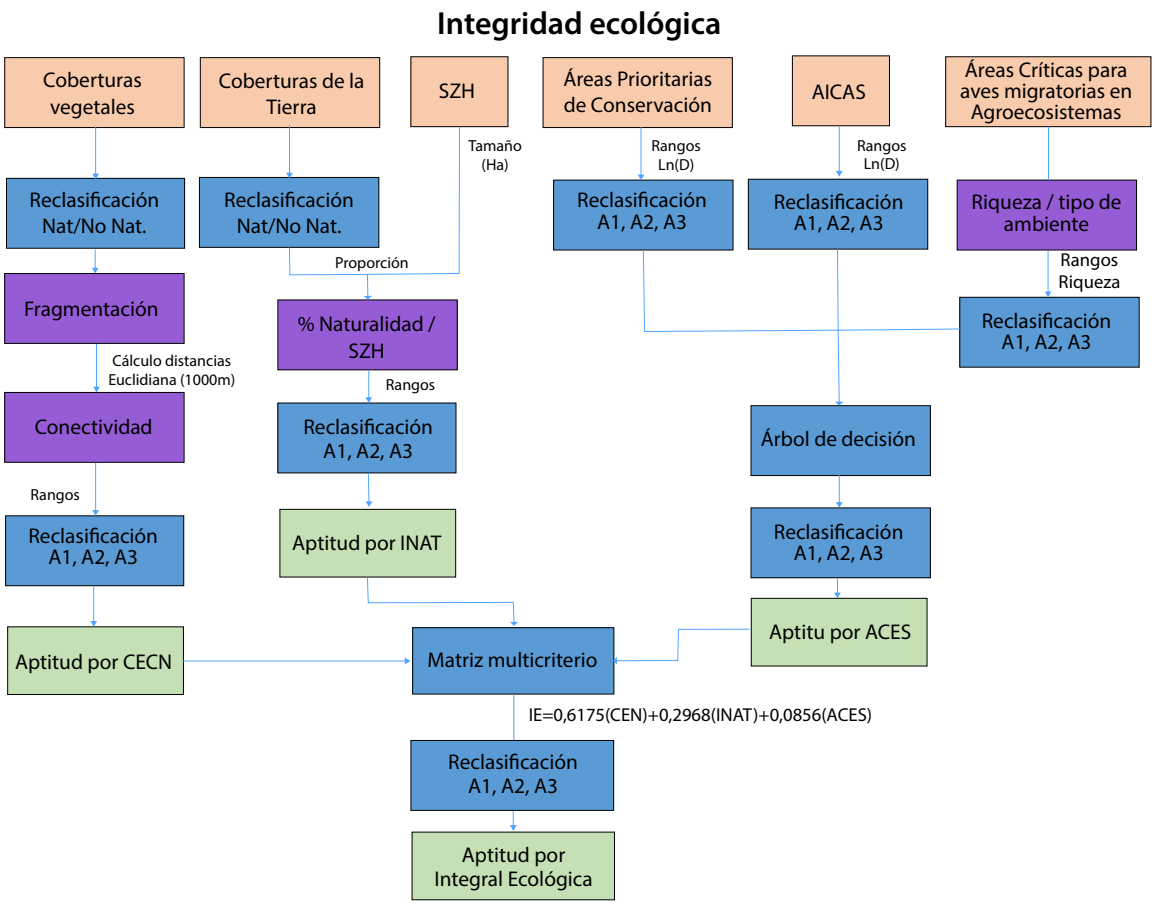
La temporalidad de la información de Corine Land Cover (2012) limita una interpretación actualizada de la situación ecosistémica real. Sin embargo, esta es la última información oficial generada y disponible.

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.

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

Para la evaluación del criterio de integridad ecológica, se realizó el procesamiento de cada una de sus tres variables como se describe en la gráfica denominada integridad ecológica.

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, 2012a). 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, 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 piña. 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.

a. 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 a) Se realizó una intersección entre la capa de coberturas de la tierra con la de subzonas hidrográficas del «Estudio Nacional del Agua» (Ideam, 2010 b).

De esta forma,

Inat= superficie de coberturas naturales/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 piña:

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

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

a. Áreas de 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 importancia para la conservación de aves (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 excluyen las AICA sin información georreferenciada; posteriormente 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 km^2.

Con la información disponible, se establecieron dos zonas en el país: la primera corresponde al área donde no hay AICA (categoría de aptitud alta: A1), y la segunda agrupa aquellas áreas donde hay AICA establecidas (categoría de aptitud media y baja: 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)

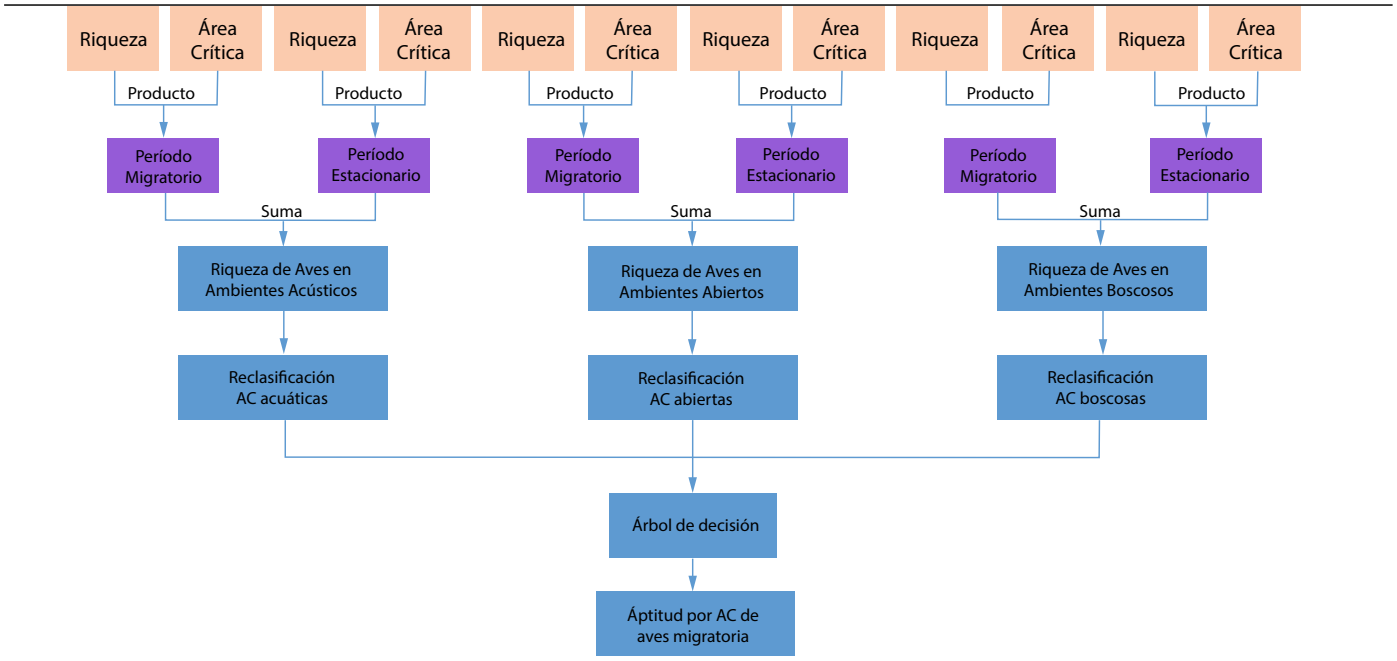
Rango ln (D)	Descripción	Aptitud
< -8,085	Áreas sin AICA	A1
-8,085 a -4,189	AICA con densidad muy baja o baja de especies sensibles	A2
-4,189 a 1,67	Densidad moderada, alta o muy alta de especies sensibles en las AICA	A3

- 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 período migratorio como estacionario.

El procedimiento para determinar la aptitud de acuerdo a la riqueza de especies migratorias en las áreas críticas se detalla en la figura denominada manejo de información espacial de áreas críticas para especies migratorias para escala 1:100.000.

Manejo de información espacial de áreas críticas para especies de aves migratorias para escala 1:100.000



Fuente: SELVA (2012).

Se realizó el producto entre las capas de las áreas críticas y riqueza potencial, tanto en período 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 período 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 piña.

Reclasificación de aptitud para el cultivo comercial de piña, de acuerdo con la importancia y preferencia del hábitat de las aves migratorias

Importancia de las áreas críticas			Aptitud piña
Bosque	Abiertos	Acuáticos	
Alta	Alta	Alta	A3
Alta	Alta	Moderada	A3
Alta	Alta	No aplica	A3
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	A3
Moderada	Alta	Moderada	A3
Moderada	Alta	No aplica	A3
Moderada	Moderada	Alta	A2
Moderada	Moderada	Moderada	A2
Moderada	Moderada	No aplica	A2
Moderada	No aplica	Alta	A1
Moderada	No aplica	Moderada	A1
Moderada	No aplica	No aplica	A1
No aplica	Alta	Alta	A3
No aplica	Alta	Moderada	A3
No aplica	Alta	No aplica	A3
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 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
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

a. 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:

$$a=0{,}6175 \quad b=0{,}2968 \quad c=0{,}0856$$

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:

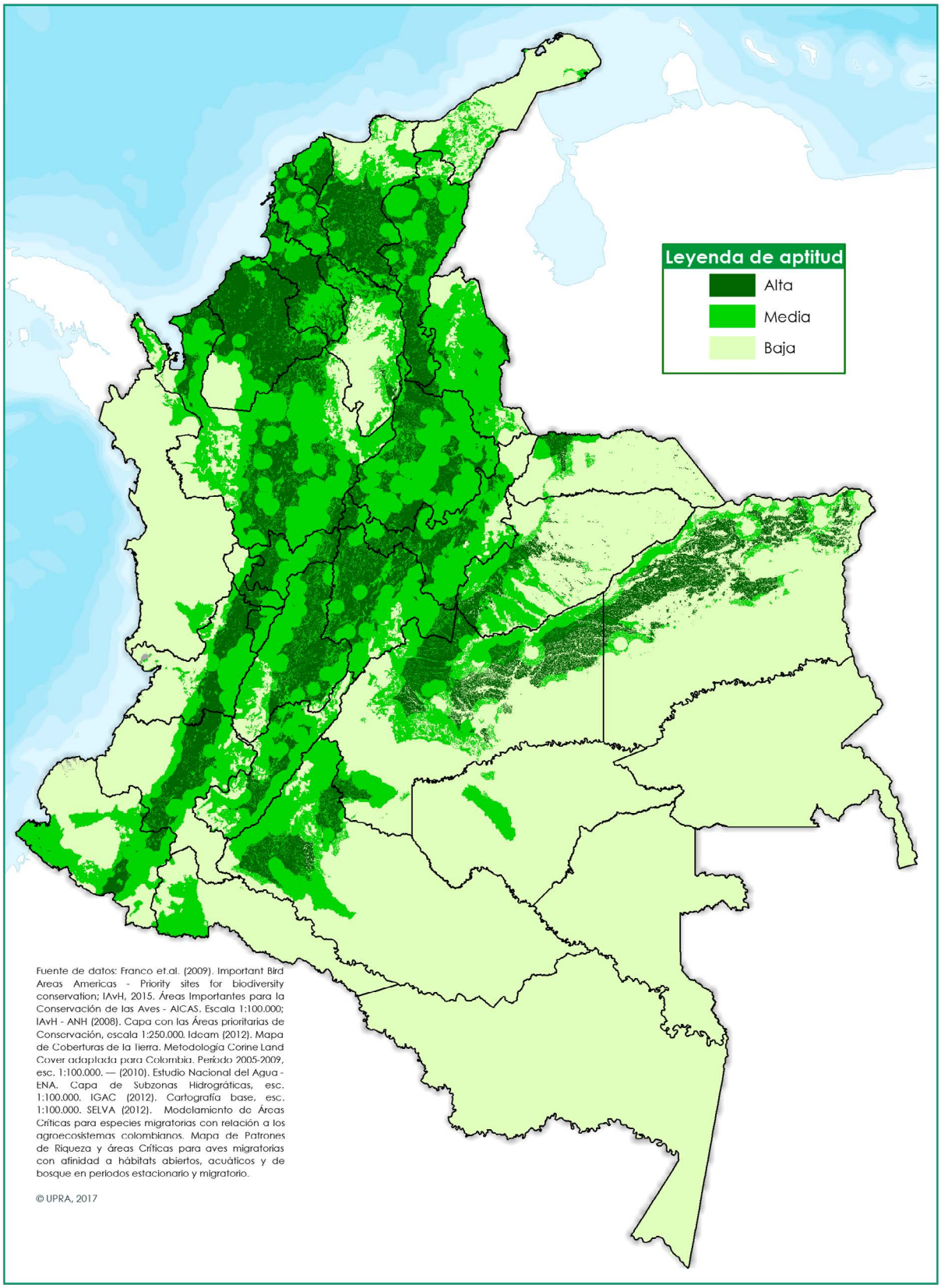
Aptitud para el establecimiento de cultivo comercial de piña por el criterio de integridad ecológica

Descripción	Aptitud
Lugares en donde la integridad ecológica es baja. La actividad productiva irrumpe en baja medida sobre la conectividad natural, espacios naturales o los procesos vitales de especies sensibles.	A1
Lugares en donde la integridad ecológica es moderada. La actividad productiva 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 en donde la integridad ecológica 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

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA

CRITERIO INTEGRIDAD ECOLÓGICA



Fuente de datos: Franco et.al. (2009). Important Bird Areas Americas - Priority sites for biodiversity conservation; IAvH, 2015. Áreas Importantes para la Conservación de las Aves - AICAS. Escala 1:100.000; IAvH - ANH (2008). Capa con las Áreas prioritarias de Conservación, escala 1:250.000. Ideam (2012). Mapa de Coberturas de la tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia. Período 2005-2009, esc. 1:100.000. — (2010). Estudio Nacional del Agua - ENA. Capa de Subzonas Hidrográficas, esc. 1:100.000. IGAC (2012). Cartografía base, esc. 1:100.000. 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, 2017

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). p. 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 p.

_. (2010). *Estudio Nacional del Agua: capa de subzonas hidrográficas, escala 1:100.000.* Bogotá: Ideam.

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

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

SELVA. (2012). «Modelamiento de áreas críticas para especies migratorias con relación a los agroecosistemas de Colombia». *Mapa de patrones de riqueza y áreas críticas para aves migratorias con afinidad a hábitats abiertos, acuáticos y de bosque en períodos estacionario y migratorio.* Informe final del Convenio 044 de 2012 entre SELVA y UPRA. 165 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 PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
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

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.

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

La importancia de la variable de conectividad estructural, para este estudio, radica en que contribuye a estimar la sostenibilidad ambiental mediante la favorabilidad del hábitat para el desplazamiento de la biodiversidad, flujos e información necesarios para el funcionamiento natural, de la cual dependen en gran medida los servicios ecosistémicos que sostienen los procesos vitales del sistema, así como el abastecimiento a procesos productivos.

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

Esta variable no genera exclusión. Se identifica un rango de variación entre 0 (sin conectividad) y 1 (altamente conectado). Se establece un rango de variación empleando los cortes naturales como método de agrupamiento del software ArcGis.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Al basarse en la capa base oficial de Coberturas de la tierra 2012, y su leyenda adaptada para Colombia (Ideam, 2012), la información tiene cierto nivel de desactualización, en función de los cambios que se hayan producido hasta el 2016, sin embargo es la última cobertura oficial generada.

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, 2012). Se tomaron todos los tipos de coberturas vegetales naturales como objeto el 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.

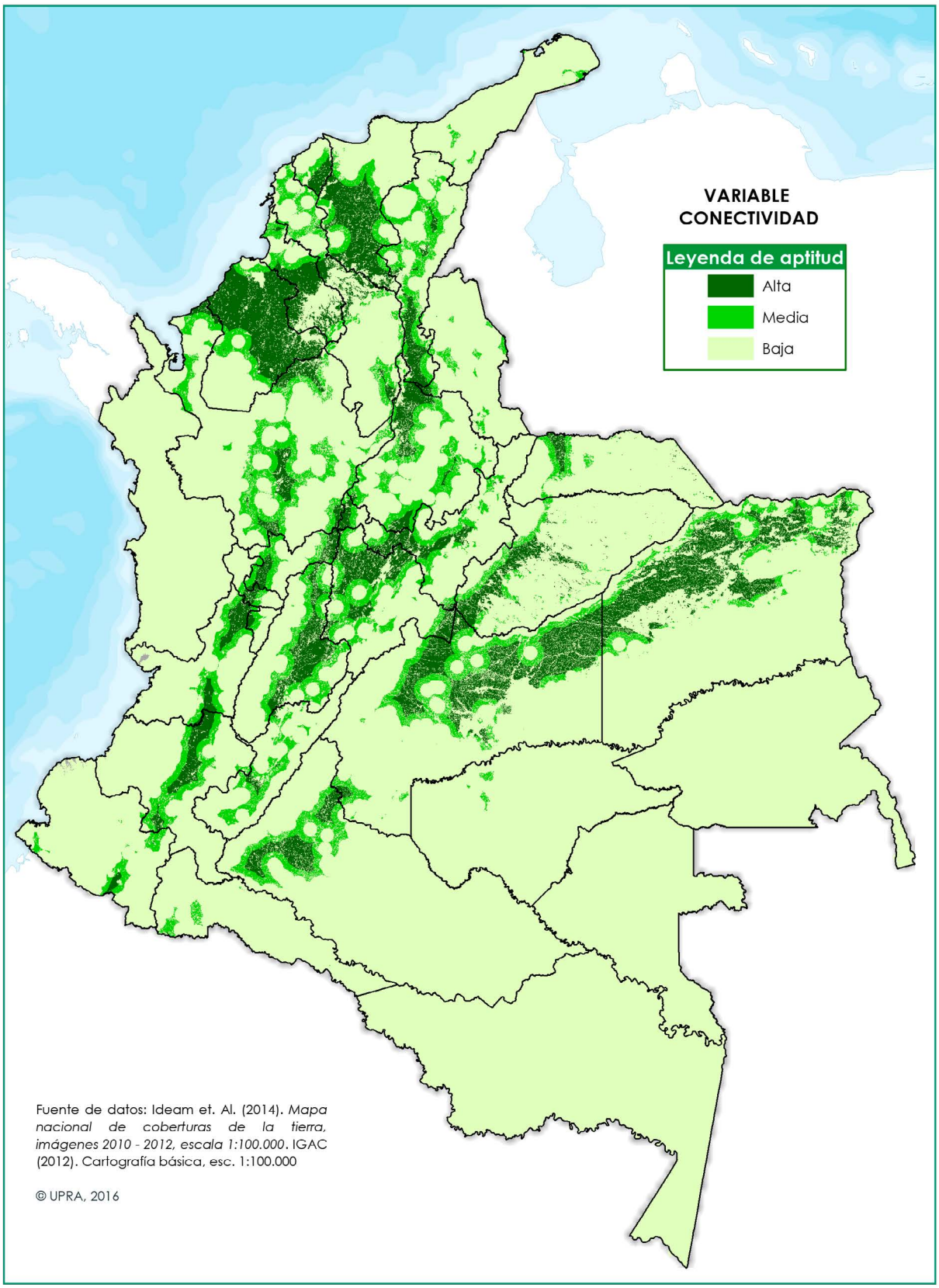
La conectividad estructural así obtenida se distribuyó en un rango entre 0 y 1, donde 0 representa la menor conectividad y 1, la mayor conectividad, y se reclasifica en términos de la aptitud para establecimiento de cultivos de piña híbrido MD-2.

Calificación de la variable conectividad estructural de las coberturas naturales (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

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA
CRITERIO INTEGRIDAD ECOLÓGICA



Fuente de datos: Ideam et. Al. (2014). *Mapa nacional de coberturas de la tierra, imágenes 2010 - 2012, escala 1:100.000*. IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000

© UPRA, 2016

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 p.
- _. (2012). *Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2005-2009, escala 1:100.000.* Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

2.2.2 Variable índice de naturalidad (Inat) por subsona hidrográfica

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO		
CRITERIO ASOCIADO: INTEGRIDAD ECOLÓGICA		
VARIABLE: ÍNDICE DE NATURALIDAD (Inat) POR SUBSONA HIDROGRÁFICA	**UNIDAD DE MEDIDA:** proporción de área de la subzona hidrográfica (%)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Cualidad de un ecosistema o de alguna parte del mismo, que da a conocer su grado de independencia respecto de la acción del hombre o, lo que es igual, lo escaso de la influencia transformadora del hombre. Permite estimar la cantidad de espacios naturales destinados a garantizar la prestación de servicios ecosistémicos en una unidad territorial determinada.

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, superficies de recarga hídrica, entre otras), en proporción al tamaño de la SZH. Así entre más alta sea la naturalidad, menor será la aptitud para el establecimiento de cultivos, por cuanto las labores productivas interrumpen el potencial para el desarrollo de procesos naturales. Entre tanto, en las áreas con menor 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.

4 Se emplea la subzona hidrográfica – SZH, por representar una unidad funcional hidrológica - natural y no administrativa.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO

Contribuye a estimar la sostenibilidad ambiental de la unidad geográfica de análisis (subzona hidrográfica), mediante la cantidad de espacios disponibles para el funcionamiento natural que sostiene los procesos vitales del sistema, así como el abastecimiento a procesos productivos.

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

Esta variable no genera exclusión. Se identifica un rango de variación porcentual respecto al área de la subzona hidrográfica, y se establece un descriptor de dicha presencia de áreas naturales.

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

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

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.

$$\text{INAT} = \frac{\text{Superficie de coberturas naturales}}{\text{Tamaño de subzona hidrográfica}}$$

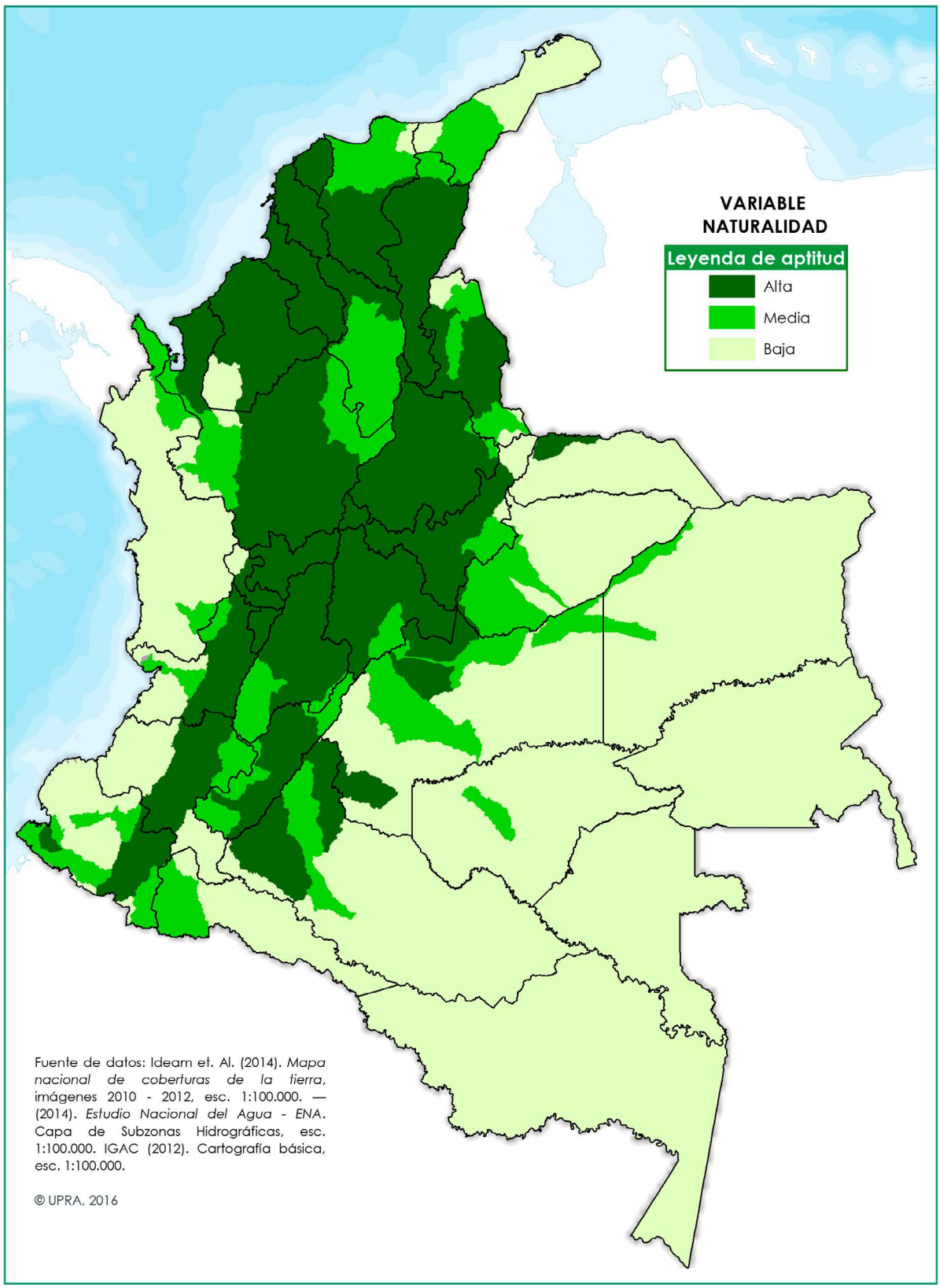
Se establecieron los siguientes rangos, de acuerdo con los parámetros establecidos por Márquez (2003), y se reclasificaron en términos de su aporte a la aptitud para el establecimiento del cultivo comercial de piña híbrido MD-2:

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

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

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA
CRITERIO INTEGRIDAD ECOLÓGICA



Fuente de datos: Ideam et. Al. (2014). *Mapa nacional de coberturas de la tierra*, imágenes 2010 - 2012, esc. 1:100.000. — (2014). *Estudio Nacional del Agua - ENA*. Capa de Subzonas Hidrográficas, esc. 1:100.000. IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000.

© UPRA, 2016

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 p.

_. (2014). *Estudio nacional del agua: capa de subzonas hidrográficas, escala 1:100.000*. Bogotá: Ideam.

_. (2012). *Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2005-2009, escala 1:100.000*. Bogotá: Ideam.

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

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

2.2.3 Variable áreas de concentración de especies sensibles (ACES)

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO		
CRITERIO ASOCIADO: INTEGRIDAD ECOLÓGICA		
VARIABLE: ÁREAS DE CONCENTRACIÓN DE ESPECIES SENSIBLES (ACES)	**UNIDAD DE MEDIDA:** adimensional[5] (ln (spp/km2)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Análisis jerárquico	✓
	Condicionante	
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	

DEFINICIÓN

Establece lugares donde tiene lugar la concentración de especies sensibles a través de indicadores como la densidad en polígonos definidos como áreas prioritarias para la conservación (APC) o la riqueza de especies migratorias en áreas críticas sobre agroecosistemas. De igual forma, se integran las áreas de importancia para la conservación de aves (AICA); de esta forma, cuanto mayor sea la concentración de estas especies, dada su sensibilidad, menor la aptitud para el establecimiento del cultivo comercial de piña, 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 piña, es mayor.

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).

5 spp. hace referencia a un grupo de especies pertenecientes a un taxón biológico. En el caso de esta variable, corresponde a un grupo de especies en categoría sensible en los polígonos de interés.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO

La importancia de la variable radica en que permite identificar áreas en donde, el establecimiento del cultivo comercial de piña híbrido MD-2, puede generar un riesgo potencial de afectación a la biodiversidad sensible en áreas no protegidas.

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

La concentración de especies sensibles es una variable que no genera exclusiones; el enfoque radica en la continuidad que debe prevalecer en el territorio, en términos de la favorabilidad de hábitat para el flujo de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos asociados (dispersión genética, polinización, regulación de cadenas tróficas, control biológico de plagas, etc.), de tal forma que cuanto 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
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 Instituto Alexander von Humboldt 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.

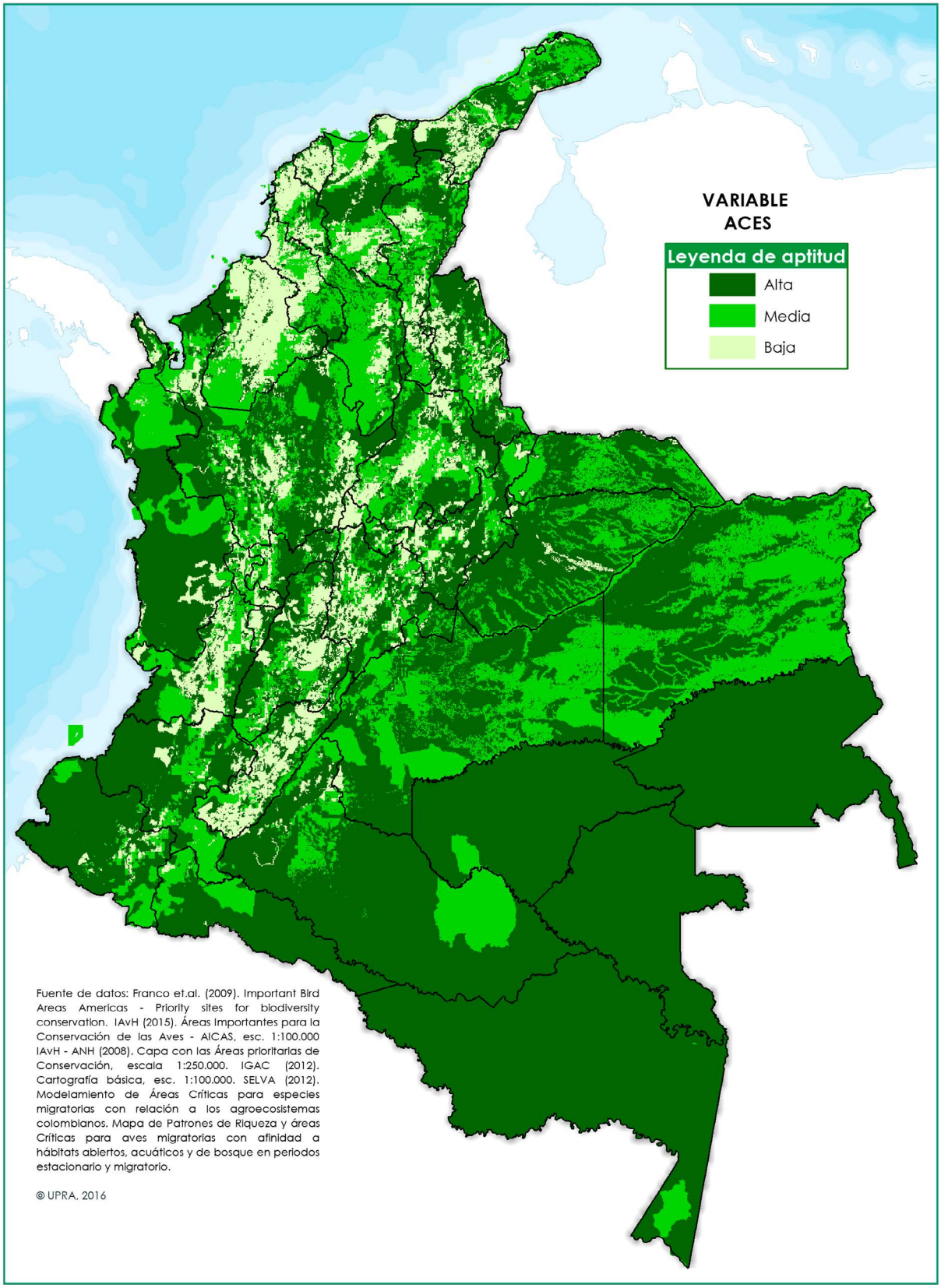
Para este análisis se asignó a cada polígono de APC (tamaño medido en km2) el valor identificado en el estudio del número de especies sensibles objeto de protección para obtener un valor de densidad o concentración de especies. Para aquellos polígonos sin información, se asumió el mínimo valor registrado 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 -2,77	APC muy baja de especies sensibles APC baja de especies sensibles	A2
-2,76 a 6,42	APC moderada de especies sensibles APC alta de especies sensibles APC muy alta de especies sensibles	A3

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA
CRITERIO INTEGRIDAD ECOLÓGICA



Fuente de datos: Franco et.al. (2009). Important Bird Areas Americas - Priority sites for biodiversity conservation. 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. IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000. 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. 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.
- 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. Bogotá: IGAC.
- SELVA. (2012). «Modelamiento de áreas críticas para especies migratorias con relación a los agroecosistemas de Colombia». *Mapa de patrones de riqueza y áreas críticas para aves migratorias con afinidad a hábitats abiertos, acuáticos y de bosque en períodos estacionario y migratorio*. Informe final del Convenio 044 de 2012 entre SELVA y UPRA. 165 p. Bogotá.

2.3 Criterio variación del contenido estimado de carbono

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
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 del cultivo comercial de piña híbrido MD-2.

Una de las funciones de los ecosistemas es la regulación del clima del planeta mediante el almacenamiento de carbono y la eliminación de los gases de efecto invernadero (GEI) como el CO_2 de la atmósfera, entre otros. Los ecosistemas contribuyen a la regulación de CO_2 de la atmósfera 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 y Capoor et al., 2008).

Teniendo en cuenta lo anterior, uno de los ejes de atención corresponde a los efectos ambientales de las actividades agropecuarias sobre la dinámica de captura y emisión de carbono; 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 de piña híbrido MD-2.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

Permite determinar la sostenibilidad ambiental de un territorio en términos de la prestación del servicio ecosistémico de almacenamiento de carbono.

De forma complementaria, esta estimación permite incorporar elementos de competitividad ambiental y económica, pues se puede articular a los esfuerzos nacionales e internacionales de reducción de gases de efecto invernadero, los cuales pretenden disminuir la huella de carbono.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

De forma consecuente con las metodologías empleadas a nivel nacional e internacional, la estimación del contenido de carbono en las coberturas se realiza a partir de información general, en escala menor a la requerida.

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 a la siguiente metodología.

Contenido de carbono en la biomasa vegetal aérea

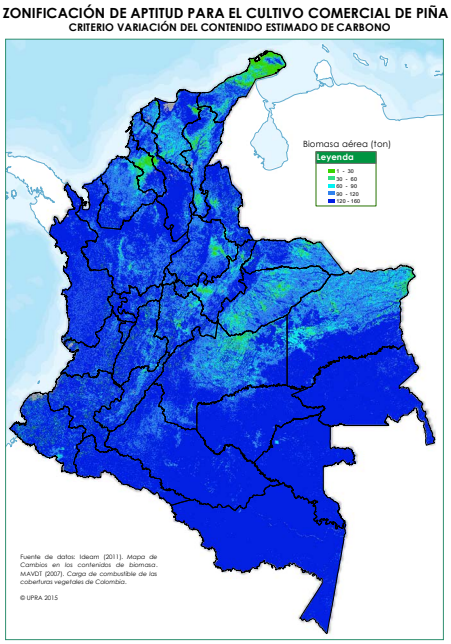
La estimación de la biomasa vegetal aérea (BA) se realiza a partir de la articulación entre la información contenida en el mapa de Cambios en los contenidos de biomasa – carbono en bosques del Ideam (Phillips et al., 2011), y el mapa de Carga de combustible (biomasa) de las coberturas vegetales de Colombia 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):

$C_{BA} = BA / 2$

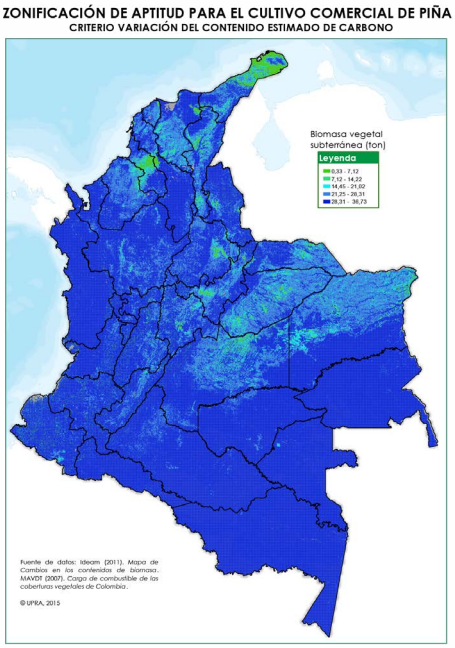


Biomasa aérea

Contenido de carbono en la biomasa vegetal subterránea

Por su parte, la estimación de la biomasa subterránea se efectúa de acuerdo a los fundamentos planteados por Cairns et al., 1997 y Brown, 1992, de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\text{Biomasa subterránea} = e^{(-1.085+.925*\ln(BA))}$$



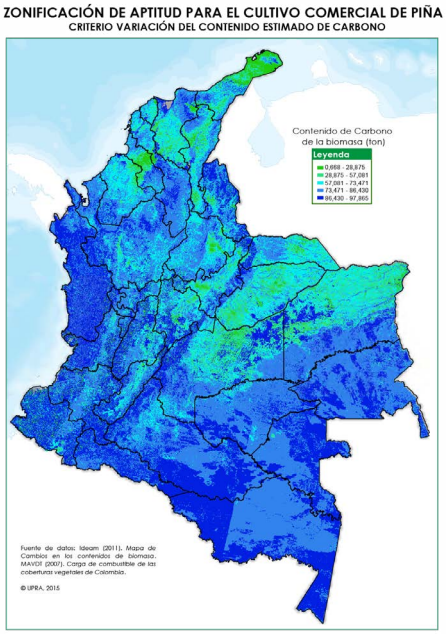
Biomasa subterránea

Igualmente para el mapa de biomasa subterránea, se calcula el mapa de carbono en biomasa subterránea de acuerdo con IPCC (2006), mediante la fórmula:

$$C(\text{biomasa subterránea}) = \text{Biomasa subterránea}/2$$

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.

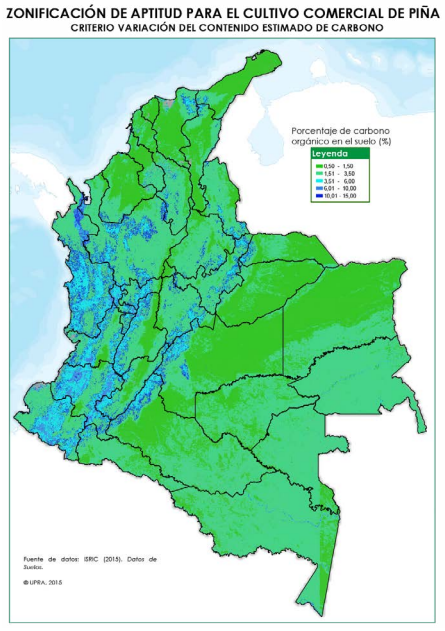


Carbono total en la biomasa

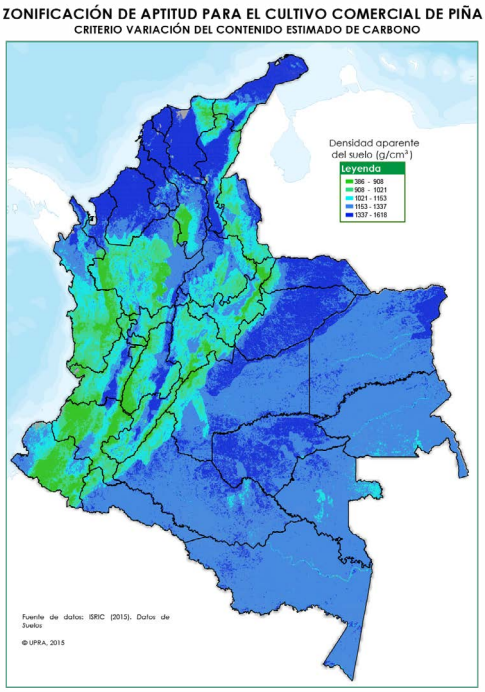
Contenido de carbono en el suelo

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:

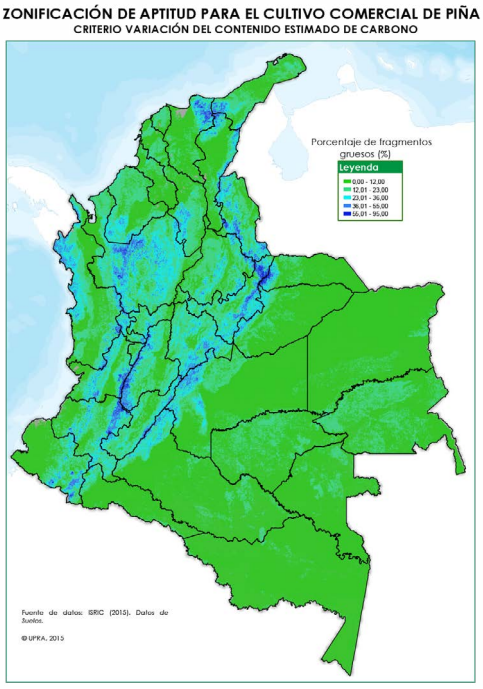
C orgánico suelo = % Carbono orgánico x densidad aparente x profundidad (0,3 m) x (1 - % fragmentos gruesos)



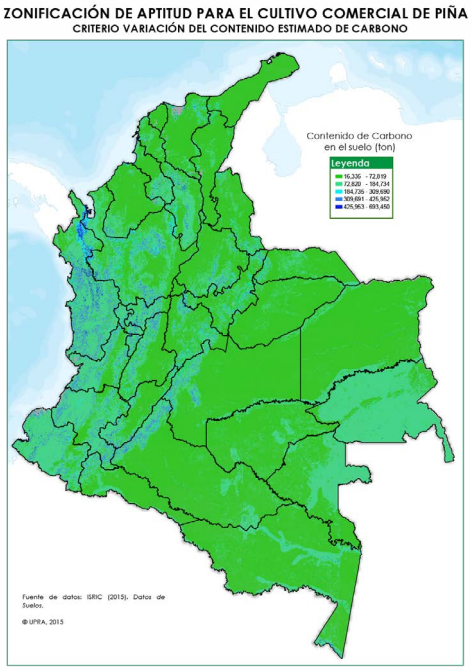
Porcentaje de carbono orgánico en el suelo



Densidad aparente del suelo



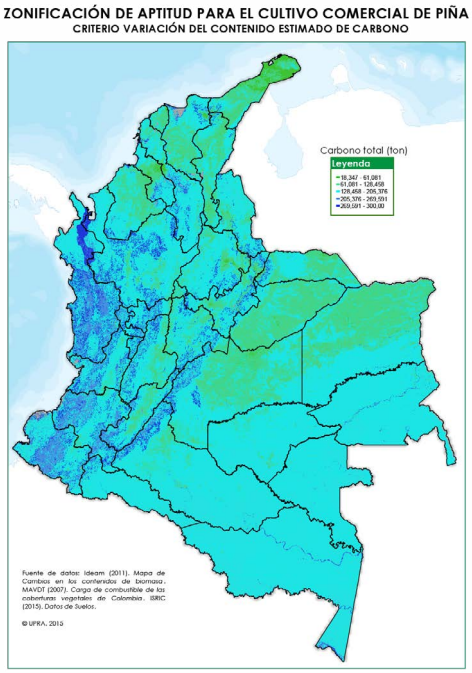
Porcentaje de fragmentos gruesos (>2 mm) en el suelo



Contenido de carbono en el suelo

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.



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

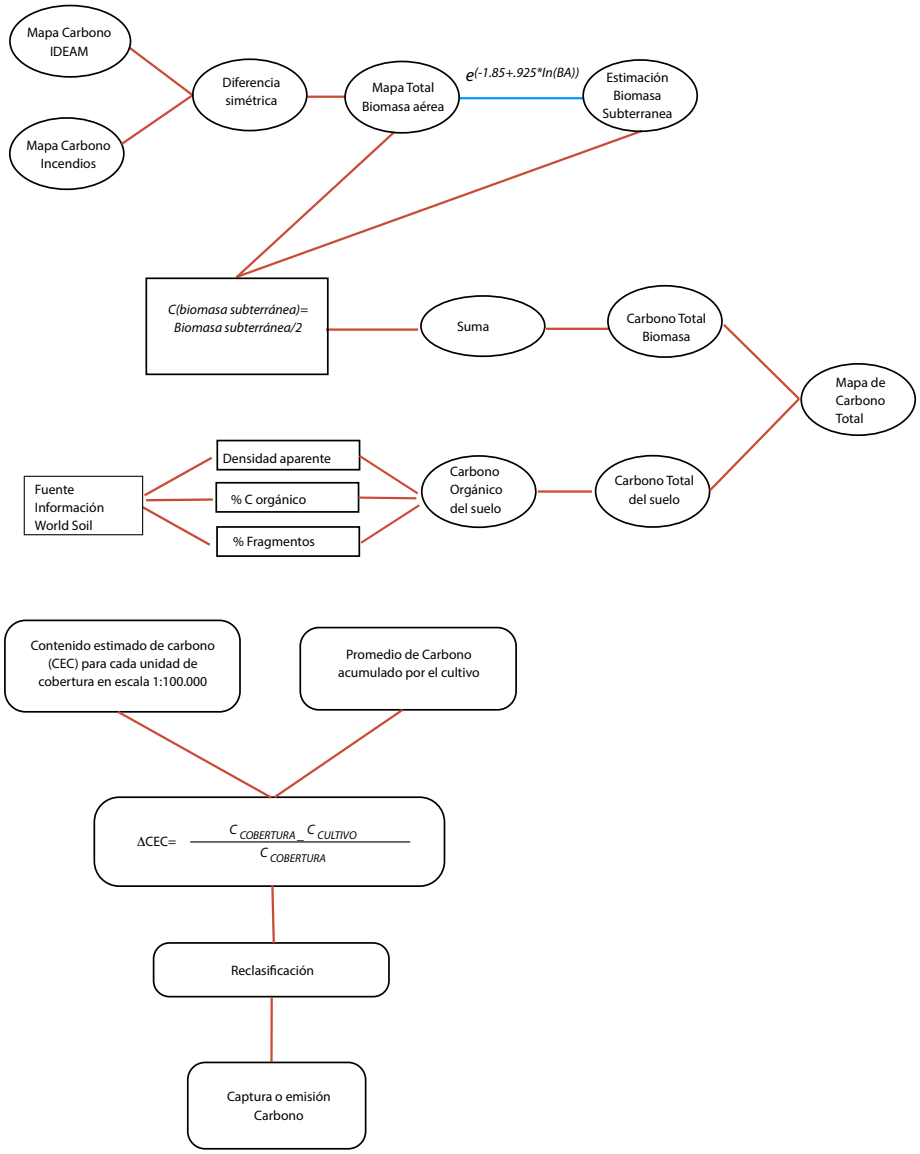
La calificación de la aptitud por la variación del contenido estimado de carbono se lleva a cabo mediante la comparación entre el contenido estimado de carbono (CEC)[6] para cada unidad de cobertura en escala 1:100.000, con el valor de referencia del contenido estimado de carbono en el cultivo de piña híbrido MD-2, con el fin de obtener el mapa de la variación del contenido de carbono total frente al cultivo comercial de piña híbrido MD-2.

6 (valor del pixel o de la unidad de análisis espacial).

$$\Delta CEC = \frac{C_{COBERTURA} - C_{CULTIVO\ DE\ PIÑA}}{C_{COBERTURA}}$$

De esta forma, dependiendo de la cobertura existente, el establecimiento de un nuevo cultivo de piña 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 piña, este representa una cantidad capturada semejante de carbono al de la cobertura actual, o el cultivo de piña 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 al -20 % corresponden a la categoría A1, mientras que el rango entre -20 y el 0 % corresponde a la categoría A2 y los mayores al 0 % se sitúa en la categoría A3.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

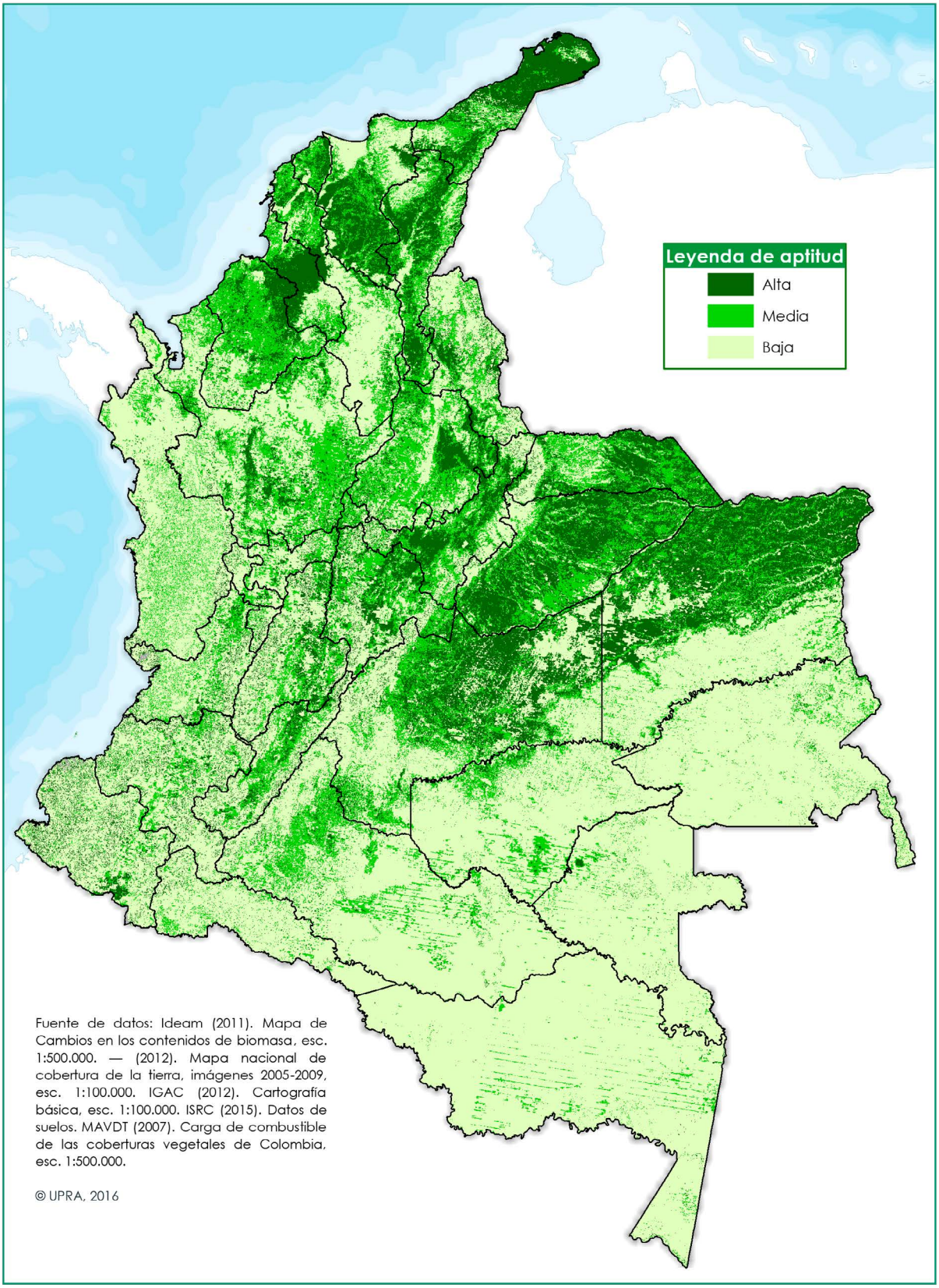
La calificación de la aptitud para el cultivo, desde el punto de vista de este criterio se establece siguiendo los siguientes preceptos:

Descripción	Variación del contenido estimado de carbono (%)	Aptitud
El cultivo se convierte en sumidero de carbono	< -20	A1
El cultivo es fuente de carbono	-20 - 0	A2
El cultivo es fuente de emisión de carbono alta	≥ 0	A3

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA

CRITERIO VARIACIÓN DEL CONTENIDO DE CARBONO



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. ISRC (2015). Datos de suelos. MAVDT (2007). Carga de combustible de las coberturas vegetales de Colombia, esc. 1:500.000.

© UPRA, 2016

FUENTES DE INFORMACIÓN

Brown, S. and 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 P. Ambrosi. (2008). *State and Trends of the Carbon Market 2008*. Washington, D.C.: World Bank Institute.

Ideam. (2011). *Mapa de cambios en los contenidos de biomasa, escala 1:500.000*. Bogotá: Ideam.

_. (2012). *Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2005-2009, escala 1:100.000*. Bogotá: Ideam.

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

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2006). *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*. Vol. 4. Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra. Eggleston H.; 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*. Recuperado de: <http://soilgrids1km.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 la cobertura

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO		
CRITERIO: CAMBIO DE LA COBERTURA		
TIPO DE CRITERIO	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO

Cobertura de la tierra, cuya unidad de medida es la categoría de favorabilidad del cambio de cobertura para el establecimiento de piña híbrido MD-2.

DEFINICIÓN

Grado de favorabilidad del cambio de la cobertura para el establecimiento de cultivo de piña híbrido MD-2, 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.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

Permite determinar la favorabilidad para establecer un cultivo de piña híbrido MD-2, bajo una visión integral del territorio. De esta forma, es posible calificar la cobertura de acuerdo con su contexto ecológico y productivo, identificando las zonas donde el cambio propuesto genera menor impacto socioecosistémico.

Cualquier cambio en la cobertura afecta la productividad primaria, la diversidad biótica, la sedimentación, los flujos de materia y energía en los ecosistemas, incluyendo las emisiones de gases de efecto de invernadero y el ciclo hidrológico (Di Gregorio, 2005 y Lambin, 2006).

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 EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

Las exclusiones técnicas del criterio fueron definidas bajo los siguientes parámetros:

a. **Coberturas que no hacen parte de la frontera agrícola nacional:** se toma como primer referente de exclusión, todas aquellas coberturas que no son parte de la frontera agrícola (Resolución Minagricultura No. 261 de 2018), las cuales se relacionan a continuación:

1.1.1. Tejido urbano continuo	3.1.1.1.1. Bosque denso alto de tierra firme	3.2.2.1. Arbustal denso
1.1.2. Tejido urbano discontinuo	3.1.1.1.2. Bosque denso alto inundable	3.2.2.2. Arbustal abierto
1.2.1. Zonas industriales o comerciales	3.1.1.1.2.1. Bosque denso alto Inundable heterogéneo	3.2.2.2.1. Arbustal abierto esclerófilo
1.2.1.1. Zonas industriales	3.1.1.1.2.2. Manglar denso alto	3.2.2.2.2. Arbustal abierto mesófilo
1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	3.1.1.1.2.3. Palmares	3.2.3. Vegetación secundaria o en transición
1.2.3. Zonas portuarias	3.1.1.2. Bosque denso bajo	3.2.3.1. Vegetación secundaria alta
1.2.4. Aeropuertos	3.1.1.2.1. Bosque denso bajo de tierra firme	3.2.3.2. Vegetación secundaria baja
1.2.4.1. Aeropuerto con infraestructura asociada	3.1.1.2.2. Bosque denso bajo inundable	3.3.1. Zonas arenosas naturales

1.2.5. Obras hidráulicas	3.1.2. Bosque abierto	3.3.1.1. Playas
1.3.1. Zonas de extracción minera	3.1.2.1.1. Bosque abierto alto de tierra firme	3.3.1.2. Arenales
1.3.1.2. Explotación de hidrocarburos	3.1.2.1.2. Bosque abierto alto inundable	3.3.1.3. Campos de dunas
1.3.1.3. Explotación de carbón	3.1.2.2.1. Bosque abierto bajo de tierra firme	3.3.2. Afloramientos rocosos
1.3.1.5. Explotación de materiales de construcción	3.1.2.2.2. Bosque abierto bajo inundable	3.3.5. Zonas glaciares y nivales
1.3.1.6. Explotación de sal	3.1.3. Bosque fragmentado	3.3.5.2 Zonas nivales
1.3.2. Zona de disposición de residuos	3.1.3.1. Bosque fragmentado con pastos y cultivos	4.1.1. Zonas pantanosas
1.4.1. Zonas verdes urbanas	3.1.3.2. Bosque fragmentado con vegetación secundaria	4.1.2. Turberas
1.4.1.1. Otras zonas verdes urbanas	3.1.4. Bosque de galería y ripario	4.1.3. Vegetación acuática sobre cuerpos de agua
1.4.1.2. Parques cementerio	3.2.1.1.1.2. Herbazal denso de tierra firme arbolado	4.2.1. Pantanos costeros
1.4.2. Instalaciones recreativas	3.2.1.1.1.3. Herbazal denso de tierra firme con arbustos	4.2.2. Salitral
1.4.2.2. Áreas deportivas	3.2.1.1.2.3. Arracachal	4.2.3. Sedimentos expuestos en bajamar
1.4.2.3. Áreas turísticas	3.2.1.2. Herbazal abierto	5.1.4.2. Lagunas de oxidación
3.1.1.1. Bosque denso alto	3.2.1.2.1. Herbazal abierto arenoso	5.2.2. Mares y océanos
	3.2.1.2.2. Herbazal abierto rocoso	5.2.2.2 Fondos coralinos someros

b. Coberturas incompatibles con el TUT: además de las coberturas que no son parte de la frontera agrícola, se incluyen otras coberturas y biomas-coberturas que, por sus características, son incompatibles con el desarrollo de piña híbrido MD-2 , las cuales se enlistan a continuación:

Coberturas
3.2.1.1.2.3 Arracachal
3.3.3 Tierras desnudas y degradadas
5.1.1. Ríos
5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales
5.1.3. Canales
5.1.4 Cuerpos de agua artificiales
5.1.4.1. Embalses
5.1.4.3. Estanques para acuicultura continental
5.2.1 Lagunas costeras

Biomas-cobertura
3.2.1.1.1. Herbazal denso de tierra firme Biomas Orobioma alto de Santa Marta, Orobioma de La Macarena, Orobioma de San Lucas, Orobioma medio de Santa Marta, Orobiomas altos de los Andes, Orobiomas azonales de Cúcuta, Orobiomas azonales del río Sogamoso, Orobiomas azonales del Valle del Patía, Orobiomas azonales río Dagua, Zonobioma húmedo tropical del Pacífico y Atrato.
3.2.1.1.2. Herbazal denso inundable Biomas Halobioma del Caribe, Halobiomas del Pacífico, Helobiomas de la Amazonia y Orinoquia, Helobiomas del Magdalena y Caribe, Helobiomas del Pacífico y Atrato, Litobiomas de la Amazonia y Orinoquia, Orobioma de San Lucas, Orobioma del Baudó y Darién, Orobiomas azonales de Cúcuta, Orobiomas azonales del Valle del Patía, Orobiomas bajos de los Andes, Peinobiomas de la Amazonia y Orinoquia, Zonobioma alternohígrico y/o subxerofítico tropical del Alto Magdalena, Zonobioma del desierto tropical de La Guajira y Santa Marta, Zonobioma húmedo tropical de la Amazonia y Orinoquia, Zonobioma húmedo tropical del Magdalena y Caribe, Zonobioma húmedo tropical del Pacífico y Atrato y Zonobioma seco tropical del Caribe.
3.2.1.1.1.1. Herbazal denso de tierra firme no arbolado Biomas Helobiomas de la Amazonia y Orinoquia, Litobiomas de la Amazonia y Orinoquia, Orobioma alto de Santa Marta, Orobioma bajo de Santa Marta y Macuira, Orobioma de La Macarena, Orobioma medio de Santa Marta, Orobiomas altos de los Andes, Orobiomas azonales del río Sogamoso, Orobiomas azonales del Valle del Patía, Orobiomas medios de los Andes, Zonobioma húmedo tropical de la Amazonia y Orinoquia y Zonobioma húmedo tropical del Magdalena y Caribe.
3.2.1.1.2.1. Herbazal denso inundable no arbolado Biomas Halobioma del Caribe, Halobiomas del Pacífico, Helobiomas de la Amazonia y Orinoquia, Helobiomas del Magdalena y Caribe, Helobiomas del Pacífico y Atrato, Litobiomas de la Amazonia y Orinoquia, Orobioma del Baudó y Darién, Orobiomas medios de los Andes, Peinobiomas de la Amazonia y Orinoquia, Zonobioma húmedo tropical de la Amazonia y Orinoquia, Zonobioma húmedo tropical del Magdalena y Caribe, Zonobioma húmedo tropical del Pacífico y Atrato y Zonobioma seco tropical del Caribe.
3.2.1.1.2.2. Herbazal denso inundable arbolado Biomas Helobiomas de la Amazonia y Orinoquia, Helobiomas del Magdalena y Caribe, Helobiomas del Magdalena y Caribe, Helobiomas del Pacífico y Atrato, Litobiomas de la Amazonia y Orinoquia, Orobioma del Baudó y Darién, Peinobiomas de la Amazonia y Orinoquia, Zonobioma húmedo tropical de la Amazonia y Orinoquia, Zonobioma húmedo tropical del Magdalena y Caribe, Zonobioma húmedo tropical del Pacífico y Atrato y Zonobioma seco tropical del Caribe.

c. **Bosques naturales 2010:** la capa de bosques naturales al año 2010 se obtiene del mapa bosque/no bosque para Colombia, área continental (escala fina Landsat) del Ideam (2016). Esta capa permite precisar las áreas con coberturas en bosques naturales y descontar dichas áreas del mapa obtenido de áreas transformadas para actividades agropecuarias (UPRA, 2018), generando exclusión técnica (N1). Esta capa responde a los compromisos adquiridos en el Acuerdo de París por parte de Colombia y a la Estrategia integral de control a la deforestación y gestión de los bosques. El año 2010 corresponde al año del punto de referencia para el corte de la medición de los Gases Efectos Invernadero (GEI), a partir del cual, se proyectó la meta de reducción de emisiones GEI en Colombia para el año 2030. En este mismo año también se presentó un cambio en el comportamiento de la deforestación.

METODOLOGÍA 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». Mediante este ejercicio, se reclasifican cada una de las unidades de cobertura de la tierra, asignando un grado de aptitud (alta, media, baja, no apta o sin información). Este procedimiento implica analizar las cualidades cada tipo de cobertura de acuerdo con su contexto ecológico y productivo, con el fin de determinar el grado de aptitud.

Para la construcción de este criterio 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 localiza cada unidad de cobertura (Tabla 1). 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 piña híbrido MD-2.

Tabla 1. Descripción de los tipos de aptitud para el cultivo de piña híbrido MD-2.

Descripción	Aptitud
Zonas de alta favorabilidad para el establecimiento del cultivo comercial de piña híbrido MD-2. y dedicada a usos agrícolas o pecuarios, donde predominan las áreas de pastos.	Alta
Zonas de moderada favorabilidad para el establecimiento del cultivo comercial de piña híbrido MD-2, dedicadas a usos agrícolas o pecuarios, donde predominan los pastos y los cultivos permanentes para la producción de alimentos.	Media
Zonas con favorabilidad marginal para el establecimiento del cultivo comercial de piña híbrido MD-2. Corresponde a coberturas de cultivos permanentes dedicados para la producción de materias primas industriales y fibras; también agrupa algunas unidades de coberturas naturales y seminaturales y coberturas de cultivos que se desarrollan en condiciones marginales para el cultivo comercial de piña híbrido MD-2.	Baja
Zonas no favorables para el establecimiento del cultivo comercial de piña híbrido MD-2. Son aquellas excluidas técnicamente y están referidas principalmente a las coberturas naturales y seminaturales, las áreas húmedas, las superficies de aguas y los territorios artificializados. Se incluyen también las coberturas de bosques naturales identificados en el mapa de Bosque/no bosque 2010 del Ideam.	No apta

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 piña híbrido MD-2.

Las coberturas no aptas (N1) identifican principalmente aquellas coberturas que, por sus características naturales o por tener algún valor de identidad sociocultural reconocido, deben ser protegidas, por lo que deben mantener su cobertura actual y, por lo tanto, no pueden establecerse cultivos de piña híbrido MD-2.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Aptitud alta (A1)

BIOMAS	Maíz	Caña de azúcar	Zonas quemadas
Helobiomas del Magdalena y Caribe			A3
Helobiomas del Pacífico y Atrato			A3
Helobiomas del Valle del Cauca		A3	
Litobiomas de la Amazonia y Orinoquia			A3
Orobioma bajo de Santa Marta y Macuira			A3
Orobioma de San Lucas			A3
Orobioma medio de Santa Marta			A3
Orobiomas altos de los Andes			A3
Orobiomas azonales del Valle del Patía			A3
Orobiomas bajos de los Andes	A3	A3	A3
Orobiomas medios de los Andes	A3	A3	
Peinobiomas de la Amazonia y Orinoquia			A3
Zonobioma alternohígrico y/o subxerofítico tropical del Alto Magdalena	A3		A3
Zonobioma alternohígrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca	A3	A3	
Zonobioma húmedo tropical del Magdalena y Caribe	A3		A3
Zonobioma seco tropical del Caribe			A3

Aptitud media (A2)

BIOMAS	Mosaico de cultivos	Cultivos transitorios	Pastos enmalezados	Mosaico de pastos y cultivos	Arroz
Halobioma del Caribe	A2	A2	A2	A2	A2
Halobiomas del Pacífico	A2	A2	A2	A2	
Helobioma de La Guajira	A2			A2	
Helobiomas andinos	A2		A2	A2	
Helobiomas de la Amazonia y Orinoquia	A2	A2	A2	A2	A2
Helobiomas del Magdalena y Caribe	A2	A2	A2	A2	A2
Helobiomas del Pacífico y Atrato	A2	A2	A2	A2	
Helobiomas del río Zulia	A2		A2	A2	A2
Helobiomas del Valle del Cauca	A2	A2	A2	A2	
Litobiomas de la Amazonia y Orinoquia	A2		A2	A2	
Orobioma alto de Santa Marta			A2		
Orobioma bajo de Santa Marta y Macuira	A2		A2	A2	A2
Orobioma de La Macarena			A2	A2	

Orobioma de San Lucas	A2		A2	A2	
Orobioma medios de los Andes					
Orobioma del Baudó y Darién	A2		A2	A2	
Orobioma medio de Santa Marta		A2	A2		
Orobiomas altos de los Andes	A2		A2		
Orobiomas azonales de Cúcuta	A2		A2	A2	A2
Orobiomas azonales del río Sogamoso			A2	A2	
Orobiomas azonales del Valle del Patía	A2		A2	A2	
orobiomas azonales del río Dagua			A2	A2	
Orobiomas bajos de los Andes	A2	A2	A2	A2	A2
Orobiomas medios de los Andes	A2		A2	A2	
Peinobiomas de la Amazonia y Orinoquia	A2	A2	A2	A2	A2
Zonobioma alternohígrico y/o subxerofítico tropical del Alto Magdalena	A2	A2	A2	A2	A2
Zonobioma alternohígrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca	A2	A2	A2	A2	A2
Zonobioma del desierto tropical de La Guajira y Santa Marta	A2		A2	A2	
Zonobioma húmedo tropical de la Amazonia y Orinoquia	A2		A2	A2	A2
Zonobioma húmedo tropical del Catatumbo	A2	A2	A2	A2	A2
Zonobioma húmedo tropical del Magdalena y Caribe	A2	A2	A2	A2	A2
Zonobioma húmedo tropical del Pacífico y Atrato	A2		A2	A2	
Zonobioma seco tropical del Caribe	A2	A2	A2	A2	A2

Aptitud baja (A3)

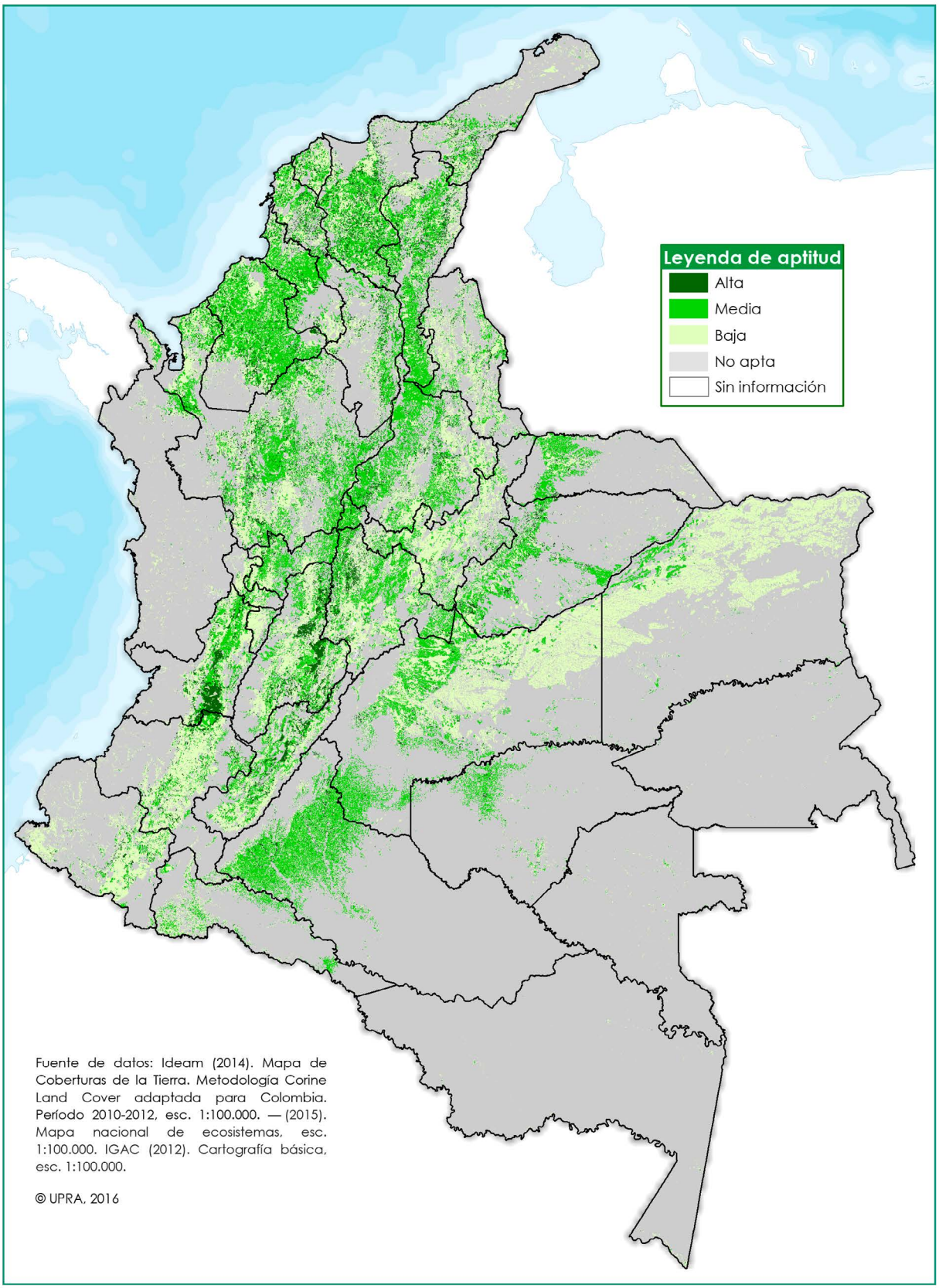
BIOMAS	Plátano y banano	Pastos arbolados	Cultivos permanentes	Palma de aceite	Cultivos agroforestales	Pastos limpios	Mosaicos con espacios naturales	Plantaciones forestales	Herbazal denso de tierra firme
Halobioma del Caribe	A3	A3	A3	A3		A3	A3	A3	A3
Halobiomas del Pacífico			A3	A3		A3	A3		A3
Helobioma de La Guajira						A3	A3		A3
Helobiomas andinos						A3	A3	A3	A3
Helobiomas de la Amazonia y Orinoquia		A3		A3		A3	A3	A3	A3

Helobiomas del Magdalena y Caribe	A3	A3	A3	A3		A3	A3	A3	A3
Helobiomas del Pacífico y Atrato	A3	A3		A3		A3	A3		A3
Helobiomas del río Zulia		A3		A3		A3	A3		
Helobiomas del Valle del Cauca		A3	A3			A3	A3	A3	A3
Litobiomas de la Amazonia y Orinoquia						A3	A3		A3
Orobioma alto de Santa Marta						A3	A3		
Orobioma bajo de Santa Marta y Macuira	A3	A3	A3	A3		A3	A3	A3	A3
Orobioma de La Macarena						A3	A3		
Orobioma de San Lucas		A3	A3	A3		A3	A3		
Orobioma medios de los Andes					A3		A3		
orobioma del Baudó y Darién	A3					A3	A3		
Orobioma medio de Santa Marta						A3	A3		
Orobiomas altos de los Andes		A3	A3			A3	A3	A3	
Orobiomas azonales de Cúcuta		A3	A3			A3	A3		
Orobiomas azonales del río Sogamoso		A3				A3	A3		
Orobiomas azonales del Valle del Patía		A3				A3	A3		
orobiomas azonales del río Dagua						A3	A3		
Orobiomas bajos de los Andes	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3
Orobiomas medios de los Andes		A3	A3			A3	A3	A3	
Peinobiomas de la Amazonia y Orinoquia		A3	A3	A3		A3	A3	A3	A3
Zonobioma alternohígrico y/o subxerofítico tropical del Alto Magdalena		A3	A3			A3	A3		A3
Zonobioma alternohígrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca	A3	A3	A3		A3	A3	A3	A3	
Zonobioma del desierto tropical de La Guajira y Santa Marta						A3	A3		A3
Zonobioma húmedo tropical de la Amazonia y Orinoquia		A3		A3		A3	A3		A3
Zonobioma húmedo tropical del Catatumbo		A3		A3		A3	A3		
Zonobioma húmedo tropical del Magdalena y Caribe	A3	A3	A3	A3		A3	A3	A3	A3
Zonobioma húmedo tropical del Pacífico y Atrato	A3	A3	A3	A3		A3	A3	A3	
Zonobioma seco tropical del Caribe	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA

CRITERIO CAMBIO DE COBERTURA



Fuente de datos: Ideam (2014). Mapa de Coberturas de la Tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia. Período 2010-2012, esc. 1:100.000. — (2015). Mapa nacional de ecosistemas, esc. 1:100.000. IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000.

© UPRA, 2016

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: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico 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 p.
- _. (2012). Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2005-2009, escala 1:100.000.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- 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 PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
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, en donde se consideran las siguientes categorías: muy baja, baja, moderada, alta y muy alta.

Este mapa es el resultado de la integración y evaluación de los siguientes factores:

- Susceptibilidad de la vegetación a incendios de la cobertura vegetal
- Precipitación
- Temperatura
- Velocidad del viento

- Radiación solar
- Frecuencia de incendios de la cobertura vegetal
- Pendientes

Este mapa es uno de los mapas intermedios, que integran el mapa nacional de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal, desarrollado por Ideam en 2009.

DEFINICIÓN

Permite medir la probabilidad que posee un área cualquiera, de verse afectada por un incendio de la cobertura vegetal y cómo puede esta posibilidad, afectar en mayor o en menor medida los cultivos de piña híbrido MD-2 establecidos 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 identificada está relacionada con la escala del mapa de amenaza total de incendios de la cobertura vegetal, ya que la escala salida de dicho mapa es 1:500.000, lo cual generaliza la información analizada y a su vez resta exactitud en el análisis.

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

El criterio amenaza de incendios de la cobertura vegetal, 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

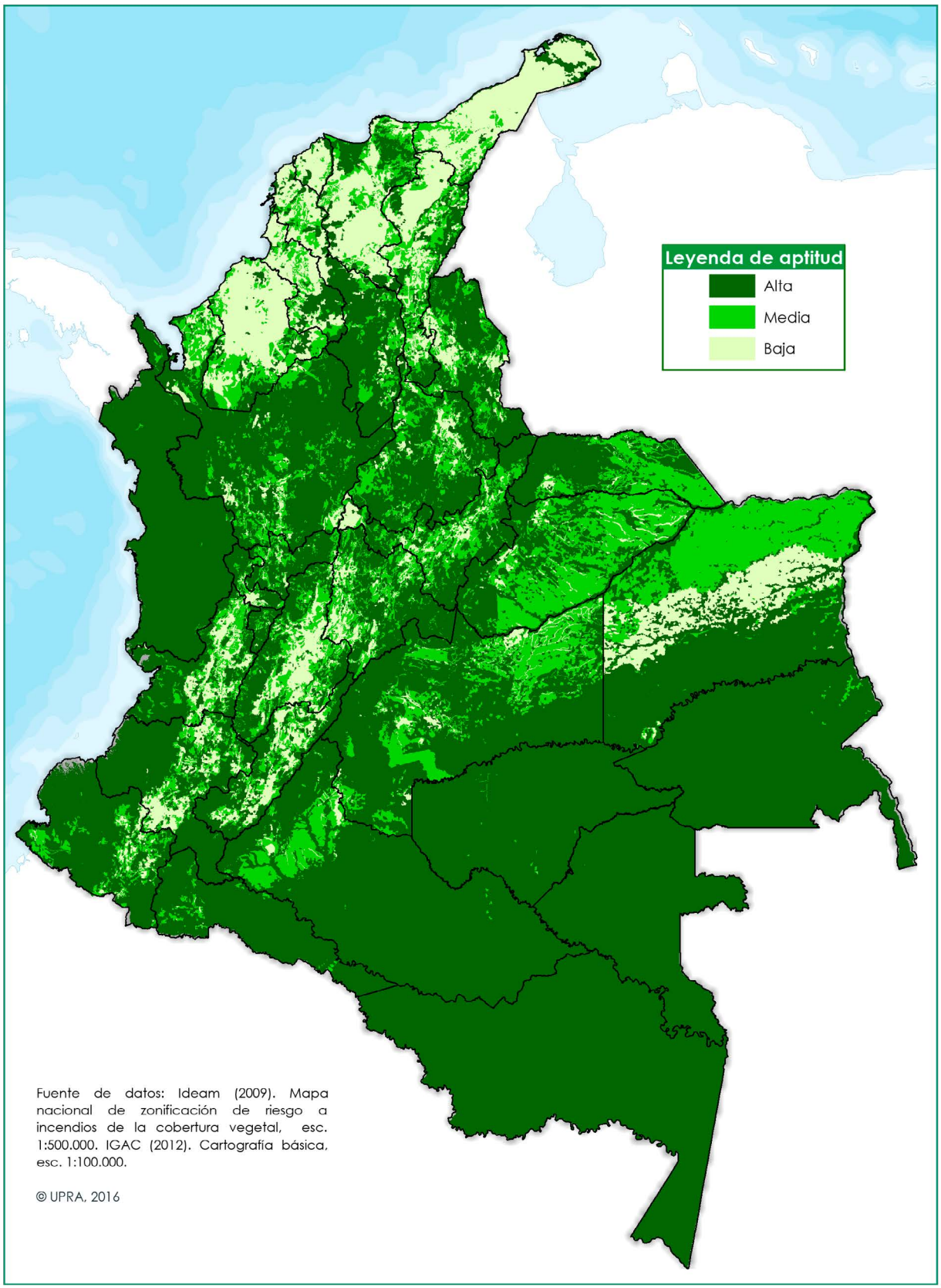
Este criterio presenta los siguientes rangos de aptitud:

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

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA

CRITERIO AMENAZA POR INCENDIO DE LA COBERTURA VEGETAL



Fuente de datos: Ideam (2009). Mapa nacional de zonificación de riesgo a incendios de la cobertura vegetal, esc. 1:500.000. IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000.

© UPRA, 2016

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Ideam. (2009). *Mapa nacional de zonificación de riesgo a incendios de la cobertura vegetal, a partir de información temática e información complementaria y el aplicativo informático para automatizar las posteriores actualizaciones.* Bogotá: Ideam. 72 p.

3 Fichas metodológicas del componente socioeconómico

3.1 Criterio infraestructura y logística

FICHA METODOLÓGICA DEL CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO		
CRITERIO: INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA		
TIPO DE CRITERIO	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO

- Existencia de cultivos, expresada como área sembrada (ha).
- Cercanía a centros de servicios, expresada como tiempo de desplazamiento en horas.
- Cercanía a puertos marítimos, expresada como tiempo de desplazamiento en horas.
- Presencia de aeropuertos, expresado como categoría.
- Cercanía a centros de transformación, empaque y comercialización, expresada como tiempo de desplazamiento en horas.
- Distritos de riego, expresados en tamaño del distrito.

DEFINICIÓN

Conjunto de bienes y servicios necesarios para la movilidad del aparato productivo.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

Indica a los agentes económicos las condiciones de movilidad, la cercanía 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.

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 regiones 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 muy 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, la información oficial se tendrá dentro de un año, porque fue en el 2016 que se expide un decreto que obliga a estos centros a registrarse en el ICA, para este ejercicio se hizo un barrido de todos los centros de transformación en el país basados en la experiencia de los técnicos del Minagricultura, los profesionales de la UPRA y las validaciones o visitas de campo. Para los distritos de riego, se tuvo en cuenta el área de irrigación.

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 (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 > 14	Municipios con sumatoria de aptitud entre 10 y 13	Municipios con sumatoria de aptitud < 9

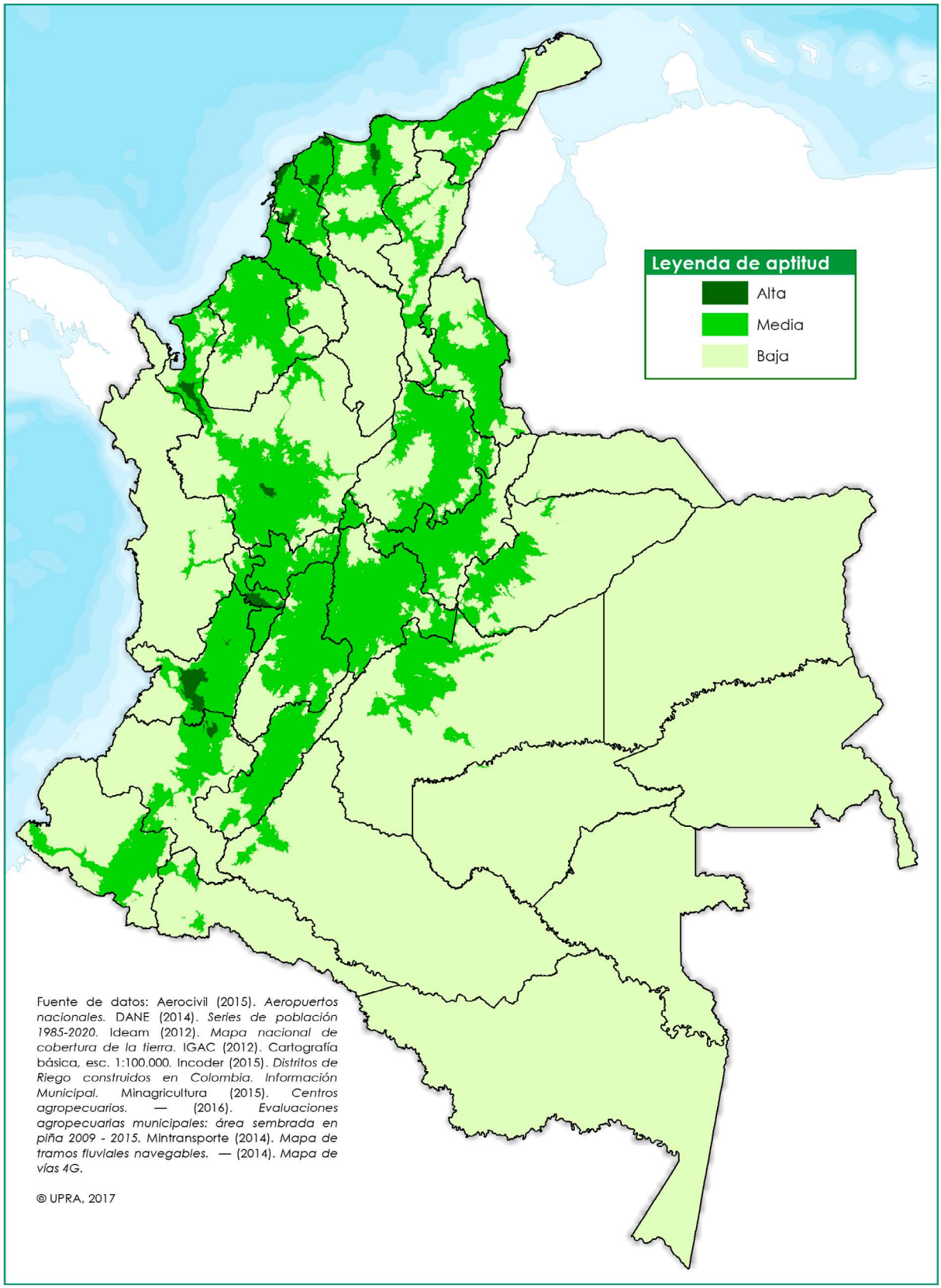
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Variables	Unidad de medida	Rangos de aptitud		
		A1	A2	A3
Existencia de cultivos	Hectáreas sembradas por municipios	> 80,5	22,29 - 80,5	< 22,29
Cercanía a centros de servicios	Tiempo de desplazamiento en horas	≤ 2	2 - 4	> 4
Cercanía a puertos marítimos	Tiempo de desplazamiento en horas	≤ 2	2 - 4	> 4
Presencia de aeropuertos	Categorías	Categoría A	Categoría B	Categoría C
Cercanía a centros transformación empaque comercialización	Tiempo de desplazamiento en horas	≤ 2	2 - 4	> 4
Distritos de riego	Tamaño	Municipios con distritos de riego de gran tamaño	Municipios con distritos de riego de mediano y pequeño tamaño	Municipios sin distrito de riego

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA

CRITERIO INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA



Fuente de datos: Aerocivil (2015). *Aeropuertos nacionales.* DANE (2014). *Series de población 1985-2020.* Ideam (2012). *Mapa nacional de cobertura de la tierra.* IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000. Incoder (2015). *Distritos de Riego construidos en Colombia. Información Municipal.* Minagricultura (2015). *Centros agropecuarios.* — (2016). *Evaluaciones agropecuarias municipales: área sembrada en piña 2009 - 2015.* Mintransporte (2014). *Mapa de tramos fluviales navegables.* — (2014). *Mapa de vías 4G.*

© UPRA, 2017

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Aerocivil. (2015). Aeropuertos Nacionales.
- DANE. (2014). Series de población 1985-2020.
- Ideam. (2012). Mapa nacional de cobertura de la tierra.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Incoder. (2015). Distritos de riego construidos en Colombia. Información municipal .
- Minagricultura. (2016). Secretaria de cadenas.
- Mintransporte. (2014). Mapa de tramos fluviales navegables y mapa de vías 4G.

3.1.1 Variable existencia de cultivos

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO		
CRITERIO ASOCIADO: INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA		
VARIABLE: EXISTENCIA DE CULTIVOS	**UNIDAD DE MEDIDA:** Promedio anual 2010-2015 de ha sembradas en piña híbrido MD-2 en el municipio	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Área sembrada con piña en el municipio.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Incide en la percepción de los agentes económicos con respecto a la presencia de cultivos de piña híbrido MD-2, en donde existe infraestructura productiva y logística especializada para la cadena de la piña híbrido MD-2.

Existe una relación directamente proporcional entre la existencia de cultivos y la aptitud competitiva del municipio: aquellos donde se registra mayor área sembrada se consideran más competitivos porque ofrecen condiciones más propicias para el desarrollo de la actividad. Municipios con cultivos de piña híbrido MD-2 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.

El municipio presenta una mayor tradición cultural en la siembra del cultivo de piña híbrido MD-2.

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:

Promedio anual 2010-2015 de ha sembradas en piña híbrido MD-2 en el municipio	Aptitud
Municipios > 80,50 ha	A1
Municipios entre 22,29 ha y 80,5 ha	A2
Municipios sembrada < 22,29 ha	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 piña híbrido MD-2 por municipio y no hay forma de hacer una validación porque no hay ninguna otra entidad que tenga información tan detallada a nivel municipal.

Al graficar en el mapa, se sombrea todo el municipio, por eso hay municipios que por su extensión aparecen con una gran sombra, mientras que en los municipios de área pequeña visualmente pareciera que tuvieran menor aptitud.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

Minagricultura. 2016. Evaluaciones Agropecuarias Municipales (EVA). Área sembrada en piña, 2010-2015.

2. Precisiones de la información.

Sin precisiones.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Para efectos de los análisis de la variable, se tomaron los valores promedio anual 2010-2015 de áreas sembrada con piña híbrido MD-2. Para definir el rango A2 se trabajó, con la desviación estándar sumándosela al valor mínimo cultivado por ha.

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

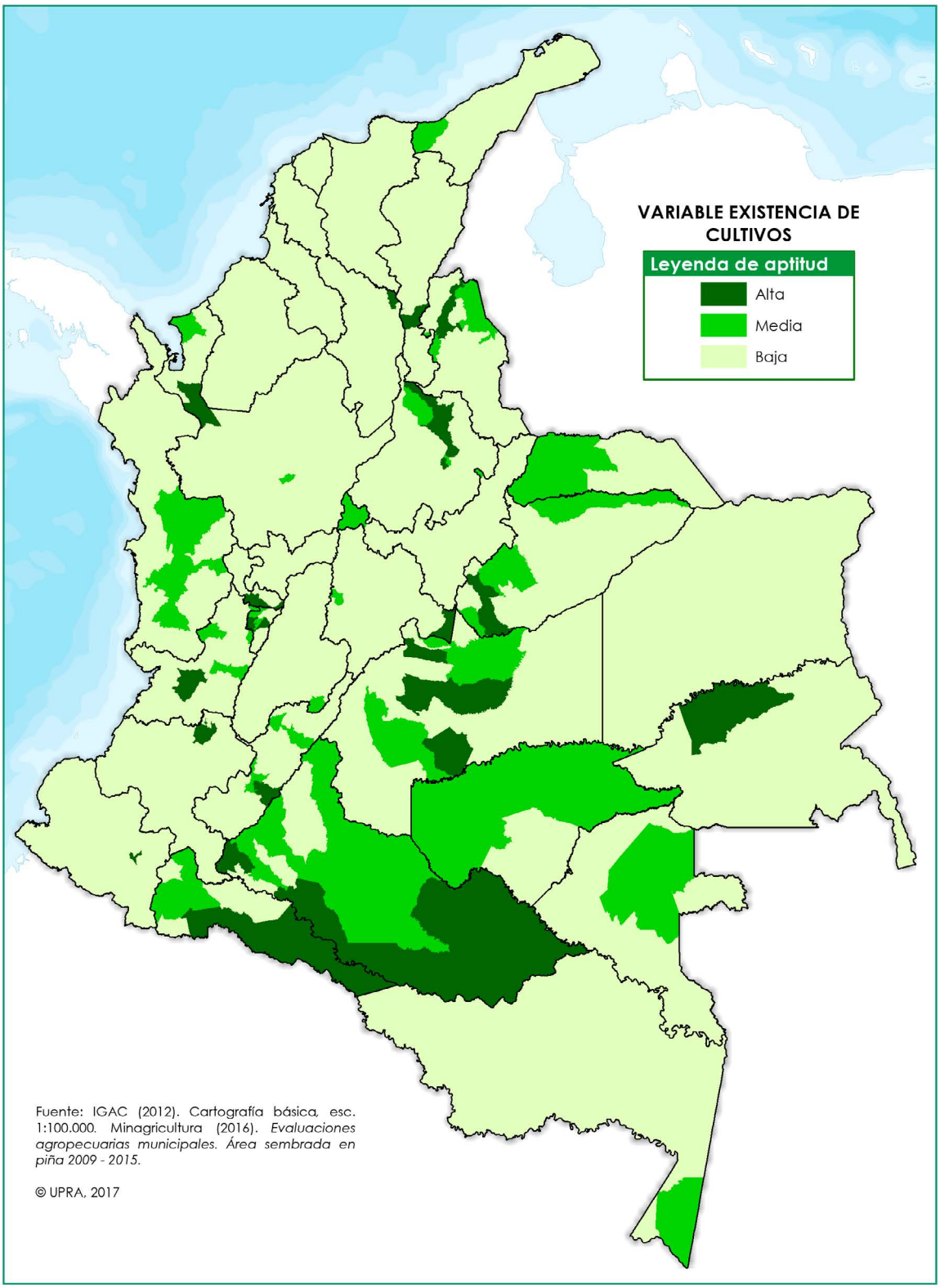
5. Clasificación de los municipios por aptitud competitiva.

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

Unidad de análisis	Municipio

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA
CRITERIO INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA



FUENTES DE INFORMACIÓN

- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Minagricultura. (2016). *Evaluaciones agropecuarias municipales: área sembrada en piña, 2010-2015.*

3.1.2 Variable cercanía a centros de servicios

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
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 piña híbrido MD-2, 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 esta 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: A1 (alta), A2 (media) y A3 (baja).

Tiempo de desplazamiento (horas)	Aptitud
< 2	A1
2 - 4	A2
> 4	A3

Atendiendo a los criterios definidos para establecer los centros de servicios, se identificaron 246. Los centros de servicios más importantes del país son Bogotá, Medellín y Cali.

La región andina muestra mayor aptitud competitiva; las regiones como la Orinoquía y la Amazonía tienen menor aptitud.

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 directamente proporcional. 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

1. 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.

2. 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.

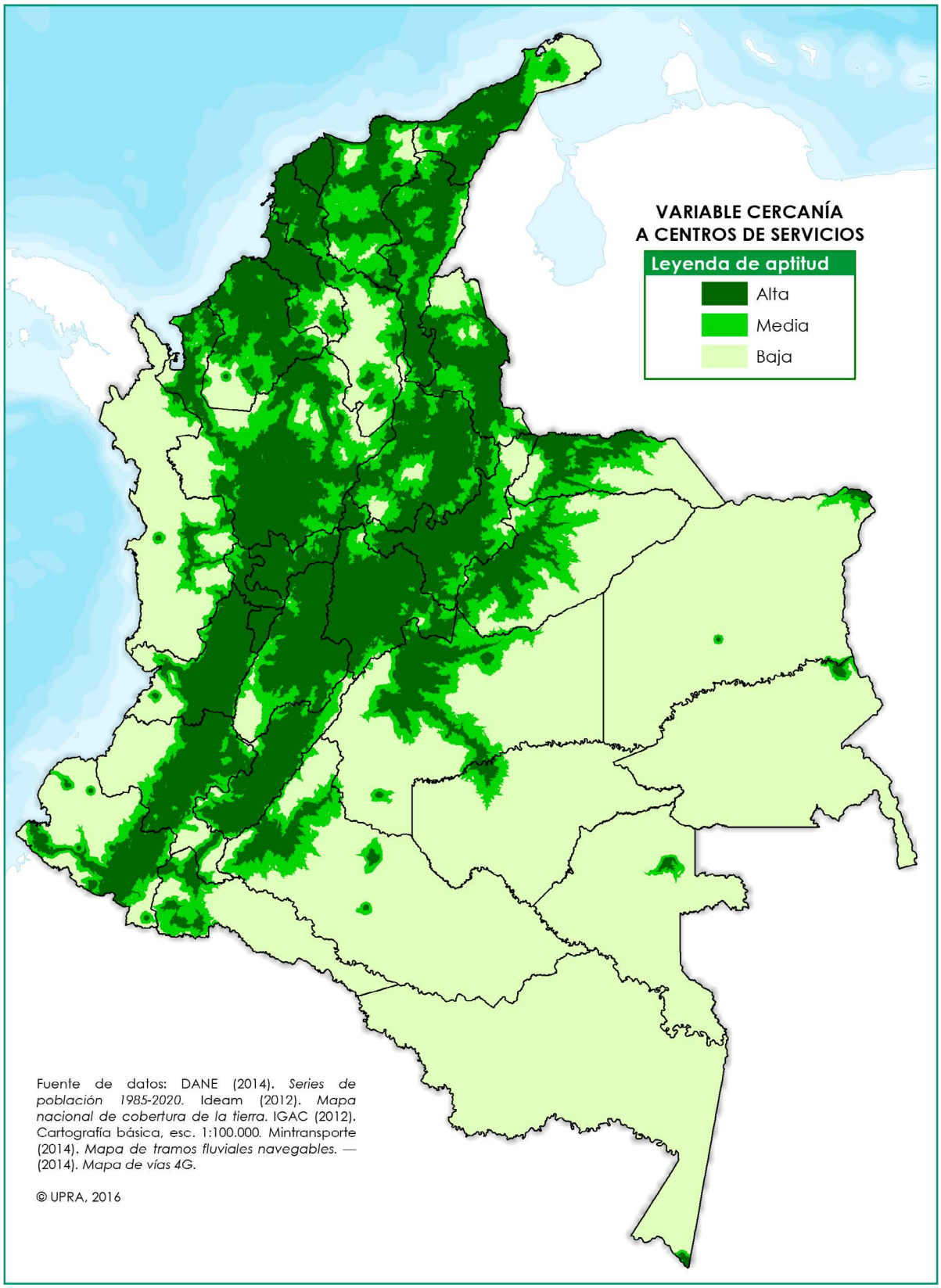
3. Análisis de la consistencia y preparación de la información. Aunque se definió para la zonificación que los centros de servicios están ubicados en los municipios con población mayor a 30.000 habitantes, se incluyeron excepcionalmente los municipios de Puerto Carreño (Vichada) e Inírida (Guainía), con proyecciones de población para el 2014, menores a 30.000 habitantes. No obstante que estos 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.

4. Clasificación de los municipios por aptitud competitiva. Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definieron teniendo en cuenta los tiempos de desplazamiento hasta los centros de servicios. Centros de servicios a menos de tres horas implica que se requiere de menos de medio día para acceder a los servicios y regresar al lugar de origen. Centros de servicios a más de tres y menos de seis horas implica que se requiere de hasta un día para acceder a los servicios y regresar al lugar de origen. Centros de servicios a más de 6 horas implica que se requiere de más de un día para acceder a los servicios y regresar al lugar de origen.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA

CRITERIO INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA



FUENTES DE INFORMACIÓN

- DANE. (2014). *Series de población 1985–2020.*
- Ideam. (2013). *Mapa nacional de cobertura de la tierra CLC.* Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012). Cartografía base, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Mintransporte. (2014). *Mapa de tramos fluviales navegables. Mapas 4G.* Información portuaria.

3.1.3 Variable cercanía a puertos marítimos

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO		
CRITERIO ASOCIADO: INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA		
VARIABLE: CERCANÍA A LOS 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 del cultivo.

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 al tiempo de desplazamiento a los puertos marítimos: A1 (alta), A2 (media) y A3 (baja).

Tiempo de desplazamiento (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 frente a su cercanía 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

1. Información:

IGAC. 2012. Cartografía básica, escala 1:100.000.

Mintransporte. 2014. Tramos red vial nacional y departamental.

Mintransporte. 2014. Información portuaria.

2. Precisiones de la información.

La metodología de isócronas, empleada por la UPRA involucra todos los tipos de vías terrestres, las pendientes de las mismas dada su influencia en la velocidad y los tramos fluviales navegables en la actualidad.

Tipos de vías terrestres empleadas en el algoritmo de isócronas:

Tipo 1: pavimentada, carretera de dos o más carriles, transitable todo el año

Tipo 2: sin pavimentar, carretera de dos o más carriles, transitable todo el año

Tipo 3: pavimentada, carretera angosta, transitable todo el año

Tipo 4: sin pavimentar, carretera angosta, transitable todo el año

Tipo 5: sin pavimentar, transitable en tiempo seco

Tipo 6: sin afirmado, transitable en tiempo seco.

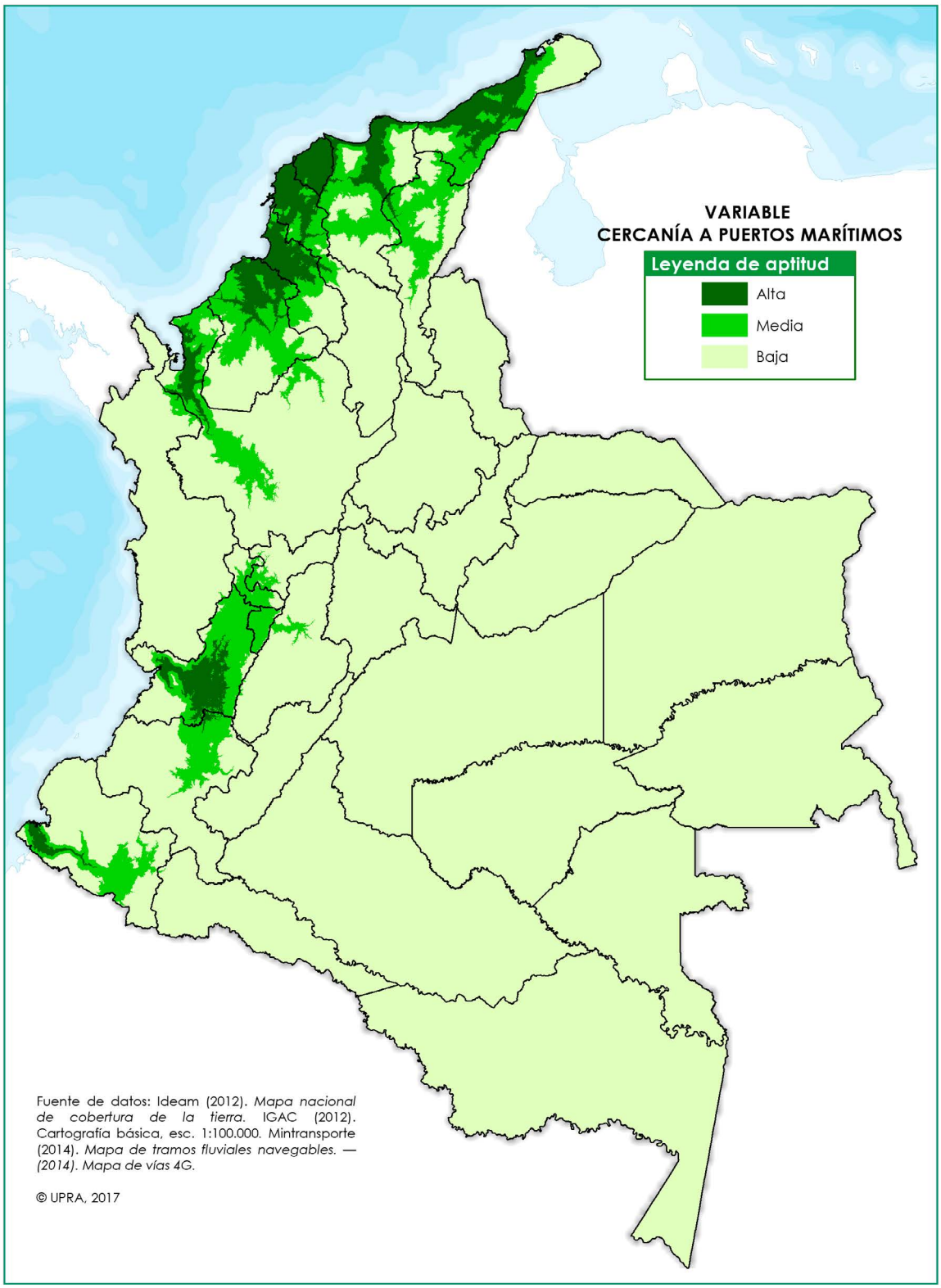
3. Análisis de la consistencia y preparación de la información. La localización de los puertos marítimos son los puntos de referencia a partir de los cuales se estima el área de influencia para un tiempo de desplazamiento determinado. La información de la localización de dichos puertos corresponde a 2014.

4. Clasificación de los municipios por aptitud competitiva. Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definieron teniendo en cuenta los tiempos de desplazamiento hasta los puertos marítimos. Puertos marítimos a menos de dos horas implica que se disponga de hasta medio día para el desplazamiento hasta acceder a los servicios portuarios de comercio internacional. Para aquellos ubicados a más de 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. 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.

Unidad de análisis	Isócrona

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA
CRITERIO INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA



FUENTES DE INFORMACIÓN

- IGAC. (2012). Cartografía base escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Ideam. (2013). *Mapa Nacional de cobertura de la tierra CLC.* Bogotá: Ideam.
- Mintransporte (2014). *Mapa de tramos fluviales navegables. Mapas 4G. Información portuaria.*

3.1.4 Variable presencia de aeropuertos

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO		
CRITERIO ASOCIADO: INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA		
VARIABLE: PRESENCIA DE AEROPUERTOS	**UNIDAD DE MEDIDA:** Categorías	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Los aeropuertos analizados se clasifican teniendo en cuenta los servicios de "facilitación" no aeronáuticos útiles para el transporte internacional de carga. Estos servicios son: controles migratorios, aduana, policía, controles fito y zoosanitarios, así como servicios de sanidad general.

Igualmente, el orden de importancia de cada aeropuerto se define de acuerdo a cuántas de las 32 líneas aéreas con cupos de carga que operan en Colombia, son presentes en cada puerto aéreo.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Incide en la competitividad para el desarrollo de la explotación comercial hortofrutícola frente a las alternativas de movilidad y acceso, tanto para el aprovisionamiento de bienes y servicios (insumos), como para la comercialización de los productos que componen la cadena, en especial para la exportación a mercados internacionales.

Un municipio que cuente con aeropuertos de primera clase, es más competitivo dado que ofrece al productor una opción de transporte adicional, para satisfacer la demanda del producto en los mercados internacionales, incidiendo positivamente en los costos de carga. A su vez, en la realidad del país se han dado casos de exportaciones de productos vía aérea para destinos distantes como la Unión Europea.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo con la clasificación de la Aeronáutica Civil a los aeropuertos del país. A1 (alta), A2 (media) y A3 (baja).

Municipios de acuerdo a la categoría	Aptitud
Categoría A	A1
Categoría B	A2
Categoría C	A3

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

No se encontraron limitantes.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

IGAC. 2012. Cartografía básica, escala 1:100.000.

Mintransporte. 2014. Tramos red vial nacional y departamental.

Proexport. 2012. Infraestructura y Logística.

Aerocivil. 2015. Servicios aeropuertos colombianos.

2. Precisiones de la información.

La Aerocivil es la entidad encargada en manejar esta base de datos con información actualizada.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información. Municipio donde están ubicados los aeropuertos de acuerdo a la clasificación establecida. La clasificación de los aeropuertos según los criterios mencionados es:

Clase 1: Bogotá. Aeropuerto El Dorado

Rionegro. Aeropuerto José María Córdoba

Cali. Aeropuerto Alfonso Bonilla Aragón

Barranquilla. Ernesto Cortizos.

Clase 2: Medellín. Aeropuerto Olaya Herrera

Cartagena. Aeropuerto Rafael Núñez

Pereira. Aeropuerto Matecaña

Bucaramanga. Aeropuerto Palonegro

San Andrés. Aeropuerto Gustavo Rojas Pinilla

Cúcuta. Camilo Daza

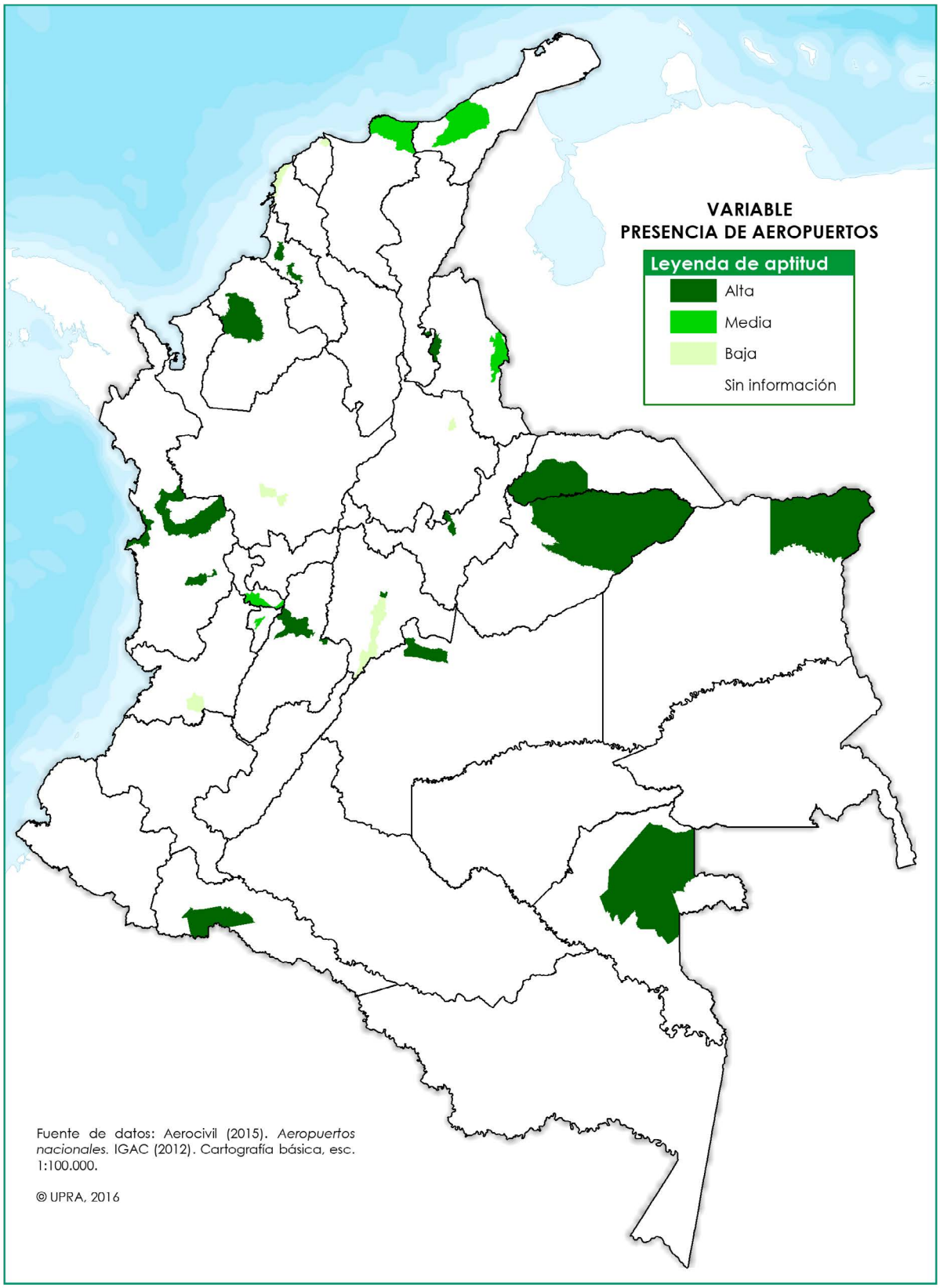
Categoría A se define como Clase 1, Categoría B es clase 2 y Categoría C es donde hay pista de aterrizaje.

4. Clasificación de los municipios por aptitud competitiva. Municipios donde se ubican los aeropuertos de acuerdo a la clasificación.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA

CRITERIO INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Aerocivil (2015). *Aeropuertos nacionales.*
- IGAC (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

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 PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO		
CRITERIO ASOCIADO: INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA		
VARIABLE: CERCANÍA A CENTROS DE 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

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 y presentación.

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.

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: A1 (alta), A2 (media) y A3 (baja).

Tiempo de desplazamiento (horas)	Aptitud
Municipios ≤ 2 horas	A1
Municipios entre 2 y 4 horas	A2
Municipios > 4 horas	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 del Minagricultura, la experiencia de los profesionales de la UPRA y las validaciones en campo para construir este directorio de entidades.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. 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.

2. 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.

Tipo 1: pavimentada, carretera de dos o más carriles, transitable todo el año

Tipo 2: sin pavimentar, carretera de dos o más carriles, transitable todo el año

Tipo 3: pavimentada, carretera angosta, transitable todo el año

Tipo 4: sin pavimentar, carretera angosta, transitable todo el año

Tipo 5: sin pavimentar, transitable en tiempo seco

Tipo 6: sin afirmado, transitable en tiempo seco.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información. La localización de los 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.

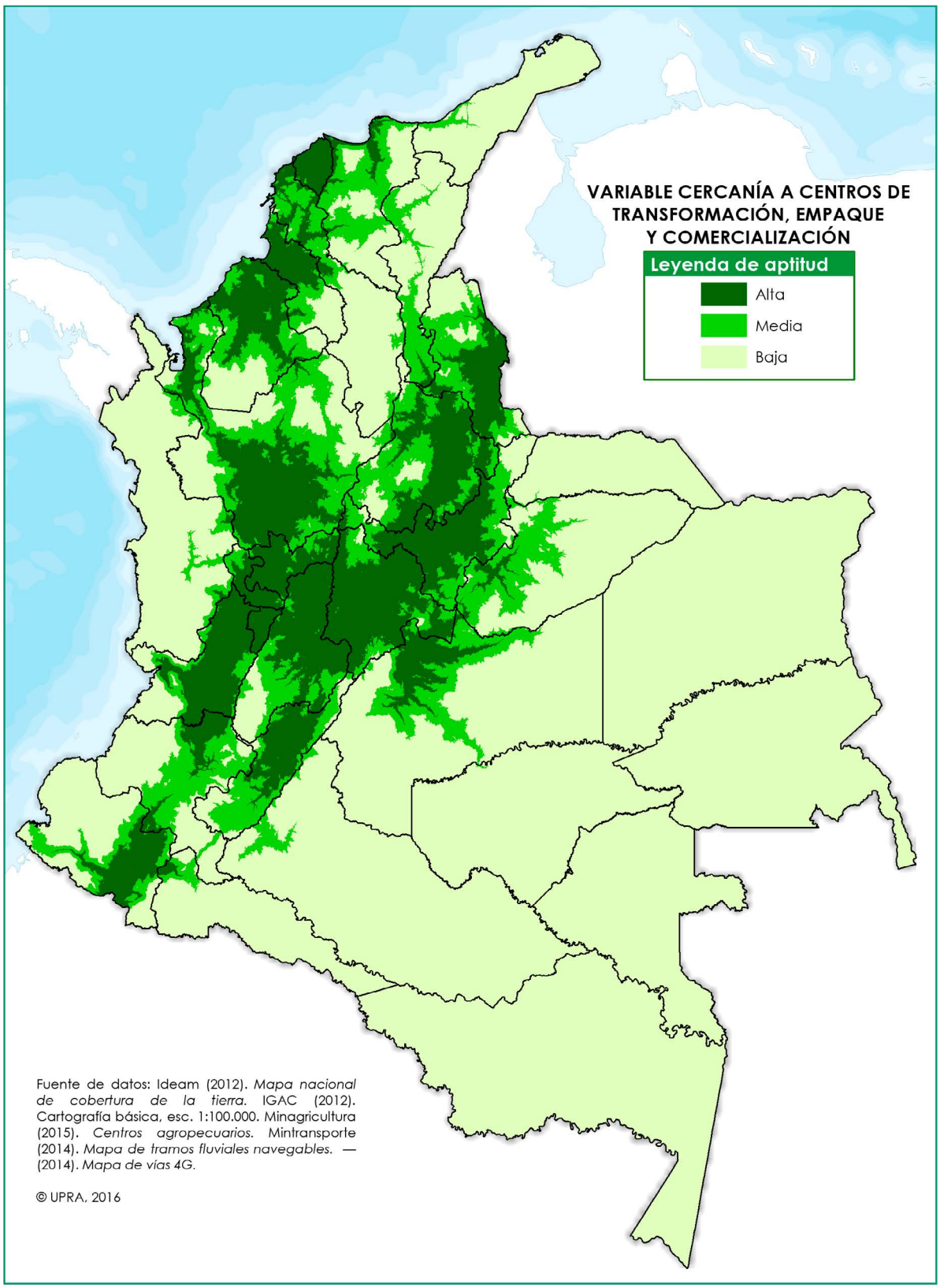
4. Clasificación de los municipios por aptitud competitiva. Se tuvieron en cuenta los tiempos de desplazamiento en dos direcciones (ida y regreso) hasta los centros de comercialización y empaque.

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. Centros de transformación, empaque y comercialización entre dos y cuatro horas implica que se requiere más tiempo para desplazarse a ellos. Centros de transformación, empaque y comercialización a más de cuatro horas implica que se requiere de más de medio día para desplazarse a ellos.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA
CRITERIO INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA



Fuente de datos: Ideam (2012). *Mapa nacional de cobertura de la tierra.* IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000. Minagricultura (2015). *Centros agropecuarios.* Mintransporte (2014). *Mapa de tramos fluviales navegables.* — (2014). *Mapa de vías 4G.*

© UPRA, 2016

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Asohofrucol. (2015). *Centros de transformación, comercialización y empaque.*
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Ideam. (2013). *Mapa nacional de la cobertura de la tierra.*
- Mintransporte. (2014). *Mapa de tramos fluviales navegables. Mapa vías 4G. información portuaria.*

3.1.6 Variable distritos de riego

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO		
CRITERIO ASOCIADO: INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA		
VARIABLE: DISTRITOS DE RIEGO	**UNIDAD DE MEDIDA:** tamaño del distrito	
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

La importancia de la variable radica, en la medida en que en un distrito de adecuación de tierras, confluyen una población rural asociada (Ley 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, la 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 a las categorías de aptitud competitiva multifuncional: A1 (alta), A2 (media) y A3 (baja).

Tamaño del distrito de riego	Aptitud
Municipios con distritos de riego de gran tamaño	A1
Municipios con distritos de riego de mediano y pequeño tamaño	A2
Municipios sin distrito de riego	A3

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

No todos los distritos de riego están funcionando; los distritos de riegos privados no tienen fácil acceso a la información.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

Incoder. 2015. Distritos de riego construidos en Colombia. Información municipal.

2. Precisiones de la información.

Como entidad encargada en gestionar los procesos de ADR, el Incoder, maneja esta base de datos.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Se tuvieron en cuenta los alcances de los distritos de riego de acuerdo con su beneficio en términos de área en pequeña, mediana y gran irrigación.

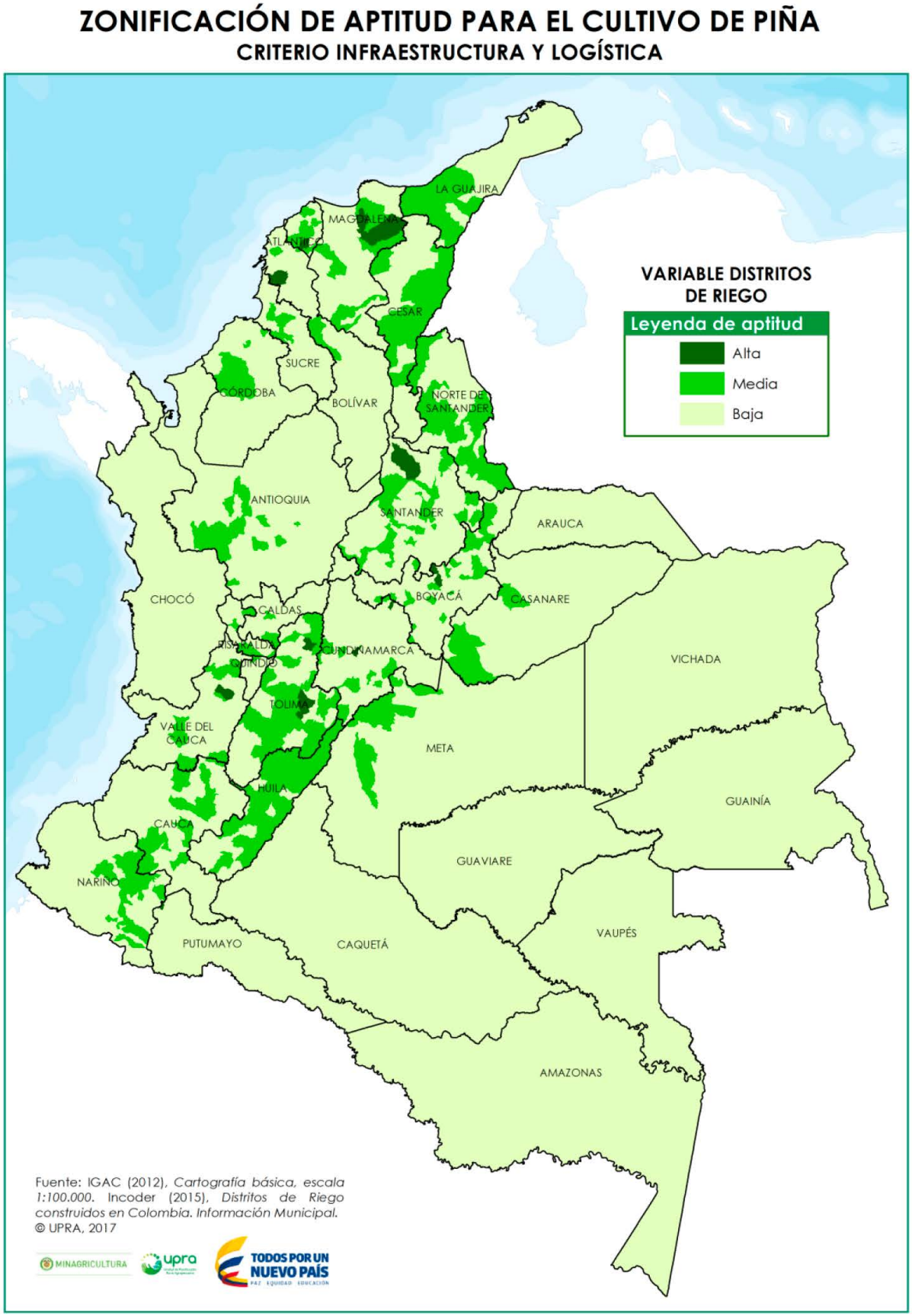
4. Cálculo del indicador de la medición de la competitividad multifuncional y rangos.

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.

5. Clasificación de los municipios por aptitud.

De acuerdo con el tamaño del distrito de riego en grandes, aptitud alta (A1), medianos y pequeños, en aptitud media (A2) y sin distritos de riego en aptitud baja (A3).

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



FUENTES DE INFORMACIÓN

- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Incoder. (2015). *Distritos de riego construidos en Colombia. Información municipal.*

3.2 Criterio factores productivos

FICHA METODOLÓGICA DEL CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO		
CRITERIO: FACTORES PRODUCTIVOS		
TIPO DE CRITERIO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO

Precio de la tierra rural municipal, expresado en pesos/ha.

Rendimientos, expresado en t/ha.

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 medidos como t/ha, y la cercanía a los puntos de mayor comercialización.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

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. 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 una medición relacionada con la semilla, y la comercialización se mide indirectamente unos menores costos y por ende mayor competitividad.

Para cultivos transitorios el precio de la tierra o los arriendos son un factor fundamental que influye directamente en los costos de producción; niveles altos de arriendo o, precios altos en el valor de la tierra, genera obstáculos inmediatos en la posibilidad de producir porque aumenta considerablemente los costos por hectárea.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

No se conocen limitantes para la evaluación del criterio.

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, usando la siguiente ponderación para las variables: rendimientos 50 %, precio de la tierra 25 % y para centros de consumo 25 %.

Los resultados de esta ponderación se agruparon en tres categorías de aptitud para el criterio: alta (A1), media (A2) y baja (A3).

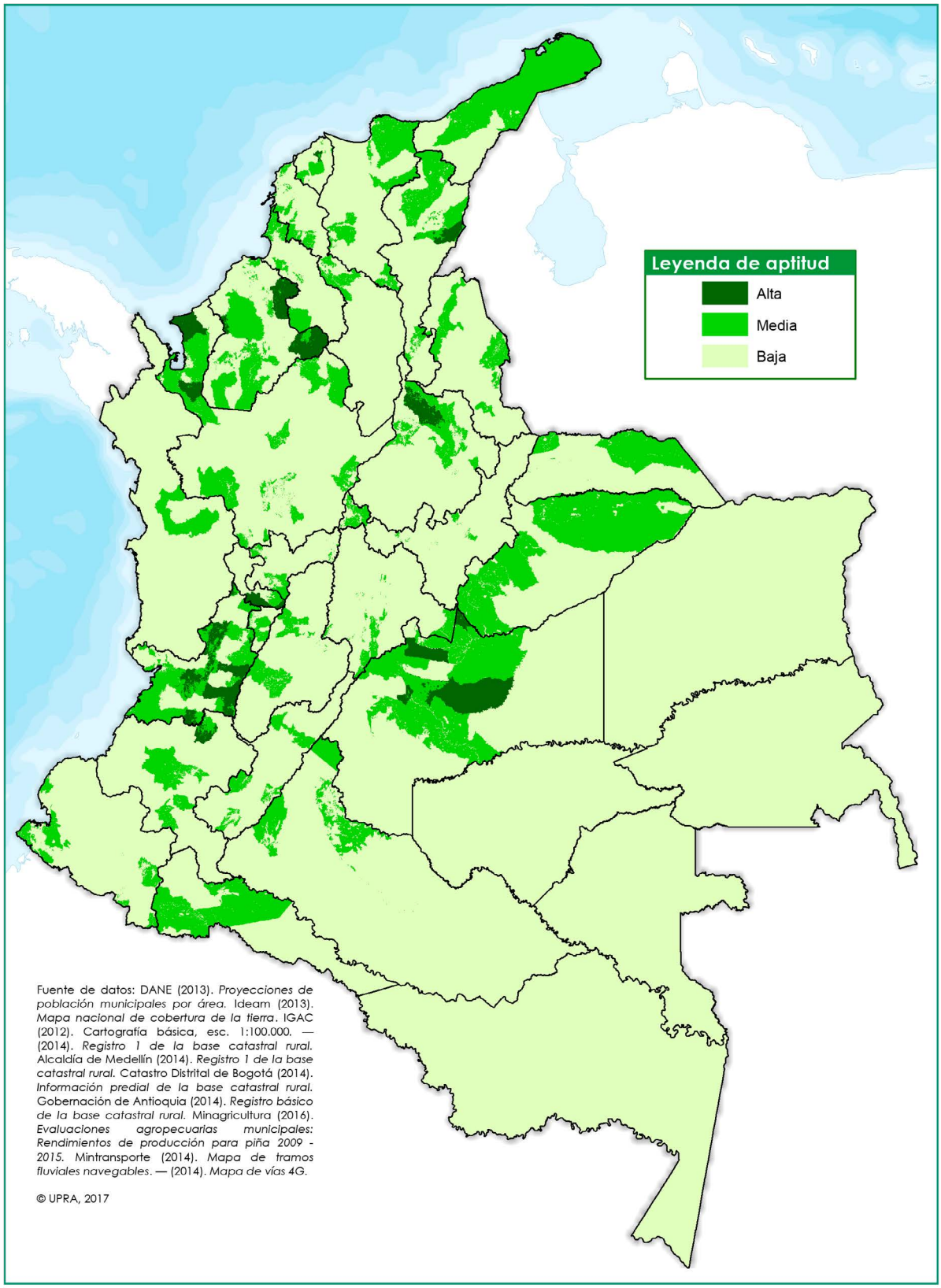
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Variable	Unidad de medida	Aptitud		
		A1	A2	A3
Precio de la tierra rural	Millones de pesos	< $ 2	$ 2 - $ 10	> $10
Rendimientos	t/ha	> 50	27,8 - 50	< 27,8
Centros de consumo	Kg	≥ 1.969.043	352.917 - 1.969.043	< 352.917

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA

CRITERIO FACTORES PRODUCTIVOS



Fuente de datos: DANE (2013). *Proyecciones de población municipales por área.* Ideam (2013). *Mapa nacional de cobertura de la tierra.* IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000. — (2014). *Registro 1 de la base catastral rural.* Alcaldía de Medellín (2014). *Registro 1 de la base catastral rural.* Catastro Distrital de Bogotá (2014). *Información predial de la base catastral rural.* Gobernación de Antioquia (2014). *Registro básico de la base catastral rural.* Minagricultura (2016). *Evaluaciones agropecuarias municipales: Rendimientos de producción para piña 2009 - 2015.* Mintransporte (2014). *Mapa de tramos fluviales navegables.* — (2014). *Mapa de vías 4G.*

© 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.
- Gobernación de Antioquía. (2014). *Predial rural Antioquia.*
- Ideam. (2013). *Mapa nacional de cobertura de tierras.*
- IGAC. (2014). *Base predial registros1 y 2. Estadística catastral nacional rural.*
- Minagricultura. (2014). *Evaluaciones agropecuarias municipales: área sembrada, producción y rendimiento en piña 2009-2014.*
- 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 PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
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 ha en el municipio a 2014	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Expresión del valor de intercambio de las tierras rurales en un municipio. 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 ha de los predios rurales de un municipio.

Avalúo catastral: Determinación del valor de los predios obtenido mediante investigación y análisis estadístico del mercado inmobiliario. Se determina por la adición de los avalúos parciales practicados independientemente para los terrenos y para las edificaciones en él comprendidos (IGAC, 2011).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Incide en los costos de producción 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 y/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 a la categoría de aptitud competitiva: A1 (alta), A2 (media) y A3 (baja).

Avalúo catastral promedio de los predios rurales, con destino económico agropecuario, por ha en el municipio a 2014 (pesos)	Aptitud
Municipios < $2 millones	A1
Municipios entre $ 2 millones y $10 millones	A2
Municipios > $ 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 está asumiendo 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

1. Información.

IGAC. 2010. Cartografía básica escala 1:100.000,

IGAC. 2014.Base predial Registros 1 y 2.

2. Precisiones de la información.

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

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Se calculó el avalúo catastral por hectárea para cada uno de los predios con destino económico agropecuario del municipio. Adicionalmente, se tuvo en cuenta el precio promedio por hectárea a partir del avalúo catastral de las explotaciones hortofrutícolas existentes en el país, como referencia para calcular el valor de cada rango de la aptitud competitiva.

4. Cálculo del indicador de la medición de la competitividad y sus 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 o una explotación comercial agropecuaria.

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.

5. Clasificación de los municipios por aptitud competitiva.

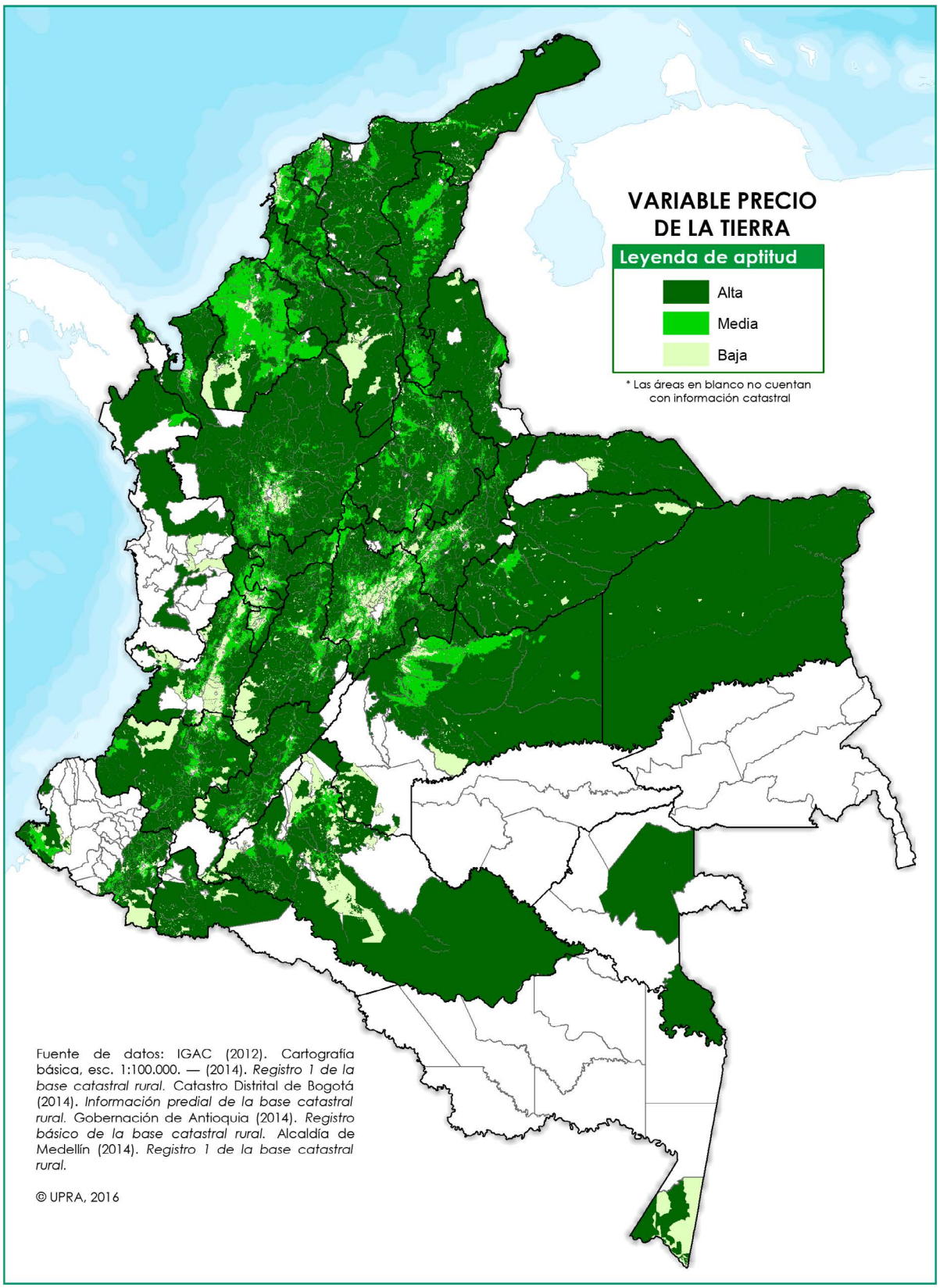
Los puntos de corte para determinar los rangos de aptitud se deben definir teniendo en cuenta el precio por hectárea establecido a partir del avalúo catastral de las fincas según el tipo de explotación hortofrutícola o su TUT.

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).

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA

CRITERIO FACTORES PRODUCTIVOS



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 (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). *Base predial registros1 y 2.* Estadística catastral nacional rural.

3.2.2 Variable rendimientos

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO		
CRITERIO ASOCIADO: FACTORES PRODUCTIVOS		
VARIABLE: RENDIMIENTOS	**UNIDAD DE MEDIDA:** Promedio de rendimiento anual entre 2009 y 2015 en piña híbrido MD-2 en el municipio.	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Peso por unidad de superficie cosechada de un producto. En general, se representa como t/ha.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

El rendimiento medido en toneladas por hectárea muestra 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:

Promedio rendimiento anual 2009 y 2015 de piña híbrido MD-2 en el municipio (t/ha)	Aptitud
> 50	A1
27,80 - 50	A2
< 27,80	A3

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

En la fuente de información usada se encontraron municipios sin registro de rendimientos en la producción de piña híbrido MD-2. 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, pero en la actualidad no se están sembrando.

La información fuente no obedece a un censo de rendimientos en la producción de piña híbrido MD-2 por municipio. La información se utiliza tal y como está consolidada en la base de datos de Minagricultura.

La información utilizada no es específica para piña híbrido MD-2; la información está para el cultivo de piña sin especificar el tipo de variedad, adicionalmente la información de rendimientos no siempre se obtiene de cultivos en plena producción y por ello pueden llegar a aparecer cifras muy bajas en explotaciones comerciales que apenas inician etapa vegetativa.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

Minagricultura. Evaluaciones Agropecuarias Municipales (EVA). Área sembrada de piña, 2009-2015.

2. Precisiones de la información.

Sin precisiones.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Para efectos de los análisis de la variable, se tomaron los valores promedio anual 2009-2015 de áreas sembrada con piña híbrido MD-2. Para definir el rango de aptitud media (A2) se trabajó, con la desviación estándar sumándosela al valor mínimo producido por hectárea.

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

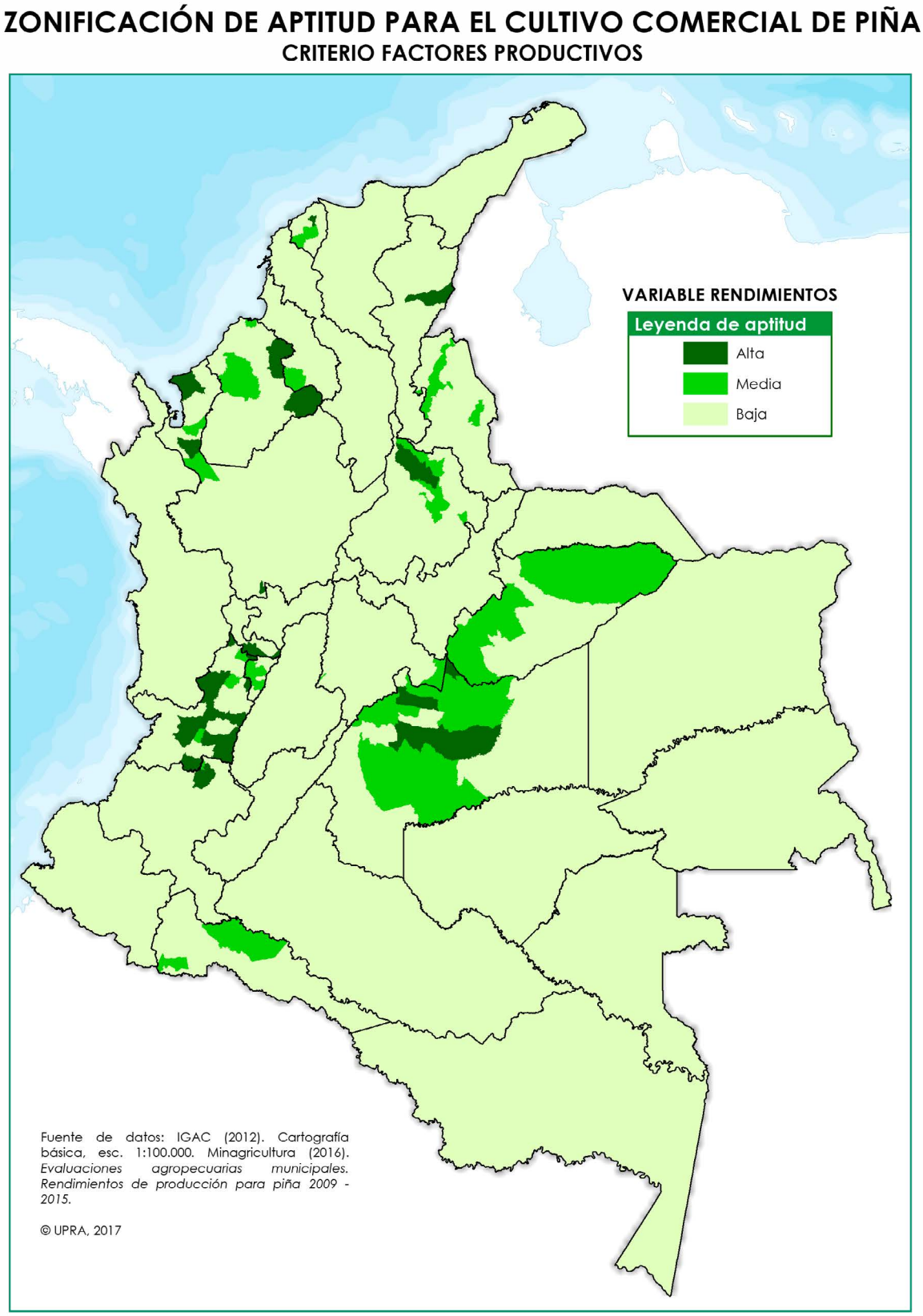
MAX: Valor máximo existente de la variable en los municipios del país.

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

5. Clasificación de los municipios por aptitud competitiva.

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

Unidad de análisis	Municipio
REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE	



FUENTES DE INFORMACIÓN

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

Minagricultura. (2016). *Evaluaciones agropecuarias municipales: área sembrada en piña 2009-2015.*

3.2.3 Variable centros de consumo

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO		
CRITERIO ASOCIADO: FACTORES PRODUCTIVOS		
VARIABLE: CENTROS DE CONSUMO	**UNIDAD DE MEDIDA:** Población municipal multiplicada por el consumo en kilogramos 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 piña híbrido MD-2, al facilitar la movilidad de su aparato productivo. Las zonas de influencia de los centros de consumo presentan una ventaja competitiva 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: A1 (alta), A2 (media) y A3 (baja).

Centros de consumo kg	Aptitud
> 1.969.043	A1
352.917 -1.969.043	A2
< 352.917	A3

Atendiendo a los criterios definidos para establecer los centros de servicios, se identificaron 240. Los centros de consumo más importantes del país son Bogotá, Medellín y Cali.

La región Andina muestra mayor aptitud. Las regiones como la Orinoquía y la Amazonía tienen menor aptitud.

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, la relación población y presencia de centros de consumo es directamente proporcional.

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

1. Información.

IGAC. 2012. Cartografía básica, escala 1:100.000

DANE. 2014. Proyecciones de población municipales por área.

2. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Para relacionar la población con el consumo, se multiplicó esta con el consumo definido per cápita de 8,5 kg.

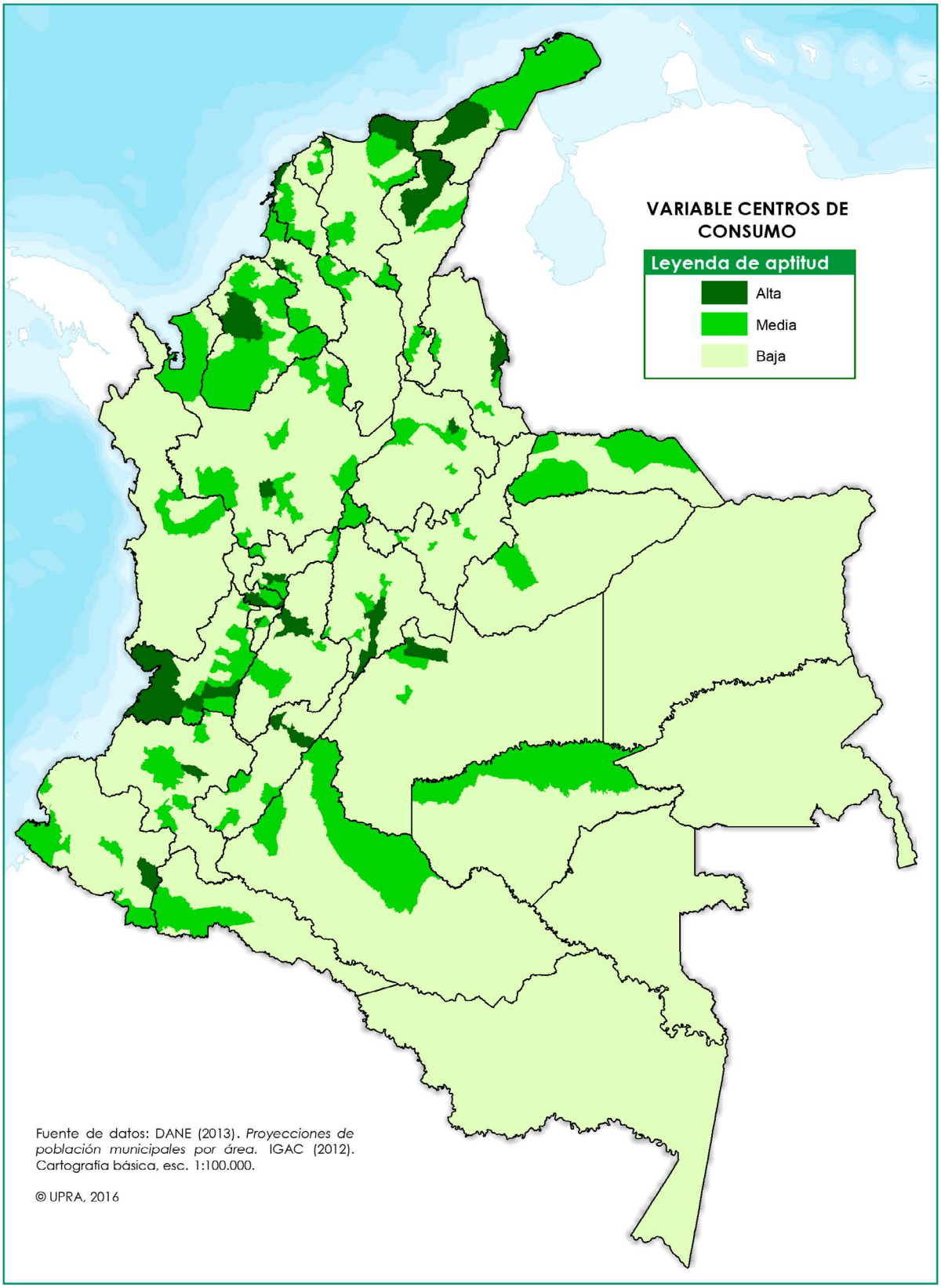
3. Clasificación de los municipios por aptitud.

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definieron teniendo en cuenta las estadísticas como promedio y media a partir del conjunto de municipios analizados.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA

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 DEL CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO		
CRITERIO: MERCADO LABORAL		
TIPO DE CRITERIO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO

- Cercanía a vías 4G, expresada en 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 en número de programas.

DEFINICIÓN

Identifica condiciones que afectan, positiva o negativamente, la disponibilidad de mano de obra para las necesidades del cultivo de piña híbrido MD-2 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, a 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 piña híbrido MD-2, 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 dentro del criterio mercado laboral y el 58,4 % como de competitividad media.

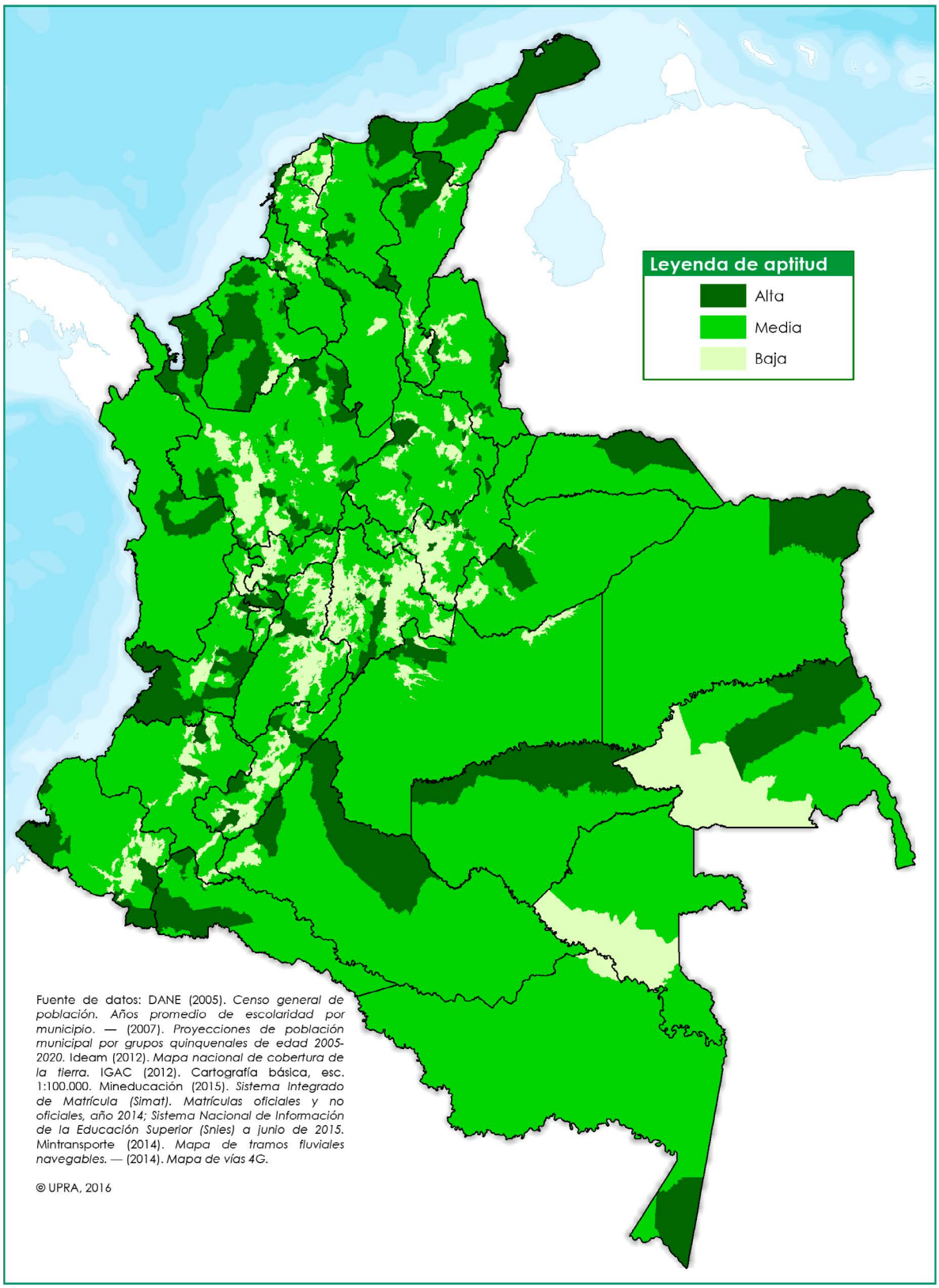
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Variables	Unidad de medida	Aptitud		
		A1	A2	A3
Cercanía a vías 4G	Tiempo de desplazamiento en horas	≥ 2	1 - 2	< 1
Población en edad de trabajar (PET20-64)	Índice de competitividad (IC)	> 0,01015	0,01015-0,00419	< 0,00419
	Personas	> 50.000	20.000 - 50.000	< 20.000
Años promedio de escolaridad	Índice de competitividad (IC)	> 0,2511	0,1483-0,2511	< 0,1483
	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	0 o 1

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA

CRITERIO MERCADO LABORAL



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 (2012). *Mapa nacional de cobertura de la tierra.* IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000. Mineducación (2015). *Sistema Integrado de Matrícula (Simat). Matrículas oficiales y no oficiales, año 2014; Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (Snies) a junio de 2015.* Mintransporte (2014). *Mapa de tramos fluviales navegables.* — (2014). *Mapa de vías 4G.*

© UPRA, 2016

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. Bogotá: IGAC.
- 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 PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
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 (isocronas) 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 piña híbrido MD-2.

Vías 4G: Área geográfica donde se lleva a cabo la construcción del nuevo plan de vías soportados por 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 cómo otras actividades, cómo 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: A1 (alta), A2 (media) y A3 (baja)

Tiempo de desplazamiento (horas)	Aptitud
Municipios > 2 horas	A1
Municipios entre 1 y 2 horas	A2
Municipios < 1 hora	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

1. 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.

2. Precisiones de la información. La metodología de isócronas empleadas por la UPRA involucra todos los tipos de vías terrestres, las pendientes de las mismas 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.

3. 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 estos en los puntos de referencia para la construcción de isócronas.

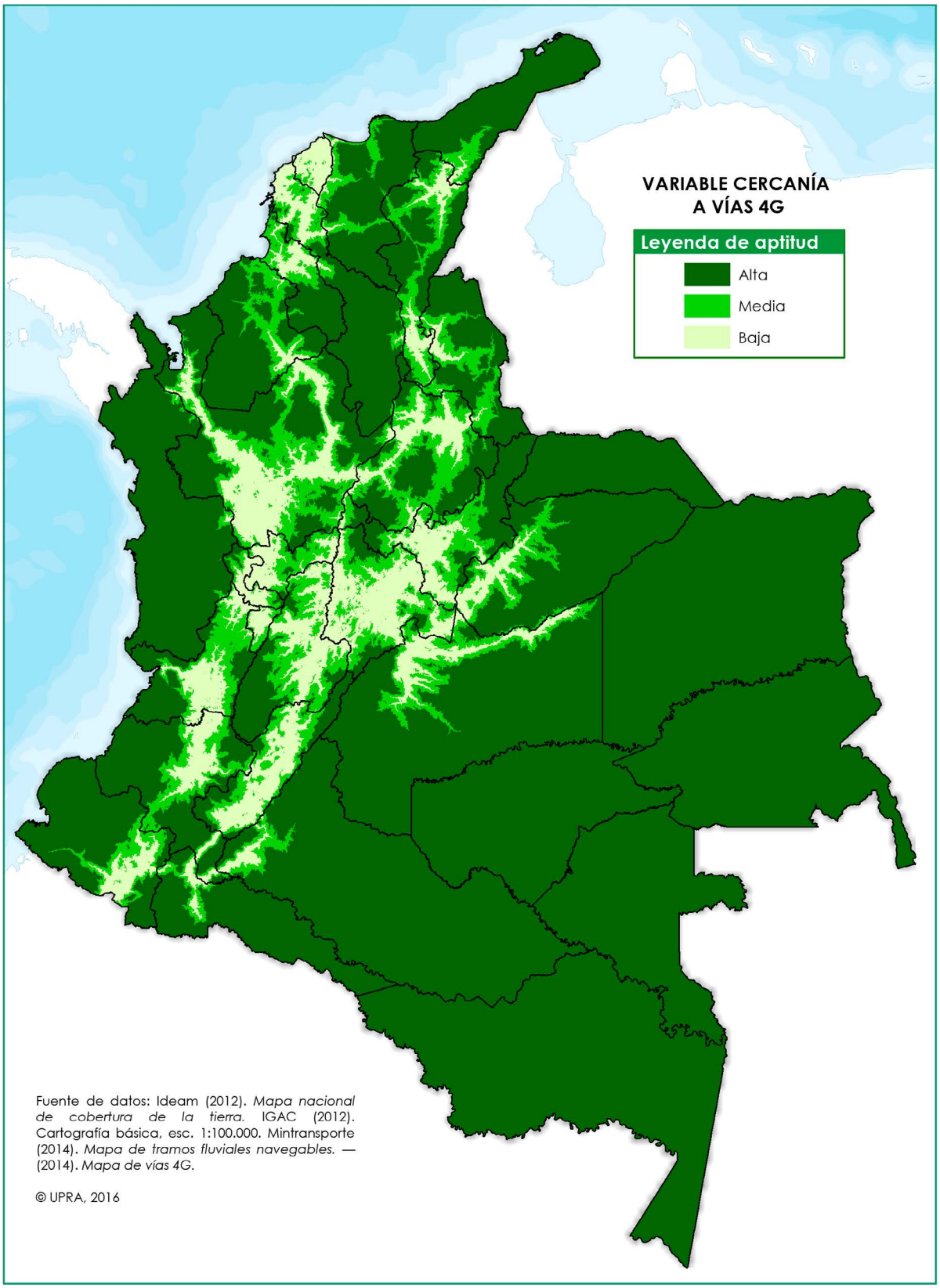
4. Clasificación de los municipios por aptitud competitiva. Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definieron teniendo en cuenta los tiempos de desplazamiento de la mano de obra hasta los centros de construcción de las vías de 4G. Mano de obra ubicada a tiempos de viaje cortos tendrían 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. 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. 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.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA

CRITERIO MERCADO LABORAL



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Ideam. (2013). *Mapa nacional de cobertura de la tierra CLC.*
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- 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 PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO		
CRITERIO ASOCIADO: MERCADO LABORAL		
VARIABLE: POBLACIÓN EN EDAD DE TRABAJAR (PET_{20-64})	**UNIDAD DE MEDIDA:** A. Índice de competitividad (IC) B. Personas	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Personas de determinada edad a partir de la cual se consideran están en capacidad de trabajar. Por la información disponible a nivel municipal, esta variable se incorporó para esta zonificación como 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 la piña híbrido MD-2.

Existe una relación directamente proporcional entre la población en edad de trabajar y la aptitud competitiva del municipio. Municipios con una mayor PET_{20-64} 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 la piña híbrido MD-2.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo a las categorías de aptitud: alta (A1), media (A2) y baja (A3).

Índice de competitividad (IC) Personas	Aptitud
IC > 0,01015 Municipios ≥ 50.000 personas	A1
IC entre 0,01015 y 0,00419 Municipios entre 20.000 y 50.000 personas	A2
IC < 0,00419 Municipios < 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 y/o experta en el trabajo en los cultivos que componen la cadena.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. 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).

2. Precisiones de la información.

La información fuente para la estimación de la PET_{20-64} se hace a partir de proyecciones de población de mediano plazo (2005-2020).

Para efectos de la zonificación se consideró inicialmente 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.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Se calculó la relación entre la PET_{20-64} con respecto al total de la población municipal proyectada para el 2014. Cálculo del indicador de la medición de la competitividad y rangos.

El índice de competitividad 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.

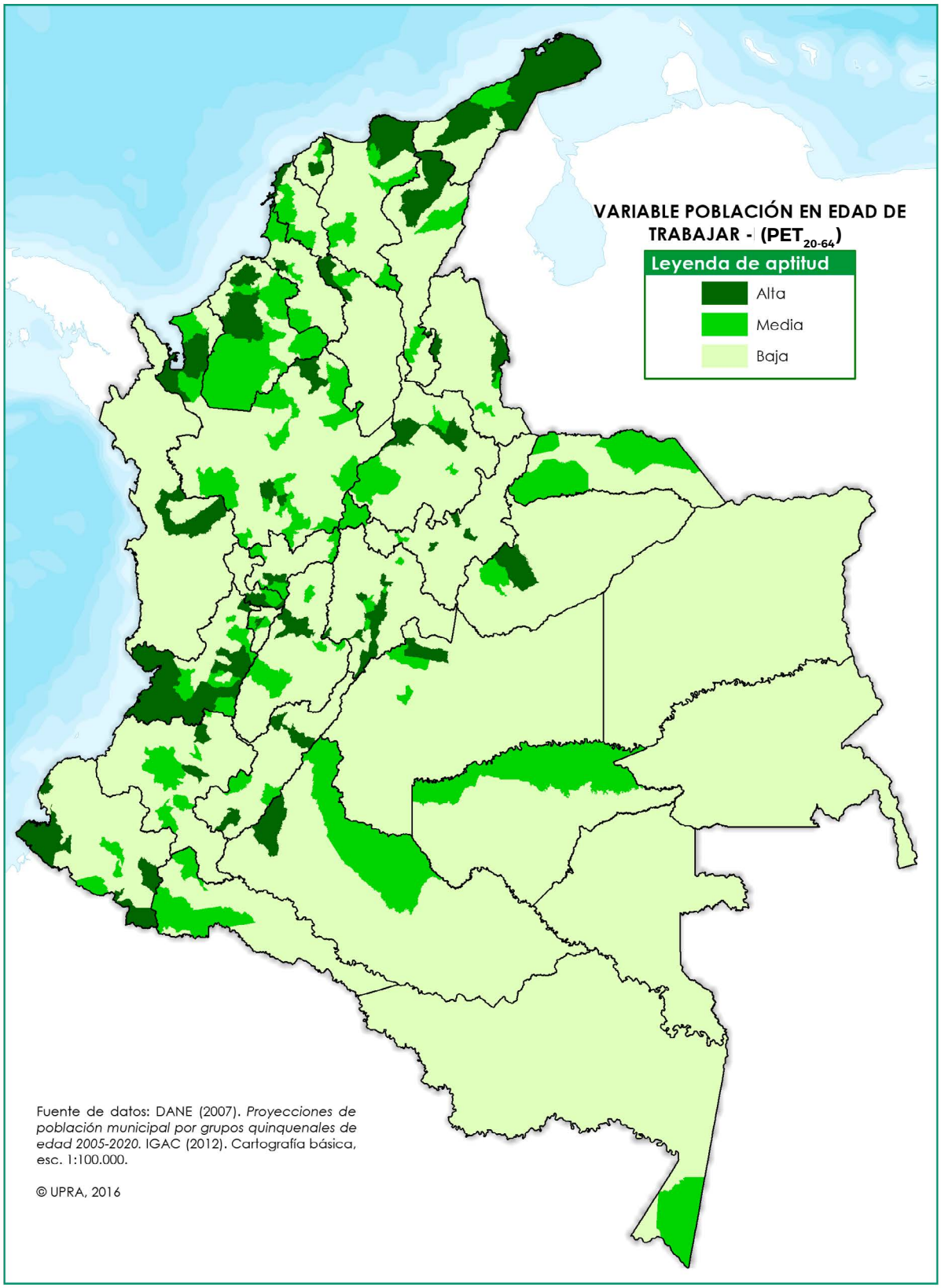
4. Clasificación de los municipios por aptitud.

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definieron teniendo en cuenta la dispersión de la participación porcentual de la PET_{20-64} respecto a la población total del municipio, 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 CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA

CRITERIO MERCADO LABORAL



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 PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO		
CRITERIO ASOCIADO: MERCADO LABORAL		
VARIABLE: AÑOS PROMEDIO DE ESCOLARIDAD	**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 piña híbrido MD-2.

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 la piña híbrido MD-2.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo a las categorías de aptitud competitiva: A1 (alta), A2 (media) y A3 (baja).

Número de años promedio de escolaridad en el municipio Índice de competitividad (IC)	Aptitud
≥ 5 años IC ≥ 0,2511	A1
3 - 5 años IC entre 0,1483 y 0,2511	A2
< 3 años 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 presentó 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

1. Información.

DANE. 2005. Censo general población y vivienda.

2. 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.

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

El índice de competitividad es un valor numérico que compara las capacidades (expresadas en variables) de los municipios que 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.

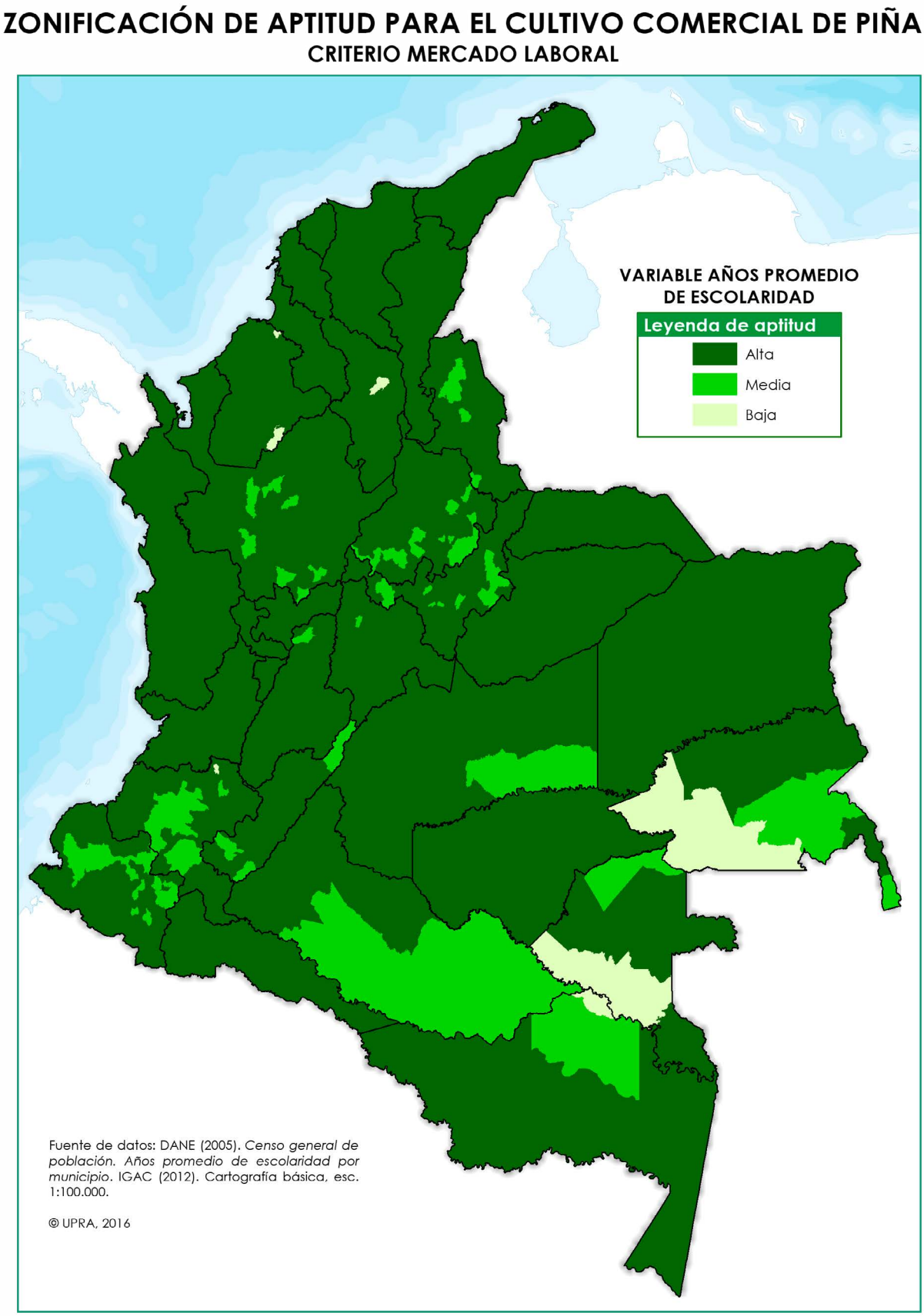
MAX: Valor máximo existente de la variable en los municipios del país.

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

4. Clasificación de los municipios por aptitud.

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.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



FUENTES DE INFORMACIÓN

- DANE (2005) *Censo General de Población 2005. Años promedios de escolaridad por municipio.*
- IGAC (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

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 PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
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	

DEFINICIÓN

Oferta educativa a nivel técnico, tecnológico y profesional en áreas agrícolas, existencia en 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 y/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 piña híbrido MD-2.

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 directamente proporcional 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 a las categorías de aptitud competitiva: A1 (alta), A2 (media) y A3 (baja).

Número de programas 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 número de 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

1. Información.

Mineducación. 2015, matrículas oficiales y no oficiales año 2014 y SNIES a junio de 2015.

2. 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.

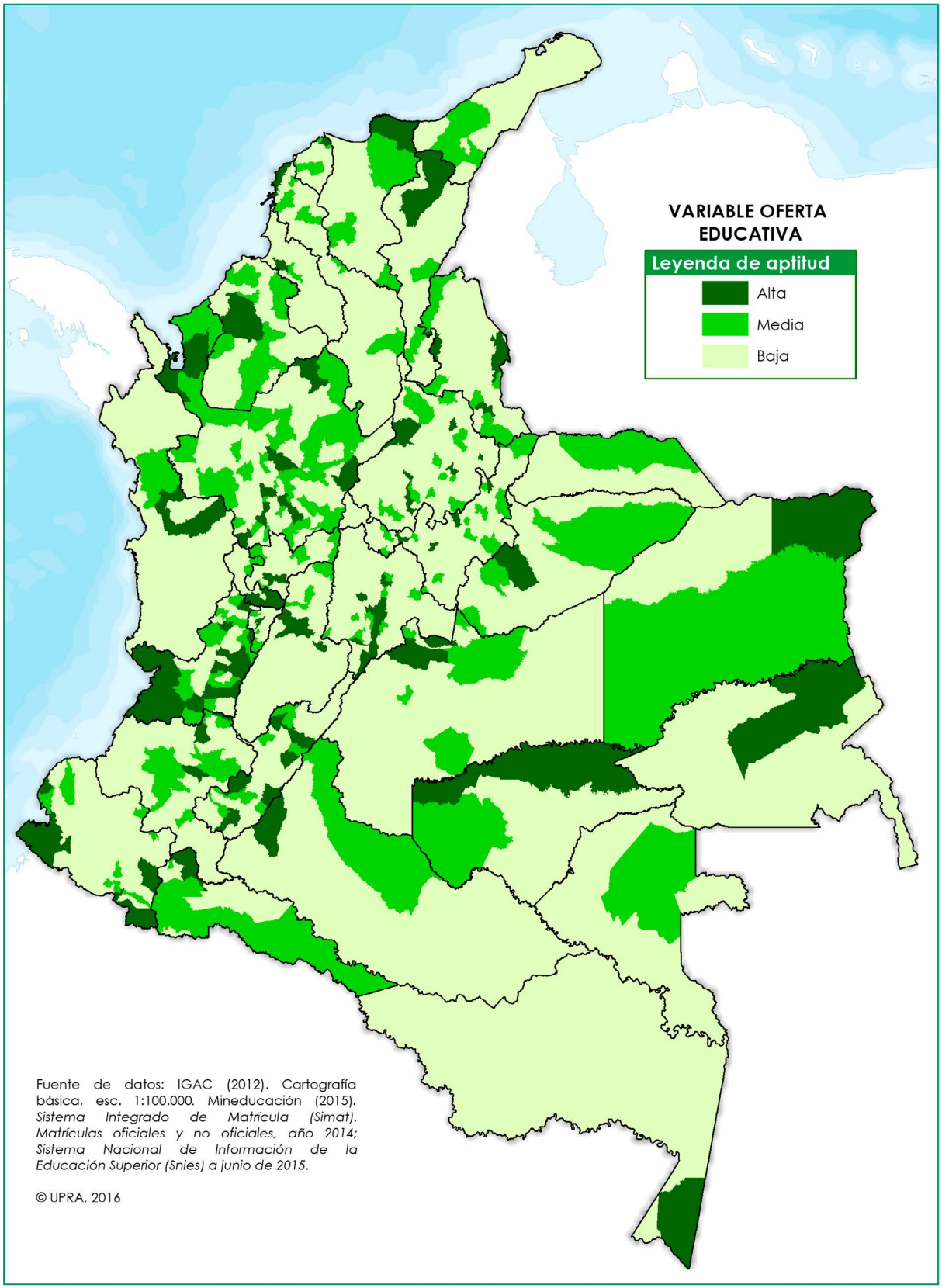
3. Clasificación de los municipios por aptitud competitiva.

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definieron teniendo en cuenta tres categorías de aptitud así: municipios con cuatro o más programas de formación académica, incluidos los colegios de educación media con especialidad en áreas agropecuarias, aptitud alta (A1); municipios con dos o tres programas de formación académica, incluidos los colegios de educación media con especialidad en áreas agropecuarias, aptitud media (A2) y municipios con uno o ningún programa de formación académica, aptitud baja (A3).

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA

CRITERIO MERCADO LABORAL



Fuente de datos: IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000. Mineducación (2015). *Sistema Integrado de Matrícula (Simat). Matrículas oficiales y no oficiales, año 2014; Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (Snies) a junio de 2015.*

© UPRA, 2016

FUENTES DE INFORMACIÓN

- IGAC (2012). Cartografía base, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Mineducación. (2015). *SIMAT matrícula oficiales y no oficiales año 2014 y SNIES a junio 2015. Mineducación.*

3.4 Criterio institucionalidad y asociatividad

FICHA METODOLÓGICA DEL CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
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 piña híbrido MD-2.

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 entidades 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 que facilitan el desarrollo y soporte del sector de la producción de piña híbrido MD-2 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 de la piña híbrido MD-2.

Los municipios con presencia de entidades y organizaciones o con una sede institucional cercana tienen mayores posibilidades de 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 a nivel municipal 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 la variable organizaciones gremiales o de base del sector, proviene del gremio y puede variar en el corto plazo según las actualizaciones periódicas que se realicen.

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 de aptitud baja (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.

Usando un árbol de decisión, se procedió a sumar los valores asignados a las categorías de aptitud. Los resultados de esta suma se agruparon en tres categorías de aptitud competitiva para el criterio:

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

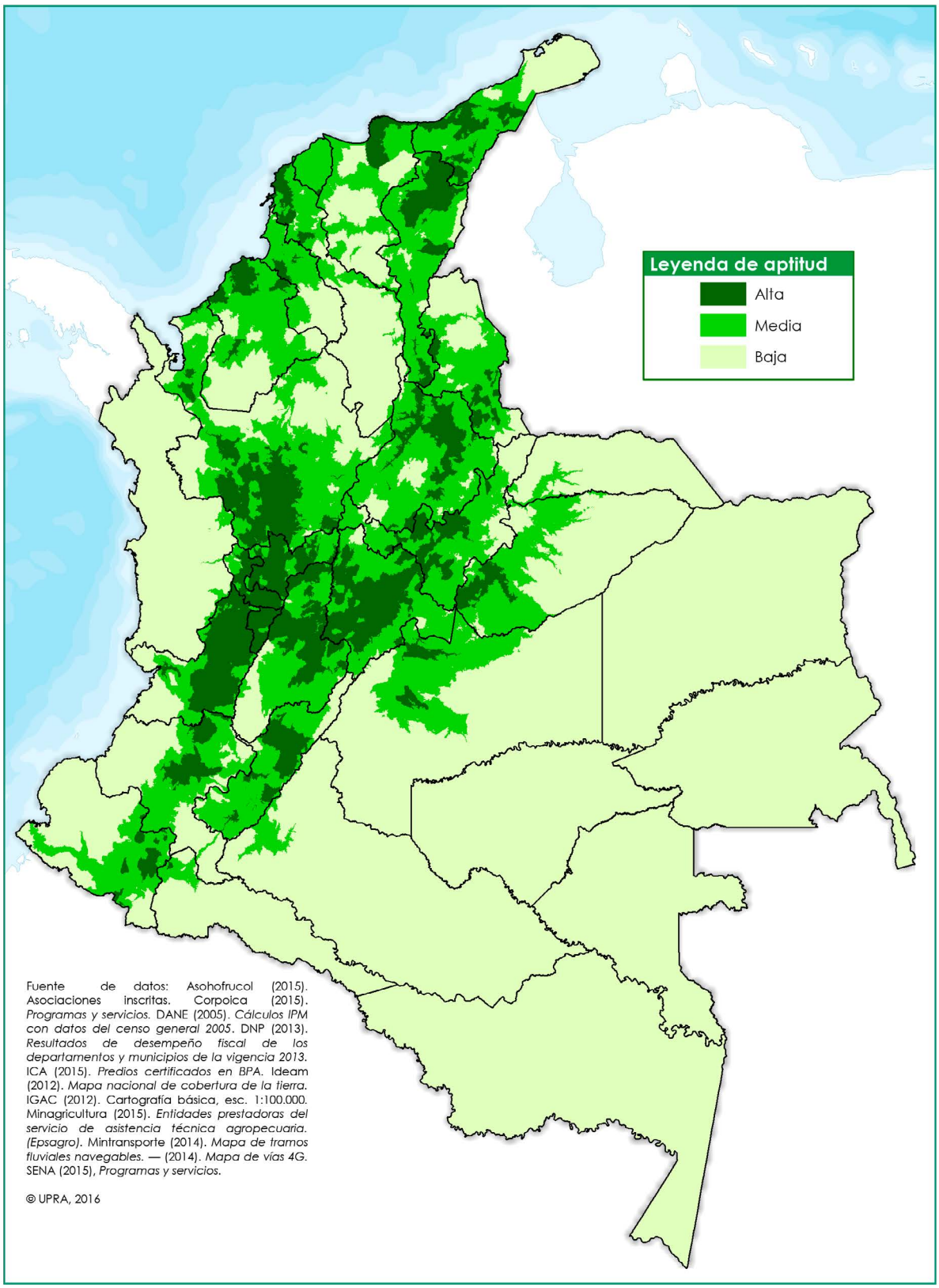
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Variables	Unidad de medida	Aptitud		
		A1	A2	A3
Índice de desempeño fiscal	Índice	70,02-90,73	60,00-70,02	33,23-60,00
	Índice de competitividad (IC)	≥ 0,655	0,476-0,655	< 0,476
Programas y servicios que ofrece el SENA	Tiempo de desplazamiento en horas	≤ 2	2 - 4	> 4
Predios certificados BPA por el ICA	Número de predios certificados	≥ 5	1 - 5	Municipios sin predios certificados
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 de organizaciones gremiales o de base en el municipio	Con presencia	-	Sin presencia

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA

CRITERIO INSTITUCIONALIDAD Y ASOCIATIVIDAD



Fuente de datos: Asohofrucol (2015). Asociaciones inscritas. Corpoica (2015). *Programas y servicios.* DANE (2005). *Cálculos IPM con datos del censo general 2005.* DNP (2013). *Resultados de desempeño fiscal de los departamentos y municipios de la vigencia 2013.* ICA (2015). *Predios certificados en BPA.* Ideam (2012). *Mapa nacional de cobertura de la tierra.* IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000. Minagricultura (2015). *Entidades prestadoras del servicio de asistencia técnica agropecuaria. (Epsagro).* Mintransporte (2014). *Mapa de tramos fluviales navegables.* — (2014). *Mapa de vías 4G.* SENA (2015), *Programas y servicios.*

© UPRA, 2016

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.*
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Mintransporte. (2014). *Mapa de tramos fluviales navegables y mapa de vías 4G.*
- SENA. (2015). *Programas y servicios.*

3.4.1 Variable índice de desempeño fiscal

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
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 en el municipio.	
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 estos indicadores, así:

Autofinanciación de los gastos de funcionamiento: mide la proporción de los recursos de libre destinación asignados al pago de nómina y gastos generales de operación de la administración central de los municipios.

Respaldo del servicio de la deuda: 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.

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.

Existe una relación directa entre el desempeño fiscal y la aptitud competitiva del municipio.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud competitiva:

Índice de competitividad (IC). Índice	Aptitud
A. IC ≥ 0,655 B. 70,02-90,73	A1
A. IC entre 0,476 y 0,655 B. 60,00-70,02	A2
A. IC ≤ 0,476 B. 33,23-60,00	A3

En consideración a los estadígrafos de la variable para el período 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 (Antioquia); y, en la tercera, Contadero (Nariño), río Iró (Chocó) y Albania (Caquetá).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Para los municipios de los departamentos de Amazonas, Vaupés, Guainía y San Andrés no hay reporte de la variable de desempeño fiscal. Estos municipios fueron agrupados en la categoría (A3), en consideración a su baja actividad fiscal con relación a los recursos del sistema general de participaciones del país.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información:

Departamento Nacional de Planeación (DNP). Desempeño fiscal, 2009-2013.

2. Precisiones de la información:

El índice de desempeño fiscal (IDF) expresa el estado actual de los municipios con relación a la responsabilidad en el manejo de las decisiones financieras. Este indicador clasifica los municipios a través de un ranking, según su nivel de desempeño, así: solvente, IDF mayor o igual a 80; sostenible, IDF mayor o igual a 70 y menor a 80, vulnerable, IDF mayor o igual a 60 y menor a 70; riesgo, IDF mayor o igual a 40 y menor a 60, y deterioro, IDF menor a 40.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Se calculó el promedio anual para los años 2009-2013 del índice de desempeño fiscal por municipio.

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

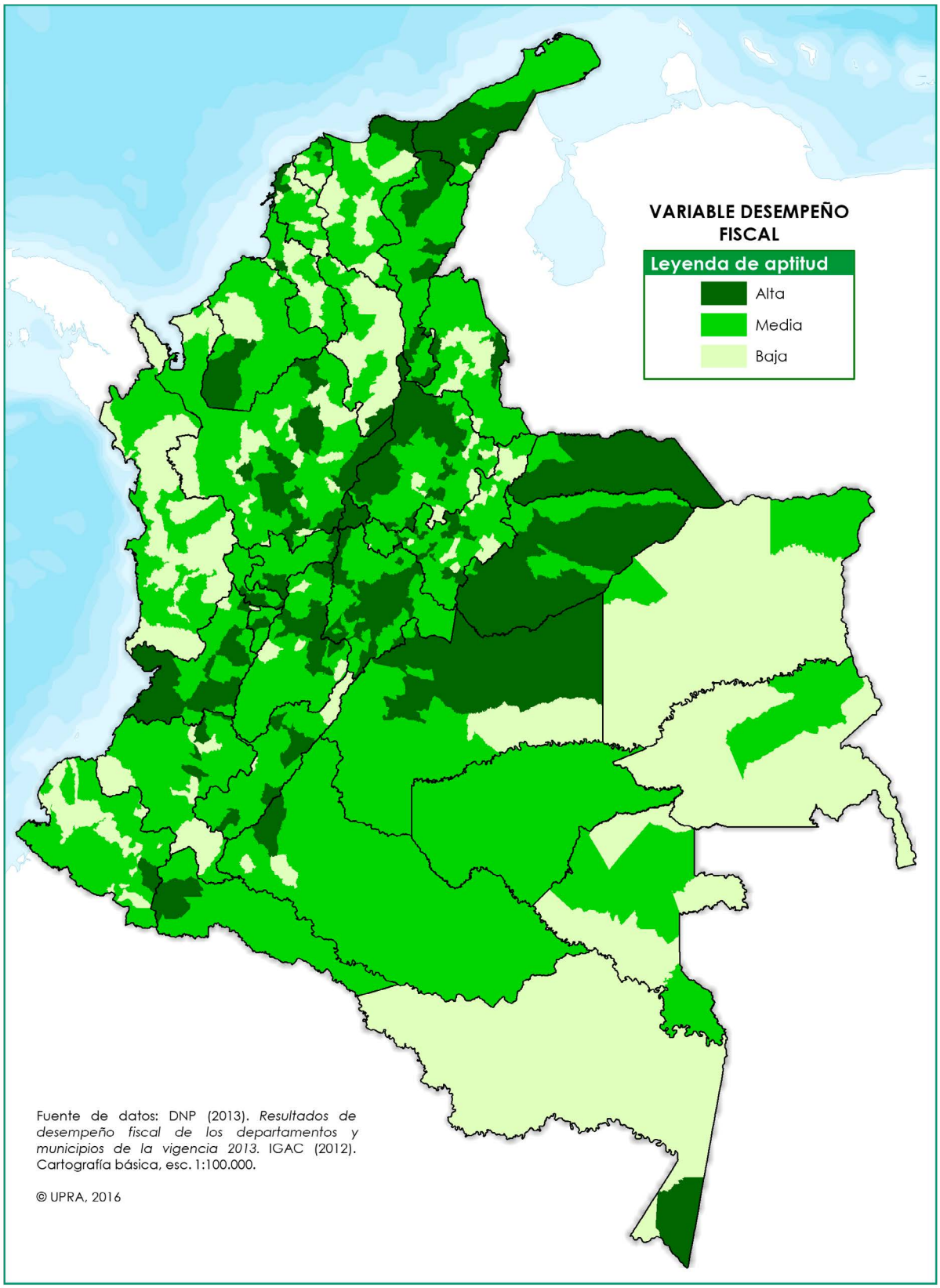
5. Clasificación de los municipios por aptitud competitiva.

De acuerdo con la clasificación de los municipios mediante el índice de desempeño fiscal (IDF), estos se agruparon dentro de las categorías de aptitud competitiva así: aptitud alta (A1): solvente y sostenible; aptitud media (A2): vulnerable y aptitud baja (A3): deterioro y riesgo.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA

CRITERIO INSTITUCIONALIDAD Y ASOCIATIVIDAD



Fuente de datos: DNP (2013). *Resultados de desempeño fiscal de los departamentos y municipios de la vigencia 2013.* IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000.

© UPRA, 2016

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.

3.4.2 Variable programas y servicios que ofrece el SENA

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO		
CRITERIO ASOCIADO: INSTITUCIONALIDAD Y ASOCIATIVIDAD		
VARIABLE: PROGRAMAS Y SERVICIOS QUE OFRECE 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 en los cultivos hortofrutícolas 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 (isocronas) 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 privado 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 del cultivo de la piña híbrido MD-2.

Municipios con presencia o con una sede cercana del Sena 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 piña híbrido MD-2, 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. 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
Municipios ≤ 2 horas	A1
Municipios entre 2 horas y 4 horas	A2
Municipios > 4 horas	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 son 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 Sena 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 SENA 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

1. Información:

IGAC. 2012. Cartografía básica, escala 1:100.000.

Mintransporte. 2014. Tramos red vial nacional y departamental.

SENA. 2014. Regionales y centros de formación.

2. Precisiones de la información: para la espacialización se tomó como referente la existencia de centros de formación del SENA en los municipios que tengan 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 procedimientos 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.

3. 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

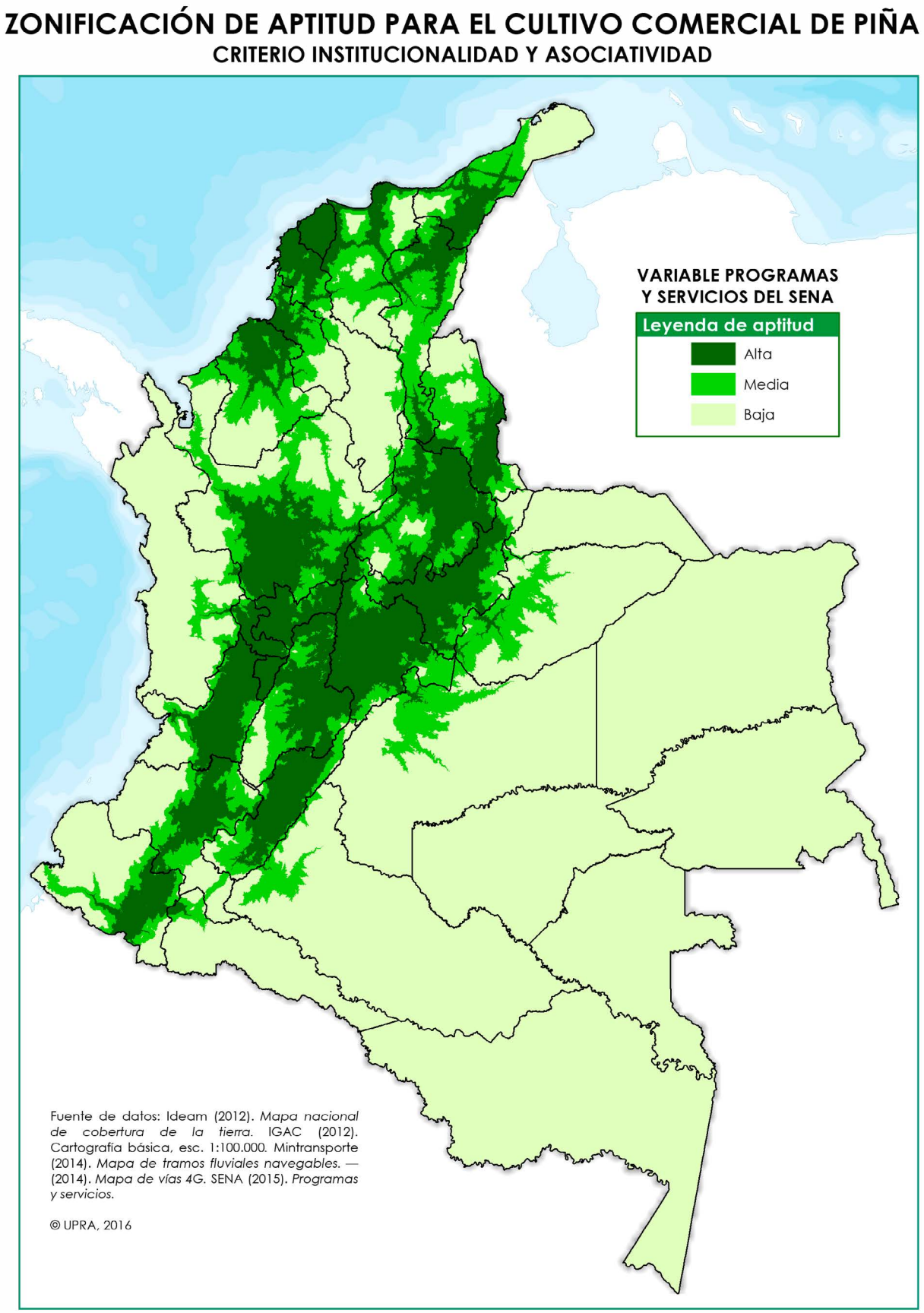
Tipo 5: sin pavimentar, transitable en tiempo seco

Tipo 6: sin afirmado, transitable en tiempo seco.

4. Clasificación de los municipios por aptitud.

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definieron teniendo en cuenta los tiempos de desplazamiento 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



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Ideam. (2013). *Mapa nacional de cobertura de la tierra CLC.*
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Mintrabajo. (2016). SENA Regionales y centros de formación.
- Mintransporte. (2014). *Mapa de tramos fluviales navegables y mapa de vías 4G.*
- _. (2015). *Regionales y centros de formación.* Recuperado de: <www.sena.edu.co/regionales-y-centros-de-formacion/Paginas/Regionales-y-Centros-de-Formacion.aspx>.
- SENA. (2013). *Objetivos y funciones.* Recuperado de: <http://www.sena.edu.co/acerca-del-sena/quienes-somos/Paginas/Objetivos-y-Funciones.aspx>.

3.4.3 Variable predios certificados BPA por el ICA

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
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 al mejoramiento de las condiciones de inocuidad de la producción agropecuaria. Así mismo, la certificación abre las puertas a mercados internacionales.

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:

Número de predios certificados en BPA	Aptitud
≥ 5 predios certificados	A1
Entre 1 y 5 predios certificados	A2
Municipios sin predios certificados	A3

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

El proceso de certificación oficial del ICA es dinámico por lo que nuevos predios certificados no se encuentran registrados en la base de datos de la institución, así como aquellos predios que ya no tienen vigente la certificación en BPA.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

ICA. Predios certificados en BPA 2015.

2. Precisión de la información.

Para la espacialización se tomó como referente la información de predios certificados por parte del ICA a nivel de municipios.

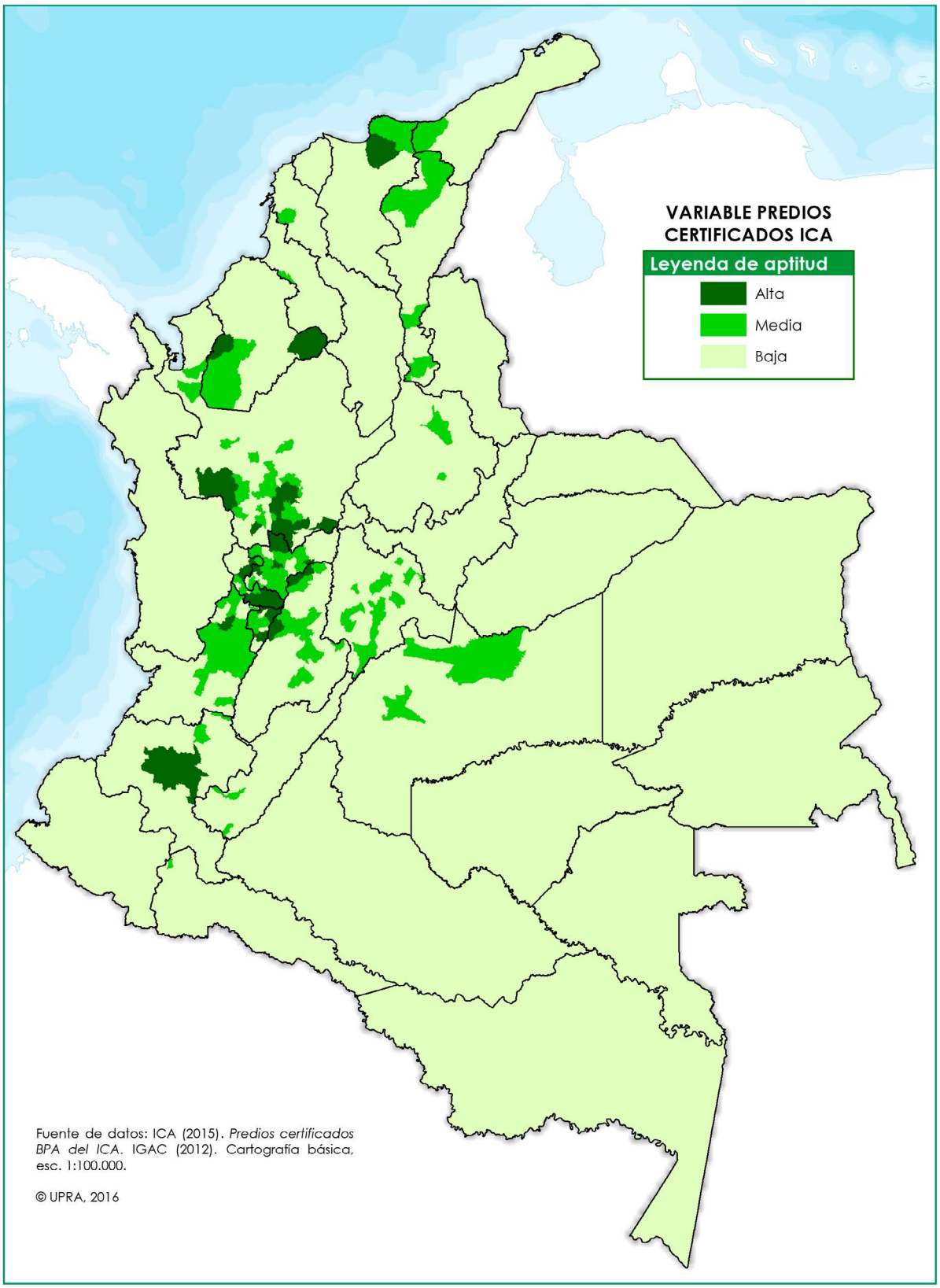
3. Clasificación de los municipios por aptitud.

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definieron teniendo en cuenta tres categorías de aptitud: municipios mayores o iguales a cinco predios certificados BPA del ICA, se clasifican en aptitud alta (A1); municipios entre uno y cinco predios certificados en BPA del ICA, en aptitud media (A2) y los municipios sin predios certificados BPA del ICA, en aptitud baja (A3).

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA

CRITERIO INSTITUCIONALIDAD Y ASOCIATIVIDAD



FUENTES DE INFORMACIÓN

- ICA. (2015). *Predios certificados BPA del ICA.*
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

3.4.4 Variable programas o servicios ofrecidos por Corpoica

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO		
CRITERIO ASOCIADO: INSTITUCIONALIDAD Y ASOCIATIVIDAD		
VARIABLE: PROGRAMAS O SERVICIOS OFRECIDOS POR CORPOICA	**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 ofrece servicios, apoyo o formación en técnicas y procesos productivos que intervienen directamente con la producción agrícola en el cultivo de la piña híbrido MD-2 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 (isocronas) hasta los centros de Corpoica que ofrecen estos programas específicos.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Refleja la existencia de oferta institucional, así como la articulación de asociaciones, cooperativas y productores que facilitan el desarrollo y soporte de la cadena hortofrutícola en el territorio. Una mayor oferta institucional favorece 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 de Corpoica contribuye a mejorar la competitividad del cultivo de la piña híbrido MD-2.

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 piña híbrido MD-2, 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 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:

Tiempo de desplazamiento en horas	Aptitud
Municipios ≤ 2 horas	A1
Municipios entre 2 y 4 horas	A2
Municipios > 4 horas	A3

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

No se conocen limitaciones para la evaluación de esta variable.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

IGAC. 2012. Cartografía básica, escala 1:100.000.

Mintransporte. 2015. Tramos red vial nacional y departamental.

Corpoica. 2014. Centros y sedes de Investigación de Corpoica.

2. Precisiones de la información.

Para la espacialización se tomó como referente la existencia de centros de Investigación de Corpoica en los municipios.

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.

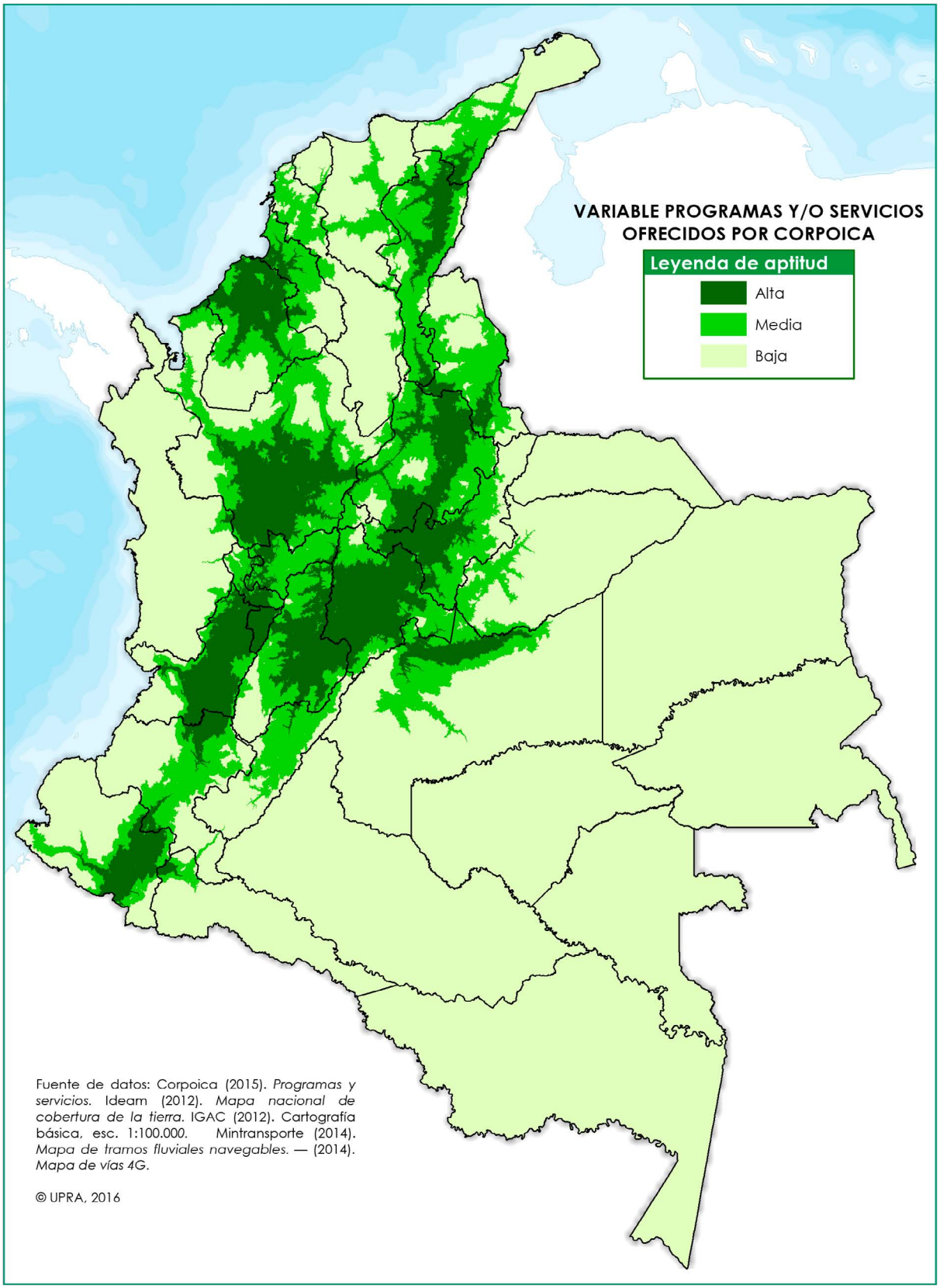
4. Clasificación de los municipios por aptitud.

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definieron teniendo en cuenta los tiempos de desplazamiento en horas hasta los Centros de Investigación Corpoica. Se definieron tres categorías de aptitud: 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 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 Corpoica, se clasificaron en aptitud baja (A3). Estas áreas geográficas, aunque distantes y de difícil acceso a los centros de Investigación de Corpoica, se encuentran dentro de la cobertura de la institución.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA

CRITERIO INSTITUCIONALIDAD Y ASOCIATIVIDAD



Fuente de datos: Corpoica (2015). *Programas y servicios*. Ideam (2012). *Mapa nacional de cobertura de la tierra*. IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000. Mintransporte (2014). *Mapa de tramos fluviales navegables*. — (2014). *Mapa de vías 4G*.

© UPRA, 2016

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Corpoica. (2015). *Programas y servicios.*
- Ideam. (2013). *Mapa nacional de cobertura de la tierra.*
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Mintransporte. (2014). *Mapa de tramos fluviales navegables. Mapas vías 4G*

3.4.5 Variable extensión y asistencia técnica sectorial

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
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

Existencia de entidades u organizaciones que prestan servicios de extensión y asistencia técnica agropecuaria a nivel municipal, cuya función es articular y orientar acciones para el incremento de la productividad y competitividad de los sistemas locales de producción, considerando la sostenibilidad ambiental. El término sectorial está referido tanto al sector agropecuario en general como al sector de la piña.

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
Municipios ≤ 2 horas	A1
Municipios entre 2 y 4 horas	A2
Municipios > 4 horas	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 asociaciones 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), 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 (Minagricultura 2015).

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

IGAC. 2012. Cartografía básica, escala 1:100.000.

Mintransporte. 2014. Tramos red vial nacional y departamental.

Asohofrucol. 2015. Plan nacional hortofrutícola.

2. 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.

4. Clasificación de los municipios por aptitud.

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definieron teniendo en cuenta los tiempos de desplazamiento 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.

5. Precisión de la información.

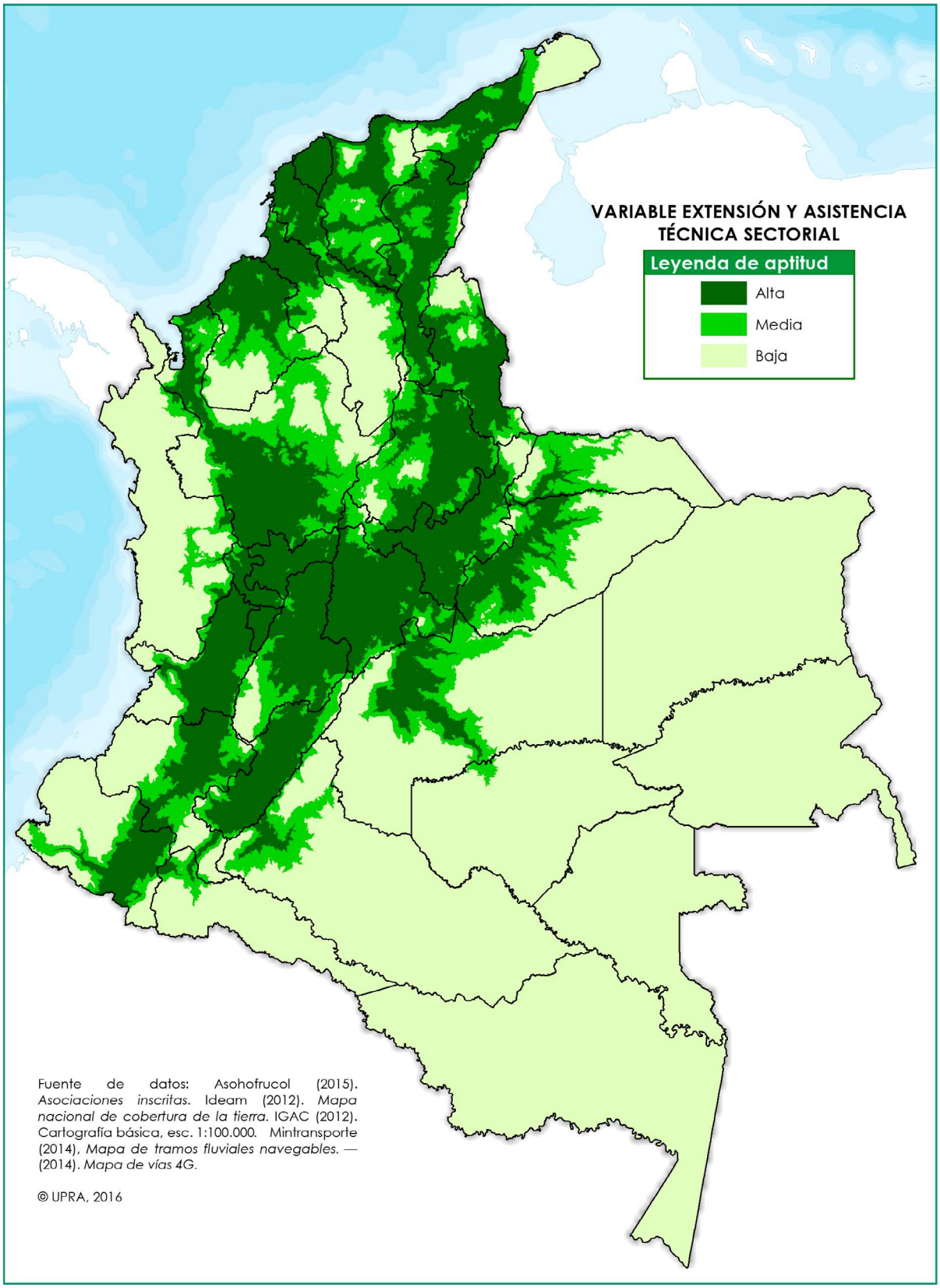
Para medir la presencia de organizaciones de extensión y asistencia técnica, se tuvieron en cuenta los directorios o registros continuos del Plan nacional de fomento hortofrutícola a través de Asohofrucol.

Hay más de 273 municipios con mínimo una asociación y una amplia cobertura a nivel nacional.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA

CRITERIO INSTITUCIONALIDAD Y ASOCIATIVIDAD



Fuente de datos: Asohofrucol (2015). *Asociaciones inscritas*. Ideam (2012). *Mapa nacional de cobertura de la tierra*. IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000. Mintransporte (2014). *Mapa de tramos fluviales navegables*. — (2014). *Mapa de vías 4G*.

© UPRA, 2016

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Asohofrucol. (2015). *Asociaciones inscritas.*
- Ideam. (2013). *Mapa de cobertura de la tierra CLC.*
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Mintransporte. (2014). *Mapa de tramos fluviales navegables. Mapa vías 4G.*

3.4.6 Variable organizaciones gremiales o de base del sector

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
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 expedidos por el Gobierno 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

1. Información.

Asohofrucol. 2015. Base de datos sedes Asohofrucol Colombia 2015.

2. Precisiones de la información.

Se consultaron los municipios que tiene regionales de Asohofrucol.

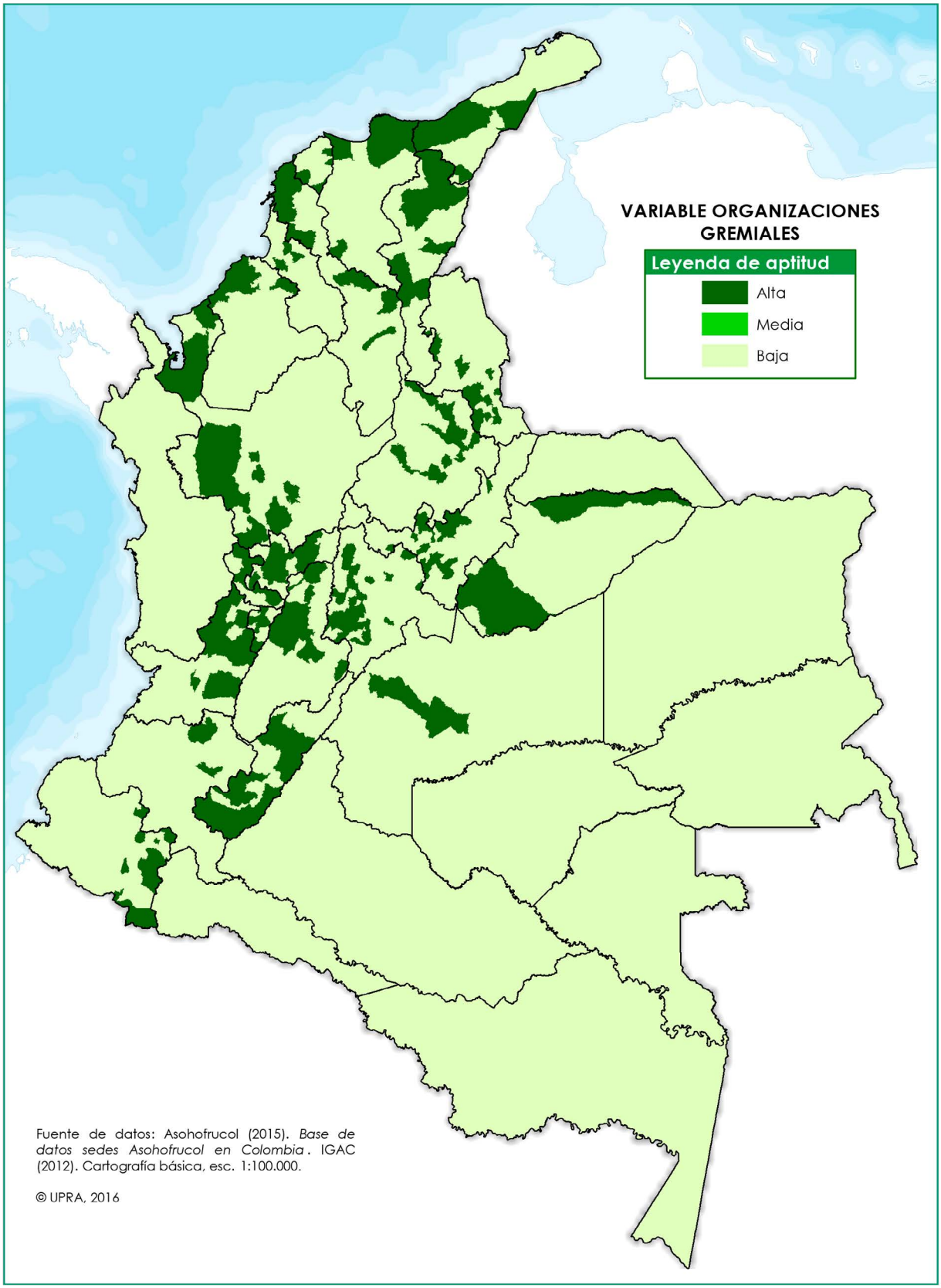
3. Clasificación de los municipios por aptitud.

Municipios con presencia regional de Asohofrucol.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA

CRITERIO INSTITUCIONALIDAD Y ASOCIATIVIDAD



Fuente de datos: Asohofrucol (2015). *Base de datos sedes Asohofrucol en Colombia*. IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000.

© UPRA, 2016

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Asohofrucol. (2015). *Base de datos sedes Asohofrucol en Colombia.*
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. IGAC.

3.5 Criterio tamaño de la tierra rural

FICHA METODOLÓGICA DEL CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO		
CRITERIO: TAMAÑO DE LA TIERRA RURAL		
TIPO DE CRITERIO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO

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 cómo 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 del Incoder.

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

Debido a que el criterio comprende solo una variable, las categorías de aptitud de los municipios, son equivalentes a las categorías de la variable.

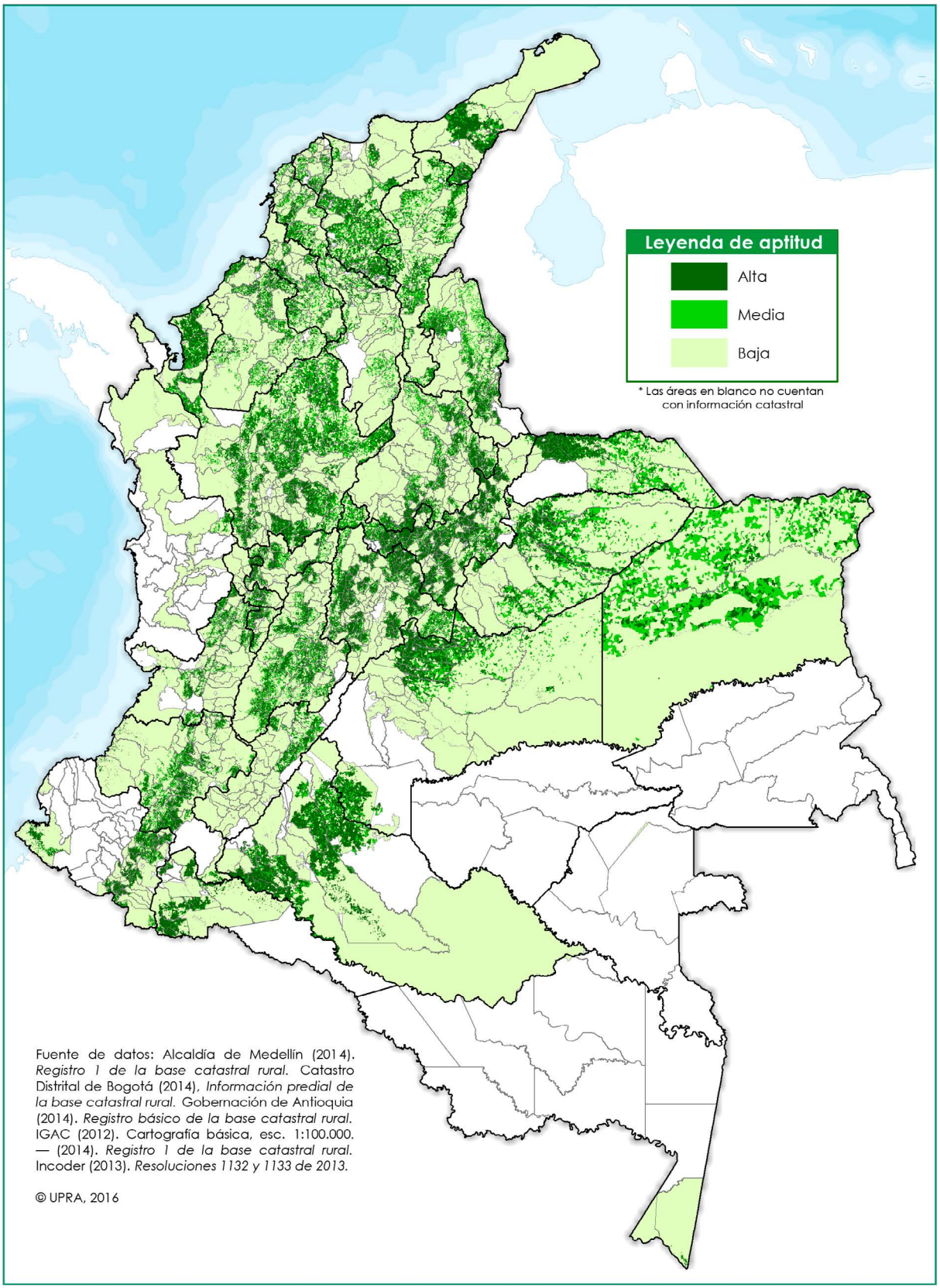
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

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

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA

CRITERIO TAMAÑO DE LA TIERRA



Fuente de datos: Alcaldía de Medellín (2014). *Registro 1 de la base catastral rural.* Catastro Distrital de Bogotá (2014), *Información predial de la base catastral rural.* Gobernación de Antioquia (2014). *Registro básico de la base catastral rural.* IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000. — (2014). *Registro 1 de la base catastral rural.* Incoder (2013). *Resoluciones 1132 y 1133 de 2013.*

© UPRA, 2016

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Alcaldía de Medellín. (2014). *Base de datos catastral.*
- Catastro Distrital de Bogotá. (2014). *Información predial jurídica, física y económica.*
- Gobernación de Antioquia. (2014). *Predial rural Antioquia.*
- IGAC. (2014). *Base predial registros 1 y 2. Estadística catastral nacional rural.*
- Incoder. (2013). *Resoluciones 1132 y 1133 de 2013.*

3.5.1 Variable tamaño tipo de los predios rurales

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
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 acceso a la tierra y la posibilidad de producir manifiestan un mayor nivel de aptitud, si hay regiones del país donde el tamaño de los predios es menor a 2 UAF para el municipio, significa que hay una mayor probabilidad de acceder a la tierra porque hay menor concentración de la misma; 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, 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 UAF no está definida para todos los municipios.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

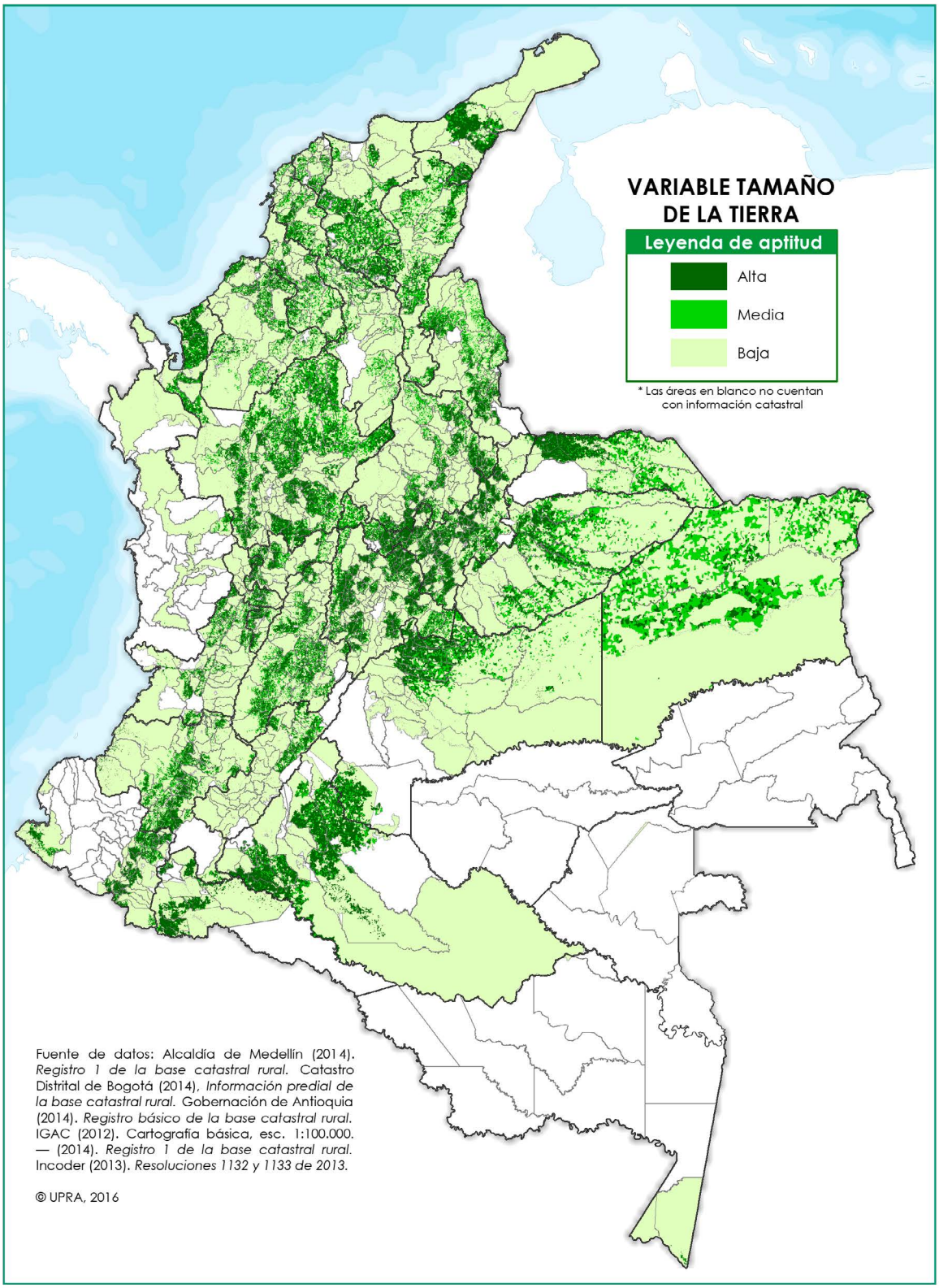
Información:

IGAC. 2012. Cartografía básica, escala 1: 100.000, 2012.

IGAC. 2014. Base predial: registros 1 y 2, vigencia 2014.

Unidad de análisis	Municipio
REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE	

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA
CRITERIO TAMAÑO DE LA TIERRA



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Alcaldía de Medellín. (2014). *Base de datos catastral.*
- Catastro Distrital de Bogotá. (2014). *Información predial jurídica, física y económica.*
- Gobernación de Antioquia. (2014). *Predial rural Antioquia.*
- IGAC. (2014). *Base predial registros 1 y 2. Estadística catastral nacional rural.*
- Incoder. (2013). *Resoluciones 1132 y 1133 de 2013.*

3.6 Criterio indicadores económicos

FICHA METODOLÓGICA DEL CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
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 período.

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 actividades productivas, entre las cuales se cuenta el desarrollo del cultivo comercial de piña híbrido MD-2.

Un desempeño económico más alto, mayores créditos y más incentivos a la cadena de la piña híbrido MD-2 en un municipio, son indicadores de que en relación con el resto de los municipios de Colombia el aparato productivo está mejor adecuado a los requerimientos de la actividad de la piña híbrido MD-2 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 piña híbrido MD-2 lo que 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 conocen limitantes para la evaluación de este criterio.

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 (A1, A2, A3). Para cada categoría de aptitud, se asignó un valor así: A1=3; A2=2; A3=1. Usando 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

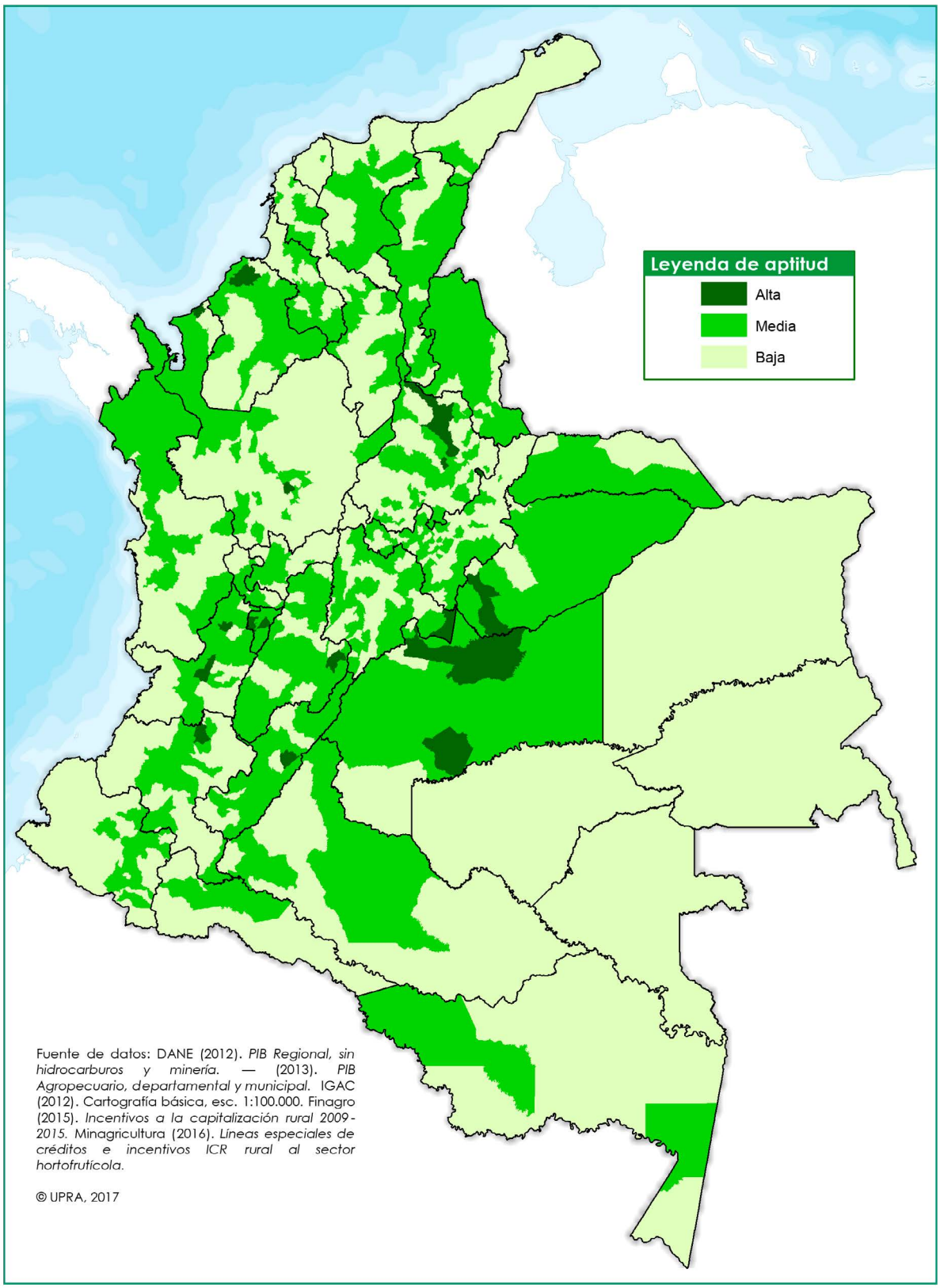
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Variable	Unidad de medida	Aptitud		
		A1	A2	A3
Grado de participación agropecuaria municipal	Porcentaje (%) por municipio	> 27	10 - 27	< 10
Líneas especiales de créditos (LEC)	Créditos en Pesos por municipios	≥ $ 8,5 millones	$ 220.000 - $ 8,5 millones	Municipios sin historial
	Índice de competitividad (IC)	≥ 0,0630	< 0,0630	
Incentivo a la capitalización rural (ICR)	ICR Pesos por municipios	≥ $ 10,7 millones	$ 310.000 - $ 10,7 millones	Municipios sin historial
	Índice de competitividad (IC)	≥ 0,1439	< 0,1439	

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA

CRITERIO INDICADORES ECONÓMICOS



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. Finagro (2015). *Incentivos a la capitalización rural 2009-2015.* Minagricultura (2016). *Líneas especiales de créditos e incentivos ICR rural al sector hortofrutícola.*

© UPRA, 2017

FUENTES DE INFORMACIÓN

- DANE. (2012). *PIB Regional, sin hidrocarburos y minería.*
- _. (2013). *PIB Agropecuario, departamental y municipal.*
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Minagricultura. (2016). *Líneas especiales de créditos e Incentivos ICR rural al sector hortofrutícola.*

3.6.1 Variable grado de participación agropecuaria municipal

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
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 de la piña híbrido MD-2.

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
< 10 %	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 y así poder zonificar.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

La distribución del PIB por sectores a nivel municipal 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 (aplicando la información explicada en el párrafo anterior), cuál 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 hace 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 decide 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 vacación y por ende mayor su aptitud.

2. 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.

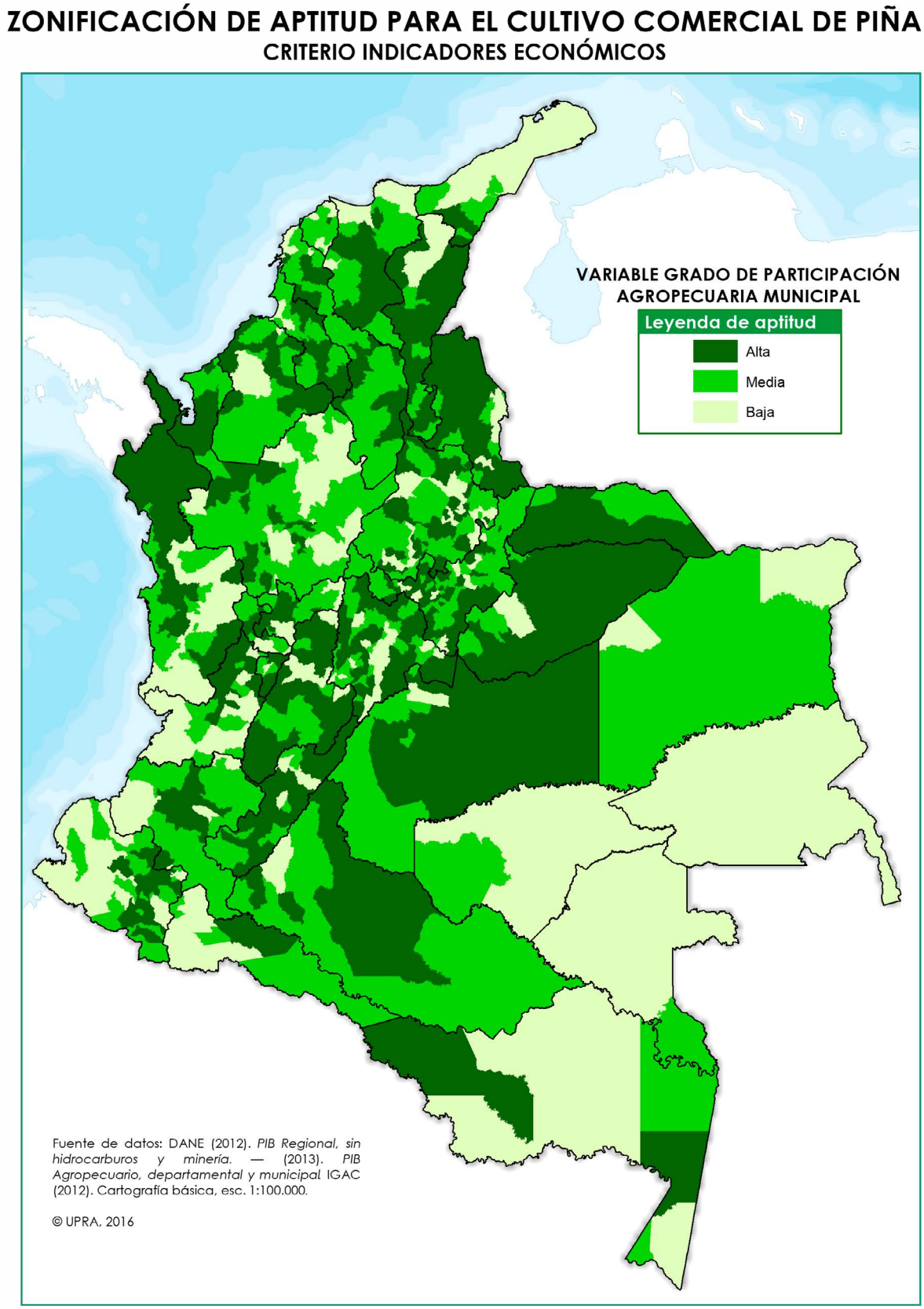
3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

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.

4. Clasificación de los municipios por aptitud.

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	



FUENTES DE INFORMACIÓN

- DANE. (2012). *PIB Regional, sin hidrocarburos y minería.*
- _. (2013) *PIB Agropecuario, departamental y municipal.*
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

3.6.2 Variable Líneas Especiales de Créditos (LEC)

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
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 crédito, otorgados al cultivo de piña híbrido MD-2 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 (Minagricultura, 2012).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Permite dimensionar el apalancamiento financiero de la explotación comercial del cultivo de la piña híbrido MD-2 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 período de tiempo determinado, reflejan una mejor acreditación para el desarrollo de la actividad comercial del cultivo de la piña híbrido MD-2, 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 a las categorías de aptitud competitiva: A1 (alta), A2 (media) y A3 (baja).

Valor promedio por municipio de las líneas especiales de crédito (LEC), otorgados al sector entre 2009 y 2015 (pesos) Índice de competitividad (IC)	Aptitud
A. ≥ $ 8,5 millones ÍC ≥ 0,0630	A1
A. $ 220.000 - $ 8,5 millones ÍC < 0,0630	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; es posible que no se encuentre detallado por variedad de la piña híbrido MD-2 y toda la información se refiera a piña en general.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

Finagro. 2015. Créditos otorgados a la explotación comercial de los productos hortofrutícolas.

2. 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 período de análisis.

3. 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 períodos, al ser corregidos el uno con respecto al otro mediante un deflactor.

4. Cálculo del índice de competitividad y sus 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 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.

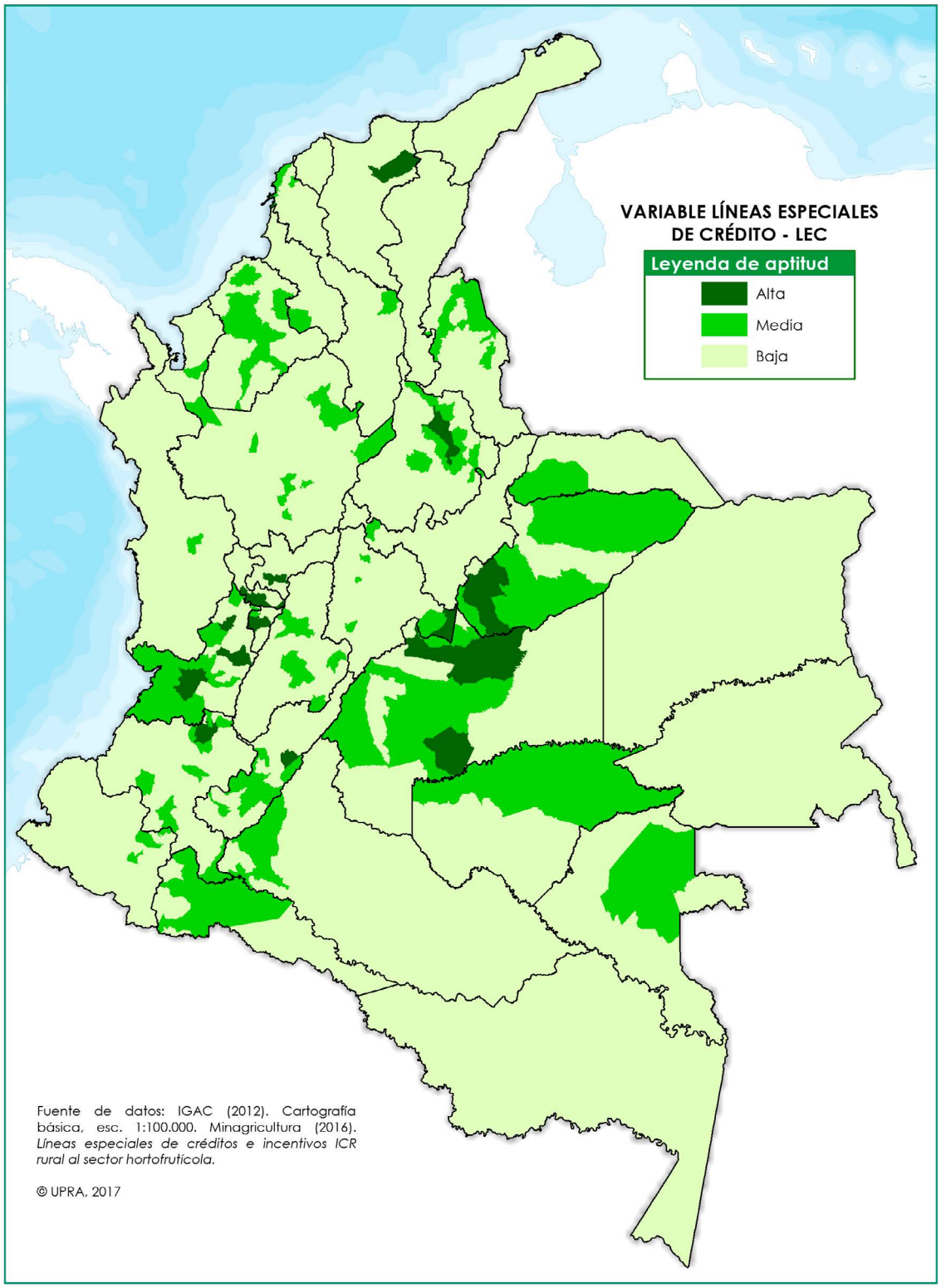
5. Clasificación de los municipios por aptitud competitiva.

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 precios constantes.

Unidad de análisis	Municipio
REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE	

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA

CRITERIO INDICADORES ECONÓMICOS



FUENTES DE INFORMACIÓN

- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Minagricultura. (2016). *Líneas especiales de créditos e Incentivos ICR rural al sector hortofrutícola.* Bogotá: Minagricultura.

3.6.3 Variable incentivo a la capitalización rural (ICR)

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
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 (Minagricultura, 2012).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Permite dimensionar el apalancamiento financiero del sector de la piña híbrido MD-2 en el municipio, factor relevante para los agentes económicos en la toma de decisiones de inversión.

Permite mejorar la competitividad de los productores de piña híbrido MD-2 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 piña híbrido MD-2 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 piña híbrido MD-2 puede ofrecer precios más competitivos en el mercado.

Existe una relación directa entre ICR otorgados y la aptitud del municipio. Municipios donde se reporta mayor valor promedio anual de ICR por beneficiario reflejan un mayor interés de los productores en el desarrollo del cultivo de la piña híbrido MD-2 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 piña 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
A. ≥ $ 10,7 millones B. ÍC ≥ 0,1439	A1
A. $ 310.000 - $ 10,7 millones B. ÍC < 0,1439	A2
Municipios sin historial	A3

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La consolidación de ICR está definida según el municipio donde es solicitado. 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

1. Información.

Minagricultura. 2016. Incentivos ICR otorgados al sector de piña 2010-2014.

2. Precisiones de la información.

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

3. 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 este procedimiento, se estableció la aplicación de precios constantes mediante un deflactor.

4. Cálculo del índice de competitividad y sus 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.

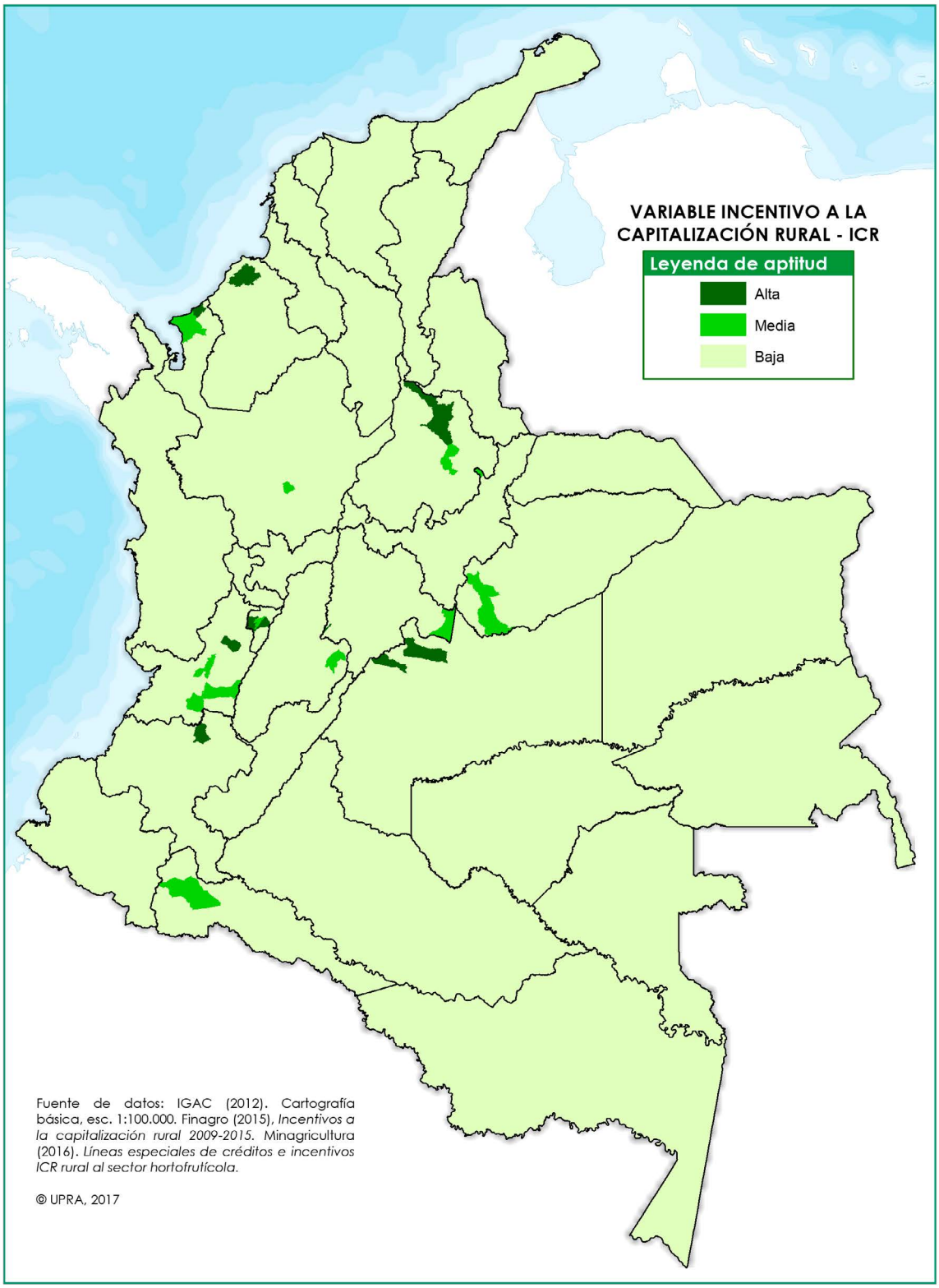
El IC, para esta variable en cualquier municipio, toma valores entre 0 y 1.

5. Clasificación de los municipios por aptitud.

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 precios constantes. Se consultó el marco teórico y la línea base de la cadena. Para analizar los datos se elaboró el histograma de distribución y se calcularon estadígrafos como apoyo para definir los puntos de corte.

Unidad de análisis	Municipio
REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE	

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA
CRITERIO INDICADORES ECONÓMICOS



FUENTES DE INFORMACIÓN

- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Minagricultura. (2016). *Líneas especiales de créditos e Incentivos ICR rural al sector hortofrutícola.*

3.7 Criterio bienestar económico

FICHA METODOLÓGICA DEL CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO		
CRITERIO: BIENESTAR ECONÓMICO		
TIPO DE CRITERIO	Análisis jerárquico	✓
	Condicionante	
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	

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 directamente proporcional entre un mayor desarrollo humano en un municipio y la aptitud 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.

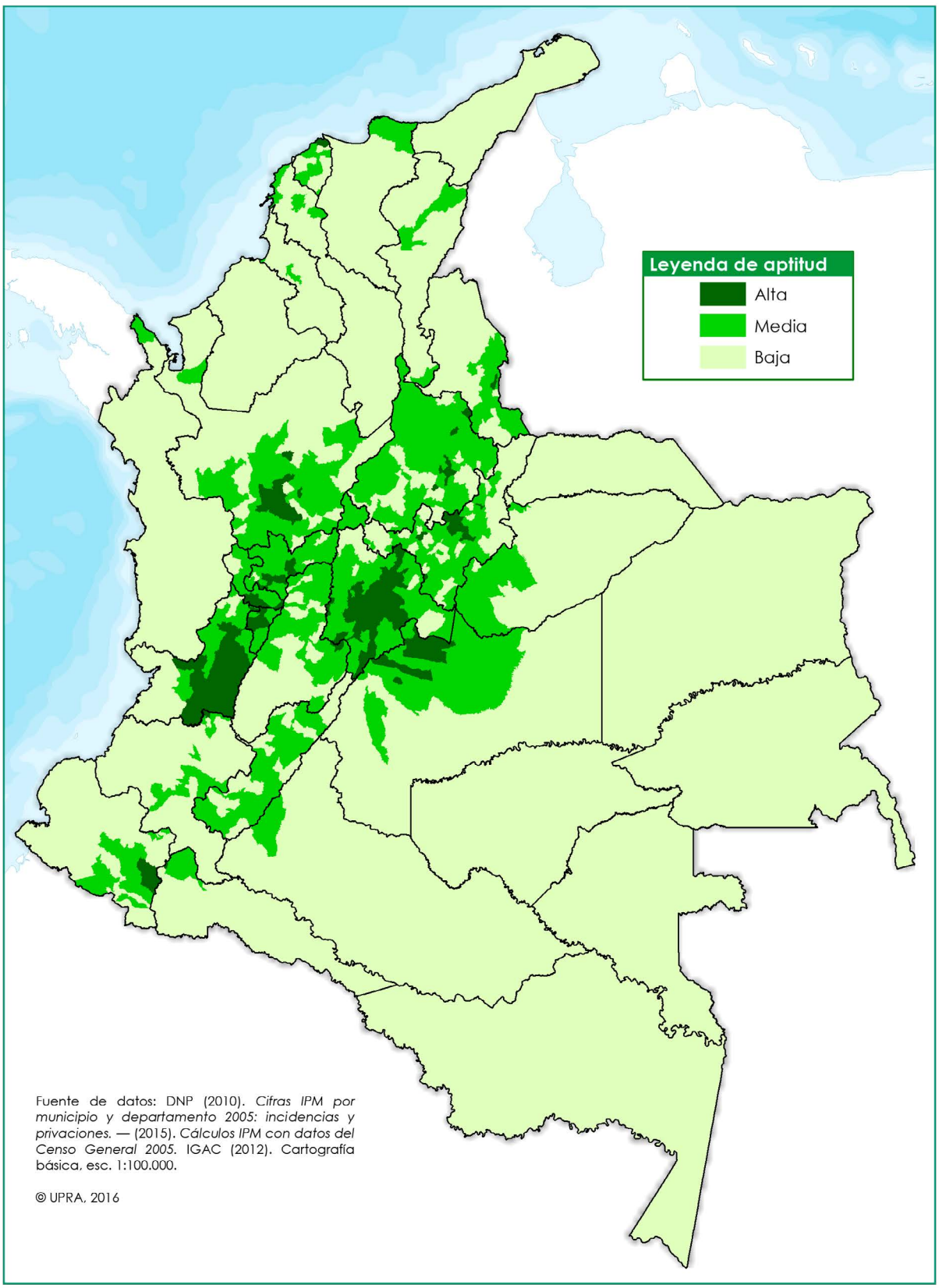
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Variable	Unidad de medida	Aptitud		
		A1	A2	A3
Índice de pobreza multidimensional (IPM)	A. Índice B. Índice de competitividad (IC)	A. < 64 B. > 0,46731	A. 64-83 B. 0,22069-0,46731	A. > 83 B. < 0,22069

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA

CRITERIO BIENESTAR ECONÓMICO



Fuente de datos: DNP (2010). *Cifras IPM por municipio y departamento 2005: incidencias y privaciones.* — (2015). *Cálculos IPM con datos del Censo General 2005.* IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000.

© UPRA, 2016

FUENTES DE INFORMACIÓN

- DNP. (2010). *Cifras IPM por municipio y departamento 2005: incidencias y privaciones.*
- _. (2015). *Cálculos IPM con datos del Censo General 2005.*
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

3.7.1 Variable índice de pobreza multidimensional (IPM)

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
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.

Municipios con mayores IPM reflejan una menor incidencia de la competitividad de los procesos productivos desarrollados en el pasado. El IPM es inversamente proporcional a la aptitud competitiva del municipio.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud competitiva:

Índice Índice de Competitividad (IC)	Aptitud
< 64 IC > 0,46731	A1
64-83 IC entre 0,22069 y 0,46731	A2
> 83 IC < 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

1. Información:

DNP. 2010. Índice de pobreza multidimensional por municipio, calculado con base en el censo general de 2005.

2. Precisiones de la información.

El procedimiento y la competencia para calcular el IPM en Colombia se definió y asignó a través del documento Conpes 150 de mayo 28 de 2012.

Las quince variables incorporadas en el cálculo del indicador son: bajo logro educativo, analfabetismo, inasistencia escolar, rezago escolar, barreras de acceso a servicios para el cuidado de la primera infancia, trabajo infantil, tasa de dependencia económica, empleo informal, sin aseguramiento en salud, barreras de acceso a servicio de salud, sin acceso a fuente de agua mejorada, inadecuada eliminación de excretas, pisos inadecuados, paredes exteriores inadecuadas y hacinamiento crítico.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Los datos de incidencia de la pobreza a nivel municipal (IPM) se ordenan de mayor a menor y se transforman mediante una normalización a una escala de valores de 0 a 1 o índice de competitividad.

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

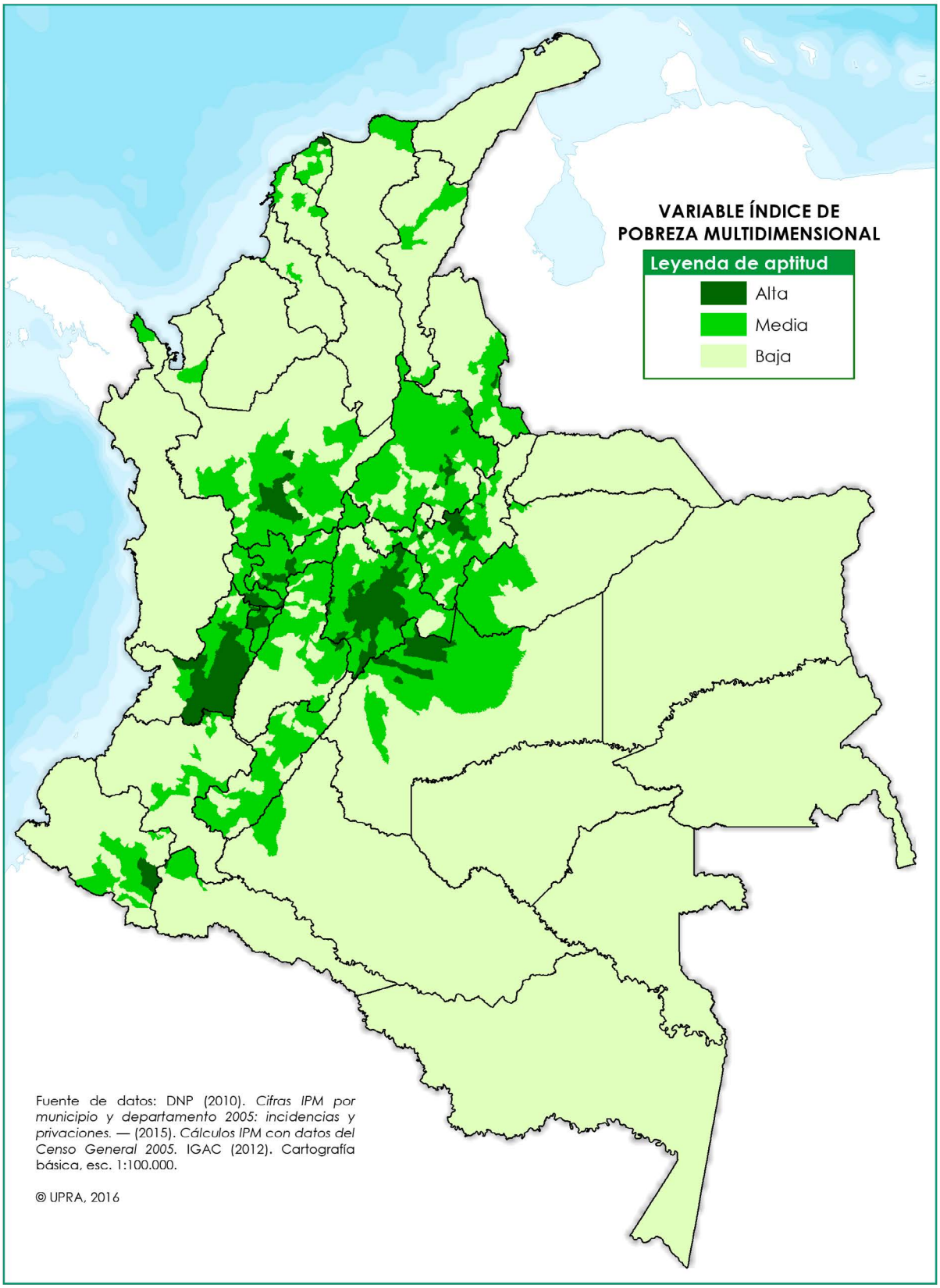
5. Clasificación de los municipios por aptitud.

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.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA

CRITERIO BIENESTAR ECONÓMICO



Fuente de datos: DNP (2010). *Cifras IPM por municipio y departamento 2005: incidencias y privaciones.* — (2015). *Cálculos IPM con datos del Censo General 2005.* IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000.

© UPRA, 2016

FUENTES DE INFORMACIÓN

- DNP. (2010). *Cifras IPM por municipio y departamento 2005: incidencias y privaciones.*
- _. (2015). *Cálculos IPM con datos del Censo General 2005.*
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

3.8 Criterio seguridad ciudadana

FICHA METODOLÓGICA DEL CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO		
CRITERIO: SEGURIDAD CIUDADANA		
TIPO DE CRITERIO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

VARIABLE ASOCIADA 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 determinan el clima de inversión y este a su vez afecta la competitividad del municipio. Existe una relación inversamente proporcional entre 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 la 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.

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.

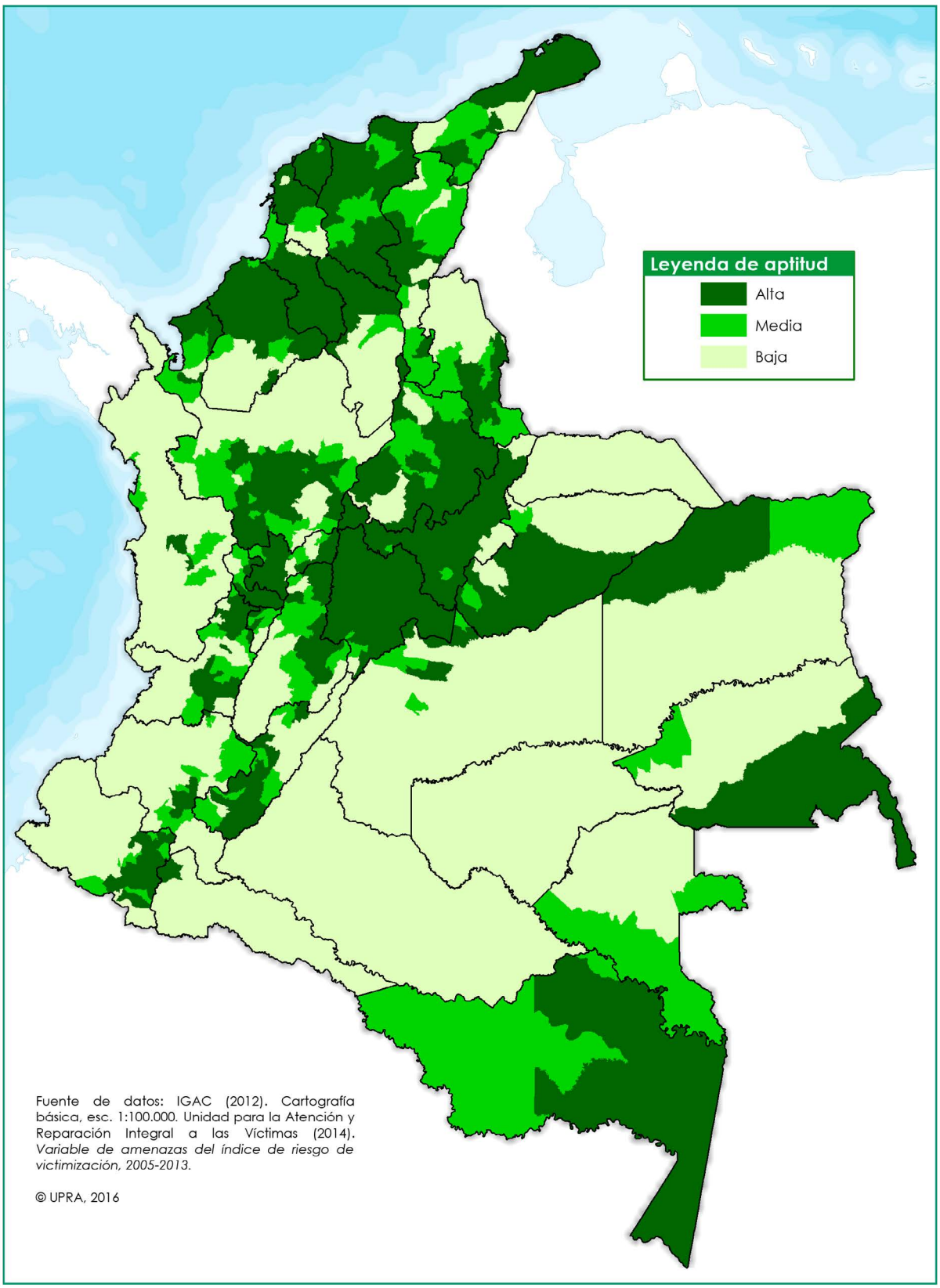
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Variable	Unidad de medida	Aptitud		
		A1	A2	A3
Índice de riesgo de amenazas	A. Índice de competitividad (IC) B. Índice de riesgo de amenazas	A. IC > 0,720 B. ≤ 0,42	A. IC entre 0,519 y 0,720 B. 0,42-0,58	A. IC < 0,519 B. > 0,58

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA

CRITERIO SEGURIDAD CIUDADANA



Fuente de datos: IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000. Unidad para la Atención y Reparación Integral a las Víctimas (2014). *Variable de amenazas del índice de riesgo de victimización, 2005-2013.*

© UPRA, 2016

FUENTES DE INFORMACIÓN

- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Unidad para la atención y reparación integral de las víctimas (2014). *Variable de amenazas del índice de riesgo de victimización 2005-2013.*

3.8.1 Variable índice de riesgo de amenazas

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO COMERCIAL PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO		
CRITERIO ASOCIADO: SEGURIDAD CIUDADANA		
VARIABLE: ÍNDICE DE RIESGO DE AMENAZAS	**UNIDAD DE MEDIDA:** A. Índice de competitividad (IC) 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 preponderantemente 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 hortofrutícolas.

La seguridad es uno de los factores que determinan el clima de inversión de un municipio. Existe una relación inversamente proporcional entre el riesgo de amenazas y la aptitud competitiva del municipio.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo a las categorías de aptitud competitiva: A1 (alta), A2 (media) y A3 (baja).

Índice de competitividad (IC) Índice de riesgo de amenazas	Aptitud
A. IC ≥ 0,720 B. ≤ 0,42	A1
A. IC entre 0,519 y 0,720 B. 0,42-0,58	A2
A. IC < 0,519 B. > 0,58	A3

Para el período 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 los departamentos de Boyacá, Cundinamarca y Santander.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

En la fuente de información usada se encontraron municipios sin información disponible para el cálculo del índice de riesgo de amenazas. Estos municipios, bajo el principio de cercanía, se asimilaron a los rangos de aptitud de los municipios con los cuales limitan. Los municipios a los que se hace referencia son Norosí (Bolívar), Tuchín y San José de Uré (Córdoba) y Guachené (Cauca).

La información usada se caracteriza por estar en constante actualización, lo que puede generar cambios en la serie cronológica analizada.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

Unidad para la Atención y Reparación Integral de Víctimas. Variable de Amenazas del Índice de Riesgo de Victimización, 2005-2013.

2. Precisiones de la información.

El cálculo del índice de riesgo de amenazas se realiza a partir de información histórica para el período 2005-2013.

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 minas antipersonales (MAP), exámenes médicos legales por presunto delito sexual, militares y civiles heridos por MAP, personas torturadas, desaparición forzada, militares y civiles muertos por MAP, masacres, líderes sociales asesinados.
- **Subíndice Acciones:** ataques a aeronaves, ataque a instalaciones de policía, contacto armado, emboscada, hostigamiento, incidentes MAP, puentes y vías destruidas, retenes ilegales.
- **Subíndice Otros:** artefactos explosivos desactivados o incautados, informes de riesgo, notas de seguimiento.
- **Subíndice Presencia:** has 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.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

El índice de riesgo de amenazas 2005-2013 calculado por la fuente está disponible a nivel municipal.

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

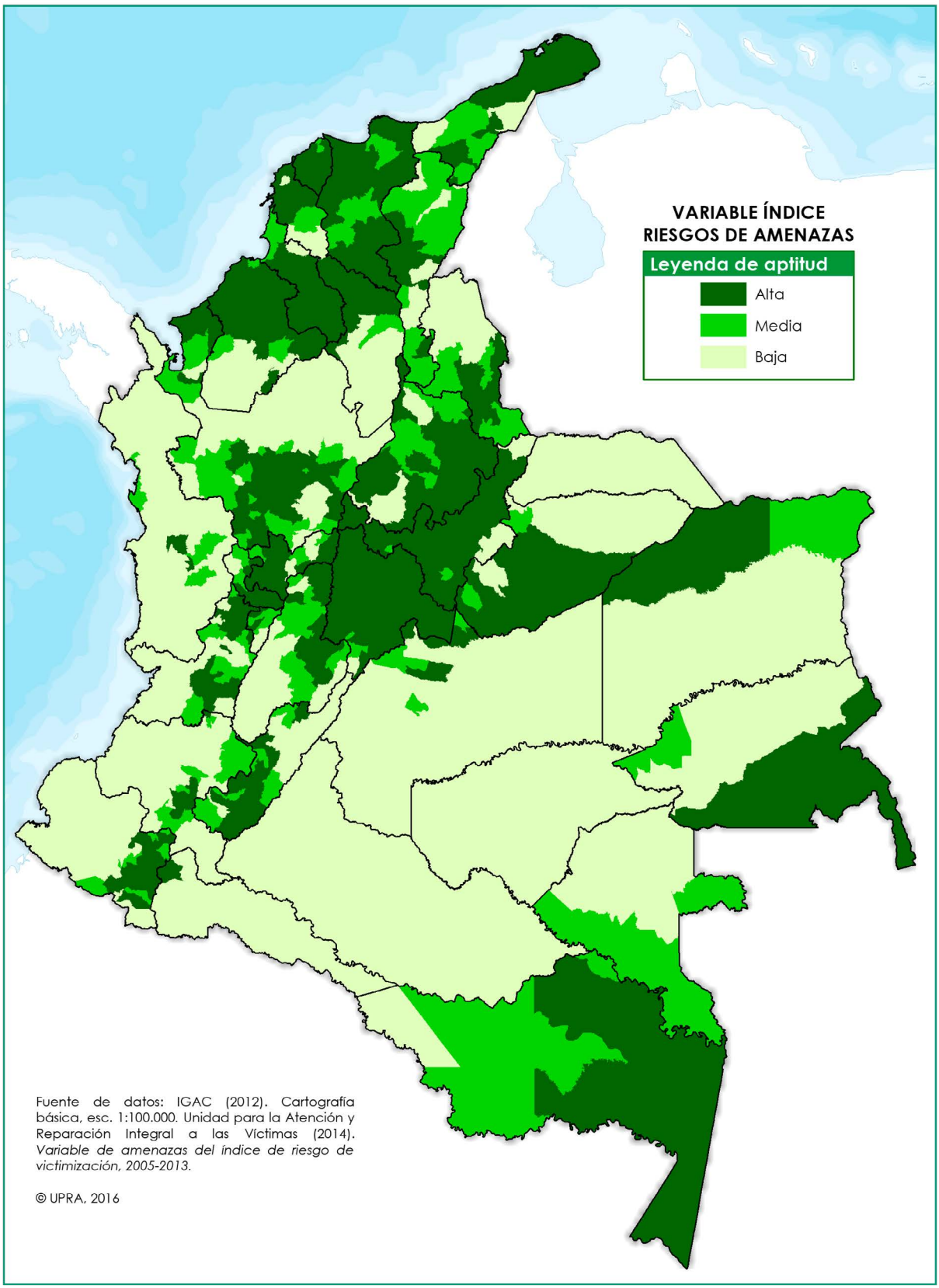
El IC, para esta variable en cualquier municipio, toma valores entre 0 y 1.

5. Clasificación de los municipios por aptitud.

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: aptitud alta (A1): Bajo y Medio Bajo); aptitud media (A2): Medio y aptitud baja (A3): Medio Alto y Alto.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA
CRITERIO SEGURIDAD CIUDADANA



FUENTES DE INFORMACIÓN

- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Unidad para la atención y reparación integral de las víctimas (2014). *Variable de amenazas del índice de riesgo de victimización 2005-2013.*

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 PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO		
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 la Ley 2a de 1959, tipo A: corresponde a los polígonos identificados como zonas tipo A de las zonas de Reserva Forestal Nacional.

DEFINICIÓN

Zonas en las cuales, por mandato legal, no se permite el desarrollo de actividades agrícolas productivas. Las siguientes zonas son excluidas del proceso de zonificación de aptitud: ecosistemas estratégicos (páramos), áreas protegidas (áreas del sistema nacional de parques nacionales naturales, parques naturales regionales, reservas forestales protectoras, zonas de preservación y recuperación para la preservación del AMEM), 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 dónde 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 la Ley 2a de 1959, zonas tipo A: las Zonas de Reserva Forestal Nacional (ZRFN) fueron creadas para el desarrollo de la economía forestal y protección de los suelos, las aguas y la vida silvestre, mediante la Ley 2a de 1959. Se compone de siete reservas forestales nacionales: ZRFN del Pacífico, ZRFN Central, ZRFN del río Magdalena, ZRFN de la Sierra Nevada de Santa Marta, ZRFN de la Serranía de Los Motilones, ZRFN del Cocuy y ZRFN de la Amazonia.

La zonificación adelantada por el 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.

VALOR DE PONDERACIÓN DEL CRITERIO

No aplica.

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.

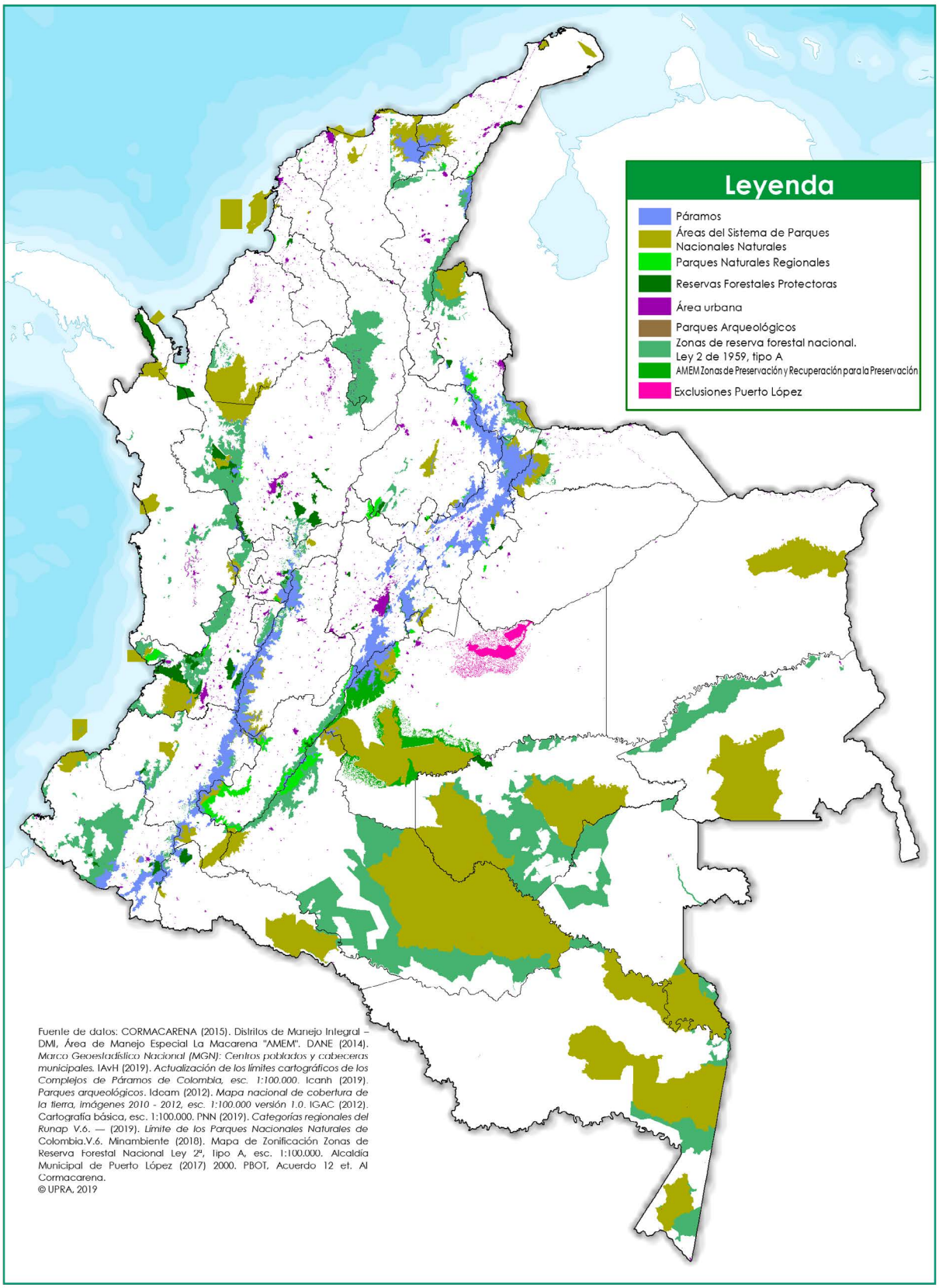
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

No aplica, por tratarse de una exclusión legal.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA

EXCLUSIONES LEGALES



Fuente de datos: CORMACARENA (2015). Distritos de Manejo Integral – DMI, Área de Manejo Especial La Macarena "AMEM". DANE (2014). *Marco Geoestadístico Nacional (MGN): Centros poblados y cabeceras municipales.* IAvH (2019). *Actualización de los límites cartográficos de los Complejos de Páramos de Colombia, esc. 1:100.000.* Icanh (2019). *Parques arqueológicos*. 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. 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.

© UPRA, 2019

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. Bogotá: IGAC.
- Minambiente. (2018). *Mapa de zonificación de Zonas de Reserva Forestal Nacional Ley 2ª, Tipo A, escala 1:100.000.*
- PNN. (2019). *Categorías regionales del Runap V.6*
- _. (2019). *Límite de los Parques Nacionales Naturales de Colombia V.6.*

4.1.1 Variable ecosistemas estratégicos (páramos)

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
CRITERIO ASOCIADO: EXCLUSIONES LEGALES		
VARIABLE: ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS (PÁRAMOS)		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Análisis jerárquico	
	Condicionante	
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	✓

DEFINICIÓN

Los ecosistemas estratégicos juegan un papel fundamental en el sostenimiento de procesos naturales, sociales, ecológicos o de otra índole; son prestadores de bienes y servicios ecológicos fundamentales, tales como la regulación del clima y de la humedad, la provisión de agua para el abastecimiento de la población, la generación de energía o el riego, el mantenimiento de climas y suelos adecuados para la producción de alimentos y materias primas o el mantenimiento del sistema natural de prevención de desastres o de control de plagas (Márquez, 2003).

La zonificación considera como ecosistemas estratégicos los páramos, por lo cual estas áreas deberán ser excluidas; las consideraciones legales para la exclusión están dadas por los siguientes instrumentos normativos:

El Consejo de Estado indica en la Providencia del 9 de marzo de 2015, que están absolutamente prohibidas las concesiones mineras, títulos mineros y actividades agropecuarias en los páramos colombianos; asimismo faculta al Gobierno para cerrar las actividades de explotación minera y agraria que se desarrollan en estos ecosistemas y que van su detrimento. Señala que «el objetivo central de las normas ambientales es subordinar el interés privado que representa la actividad económica al interés público o social que exige la preservación del ambiente».

La Providencia explicó que los Ministerios de Ambiente, Agricultura y Minas están obligados a iniciar programas de sustitución y capacitación ambiental o de reconversión para las actividades agropecuarias que se desarrollaban en los páramos, antes de la entrada en vigor de la Ley 1450 del 2011. Sin embargo, si alguna de dichas labores pone en riesgo el ecosistema, el Estado podrá expropiar el predio para buscar la restauración y conservación ambiental.

En los ecosistemas de páramos no se podrán adelantar actividades agropecuarias, ni de exploración o explotación de hidrocarburos y minerales. Para tales efectos se considera como referencia mínima la cartografía contenida en el «Atlas de páramos de Colombia» del Instituto Alexander von Humboldt (IAVH), hasta tanto se cuente con cartografía a escala más detallada (Ley 1450 de 2011, 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 piña híbrido MD-2, los ecosistemas estratégicos juegan un papel fundamental en el sostenimiento de procesos naturales, sociales y ecológicos; no solo son áreas de importancia natural, sino que cumplen otras funciones importantes para la sociedad a través de la prestación de bienes y servicios ecológicos fundamentales para el hombre, por lo que constituyen el máximo nivel de restricción al uso.

VALOR DE EXCLUSIÓN

No aplica, por tratarse de una exclusión legal (N2).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN

Las áreas delimitadas corresponden al complejo de páramos; abarca grandes extensiones que pueden incluir zonas con algún grado de aptitud. Se debe actualizar esta exclusión con la información resultante de las zonificaciones de los páramos o ajustes en las mismas, que adelanta el MADS con el IAVH.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA

CONDICIONANTES LEGALES

Fuente de datos: IAvH (2014). *Bosque seco tropical*. Ideam, (2008). *Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia a escala 1:500.000*. IGAC (2012). Drenaje doble construido a partir de cartografía básica, esc. 1:100.000. (2012), Cartografía básica, esc. 1:100.000.

© UPRA, 2019

Unidad de análisis	Polígonos de páramos
FUENTES DE INFORMACIÓN	

- IAVH. (2019). *Actualización de los límites cartográficos de los complejos de páramos, escala 1:100.000.*
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

4.1.2 Variable áreas protegidas

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
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 piña híbrido MD-2, 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).

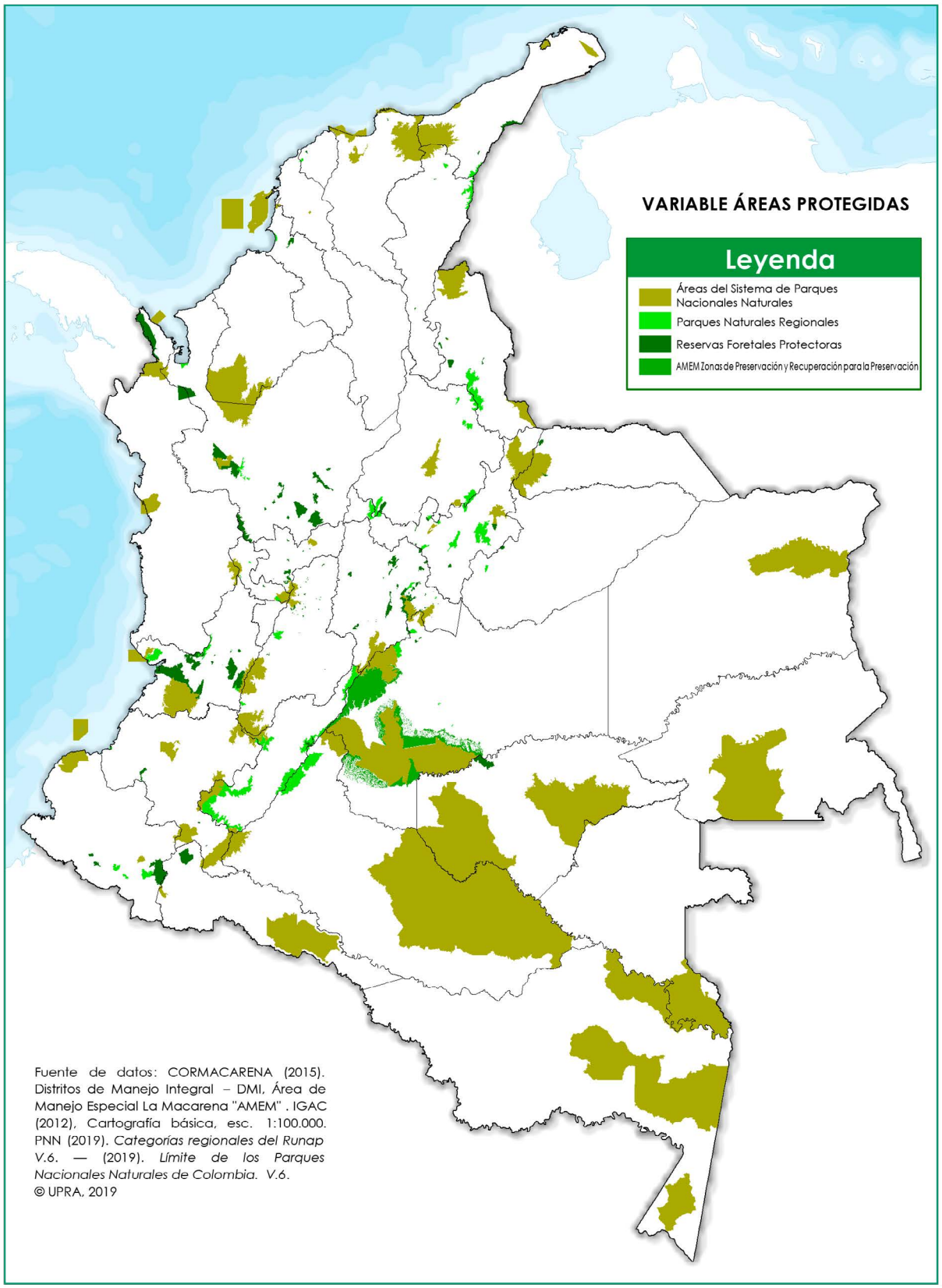
LIMITANTES DE EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La principal limitante para analizar las áreas protegidas está referida a su dinámica, ya que constantemente se están creando nuevas áreas. Sobre este aspecto, es necesario resaltar que dentro de los criterios condicionantes se evalúa la figura *«Zonas de protección y desarrollo de los recursos»* (tanto de carácter regional como nacional), en las cuales queda implícito que, en el futuro, es posible que una parte de estas pueda convertirse en un área protegida, lo cual implica que cambia de condicionante a exclusión legal. Lo anterior implica la necesidad de mantener actualizada la información cartográfica para que las exclusiones incluyan las nuevas áreas protegidas que se van creando.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA

EXCLUSIONES LEGALES



Fuente de datos: CORMACARENA (2015). Distritos de Manejo Integral – DMI, Área de Manejo Especial La Macarena "AMEM" . 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.*

© UPRA, 2019

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. Bogotá: IGAC.
- PNN. (2019). *Categorías regionales del Runap V.6.*
- _. (2019). *Límite de los Parques Nacionales Naturales de Colombia V.6.*

4.1.3 Otras áreas protegidas locales

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
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 piña híbrido MD-2, 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).

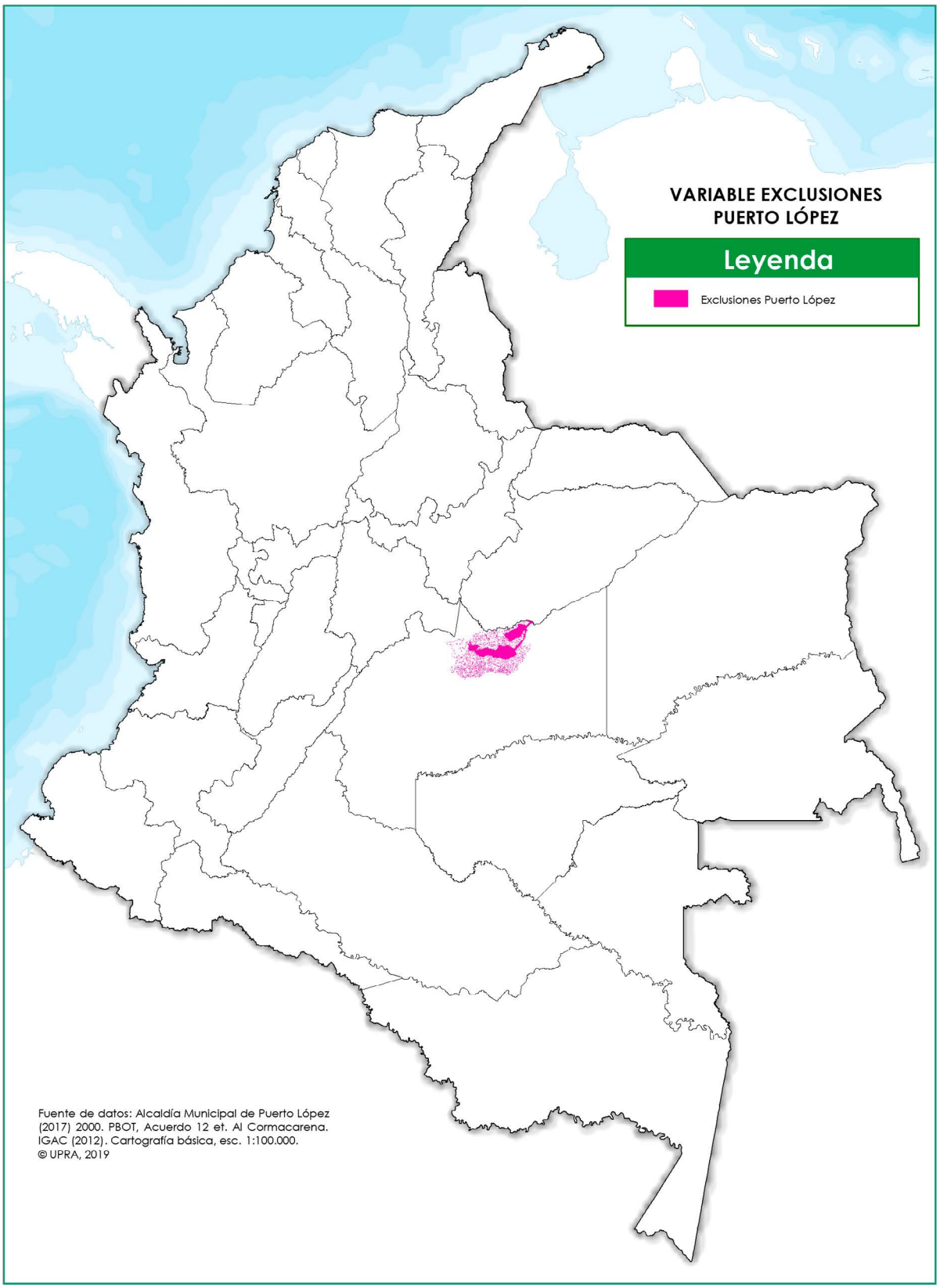
LIMITANTES DE EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La principal limitante para analizar las áreas protegidas está referida a su dinámica, ya que constantemente se están creando y definiendo nuevas áreas de conservación y protección. que se van creando.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA

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. Bogotá: IGAC.

4.1.4 Variable áreas urbanas

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
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.

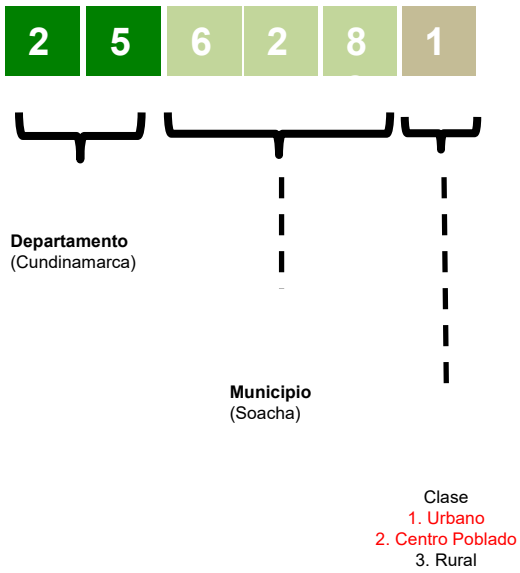
Ideam. 2012. Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2010-2012, escala 1:100.000 versión 1.0.

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)

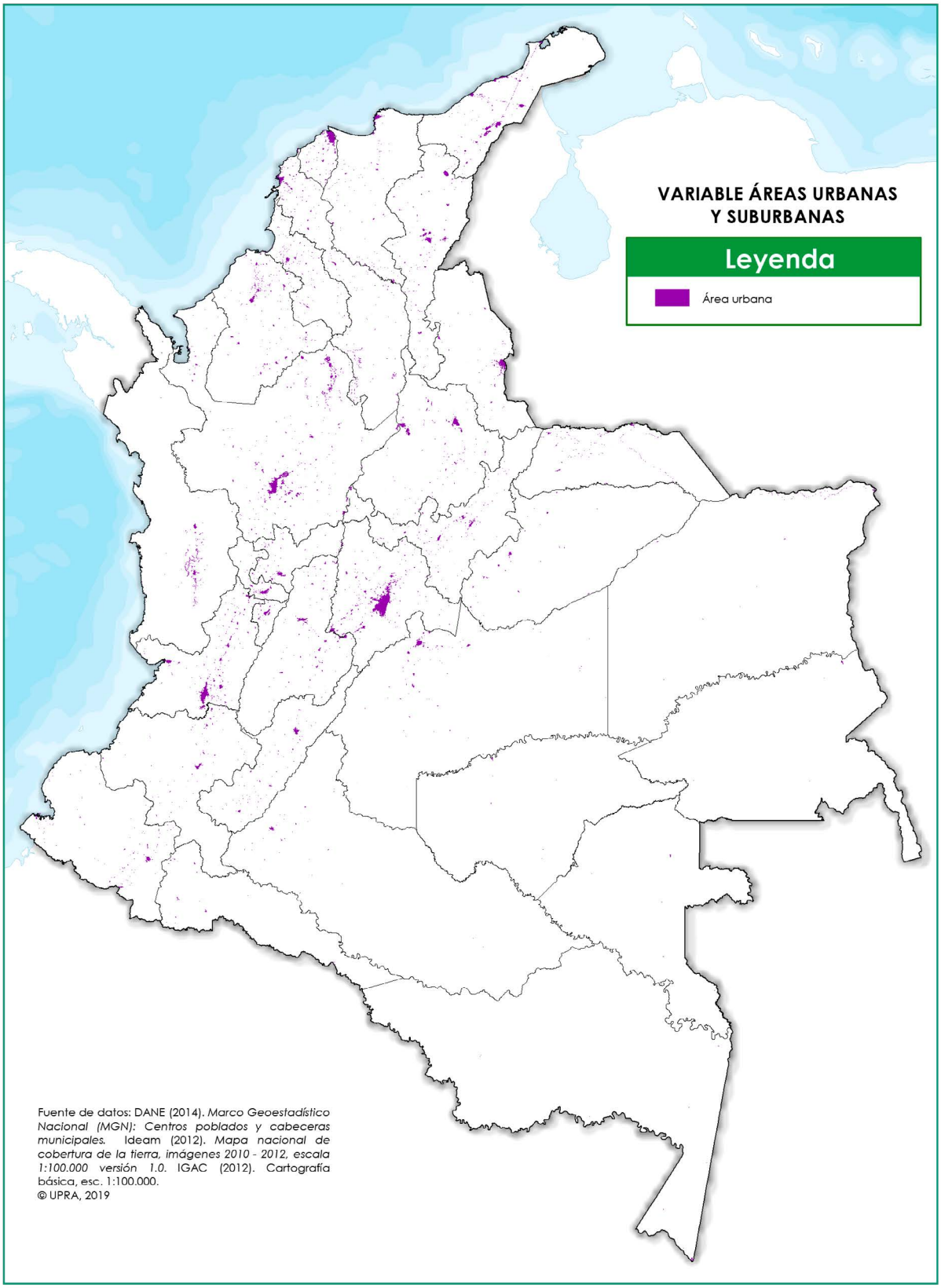
Los datos tomados del mapa de coberturas del Ideam corresponden a los polígonos clasificados como territorios artificializados.

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

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA

EXCLUSIONES LEGALES



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, escala 1:100.000 versión 1.0.* IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000.

© UPRA, 2019

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 LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
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
San Agustín	Mesitas
Hacienda El Carmen	Directa
Cerro El Volador	Directa
Alto de Los Ídolos	Directa
UPTC Tunja	Directa
Ciudad Perdida	Directa
	Área de influencia
Piedras Blancas	Directa

Parque Arqueológico	Zona
Tequendama	Directa
Alto de Las Piedras	Directa
El Abra	Directa
El Infiernito	Directa
La Lindosa	Raudal
	Nuevo Tolima
	Los Alpes
	Limoncillo
	Campanilla
	Cerro Azul
Serranía del Chibiriquete	Directa

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA

EXCLUSIONES LEGALES

FUENTES DE INFORMACIÓN

- 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 la Ley 2a de 1959, tipo A

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
CRITERIO ASOCIADO: EXCLUSIONES LEGALES		
VARIABLE: ZONAS DE RESERVA FORESTAL NACIONAL DE LA LEY 2a DE 1959, TIPO A		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Análisis jerárquico	
	Condicionante	
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	✓

DEFINICIÓN

Las Zonas de Reserva Forestal Nacional fueron creadas para el desarrollo de la economía forestal y protección de los suelos, las aguas y la vida silvestre, mediante la Ley 2ª de 1959. Se compone de siete Zonas Reservas Forestales Nacionales (ZRFN): ZRFN del Pacífico, ZRFN Central, ZRFN del río Magdalena, ZRFN de la Sierra Nevada de Santa Marta, ZRFN de la Serranía de Los Motilones, ZRFN del Cocuy y ZRFN de la Amazonia.

La zonificación adelantada por el 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 2a de 1959.

Resolución 1923 de 2013, mediante la cual se adopta la zonificación y ordenamiento de la Reserva Forestal de la Serranía de Los Motilones, establecida en la Ley 2a de 1959.

Resolución 1924 de 2013, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del río Magdalena, establecida en la Ley 2a de 1959.

Resolución 1925 de 2013, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Amazonía, establecida en la Ley 2a de 1959, para los departamentos de Caquetá, Guaviare y Huila.

Resolución 1926 de 2013, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del Pacífico, establecida en la Ley 2a de 1959.

Resolución 1275 de 2014, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del Cocuy, establecida en la Ley 2a de 1959.

Resolución 1276 de 2014, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Sierra Nevada de Santa Marta, establecida en la Ley 2a de 1959.

Resolución 1277 de 2014, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Amazonía, establecida en la Ley 2a de 1959, para los departamentos de Amazonas, Cauca, Guainía, Putumayo y Vaupés.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Para los propósitos de la zonificación, las zonas tipo A de las Zonas de Reserva Forestal Nacional son consideradas como determinantes ambientales de obligatorio cumplimiento de acuerdo con la normatividad nacional, por lo que constituyen el máximo nivel de restricción al uso.

VALOR DE EXCLUSIÓN DE LA VARIABLE

No aplica, por tratarse de una exclusión legal (N2).

LIMITANTES DE EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Las resoluciones que zonifican las Zonas de Reserva Forestal Nacional establecen que tanto en las zonas tipo A, B o C, se pueden adelantar procesos de sustracción de conformidad con la normatividad vigente. Como todas las áreas son susceptibles de solicitud de sustracción, es importante que, la información de sustracciones sea actualizada regularmente.

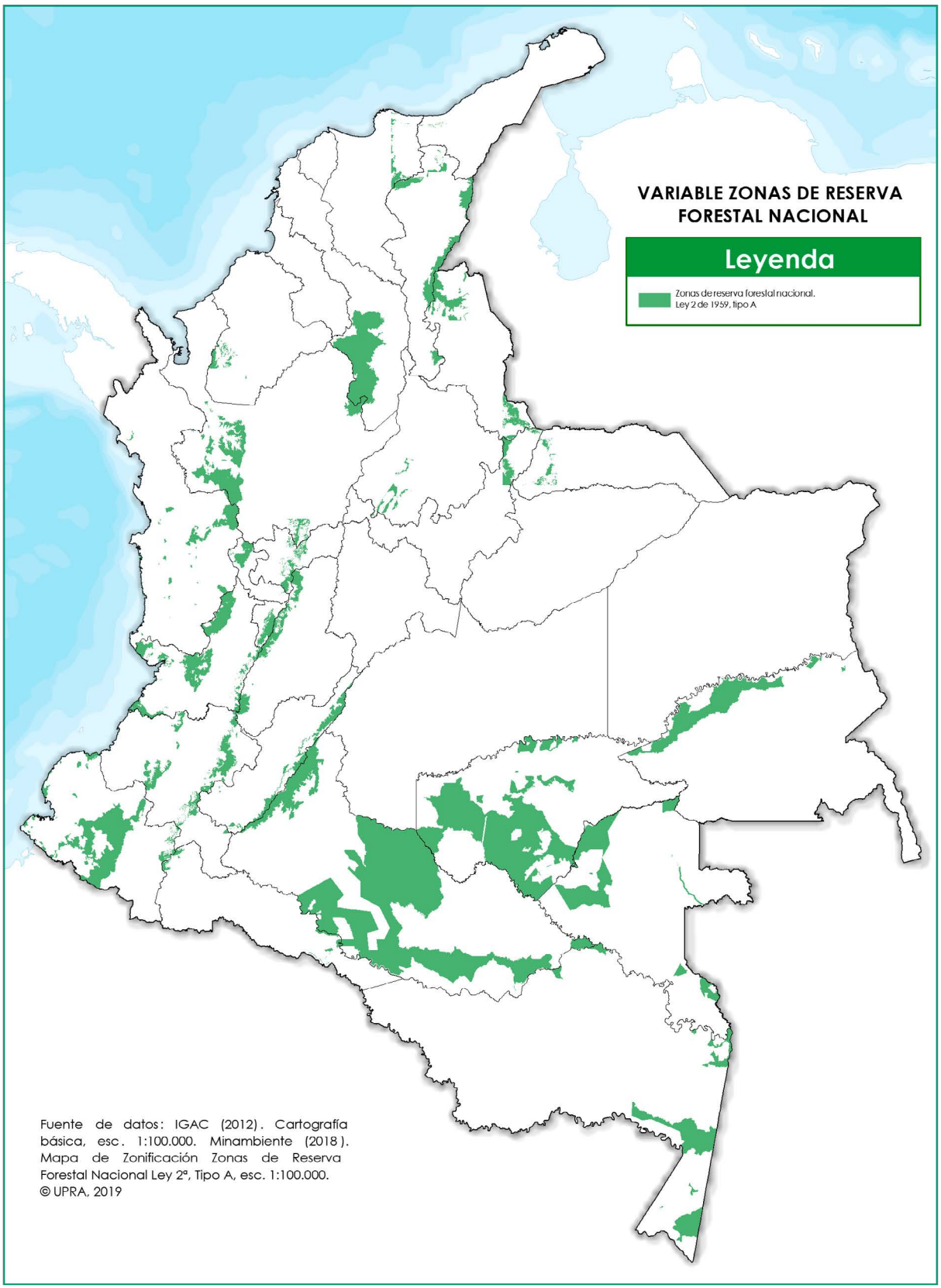
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para la generación de la información cartográfica se parte de las zonificaciones de cada una de las Reservas Forestales Nacionales de la Ley 2a de 1959 adelantadas por el MADS, donde se identifican las zonas tipo A.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA

EXCLUSIONES LEGALES



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Minambiente (2018). Mapa de zonificación de Zonas de Reserva Forestal Nacional Ley 2ª, Tipo A, escala 1:100.000.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

5 Fichas metodológicas de condicionantes legales

5.1 Criterio condicionantes legales

FICHA METODOLÓGICA DEL CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2	
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 piña híbrido MD-2.

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 que 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.

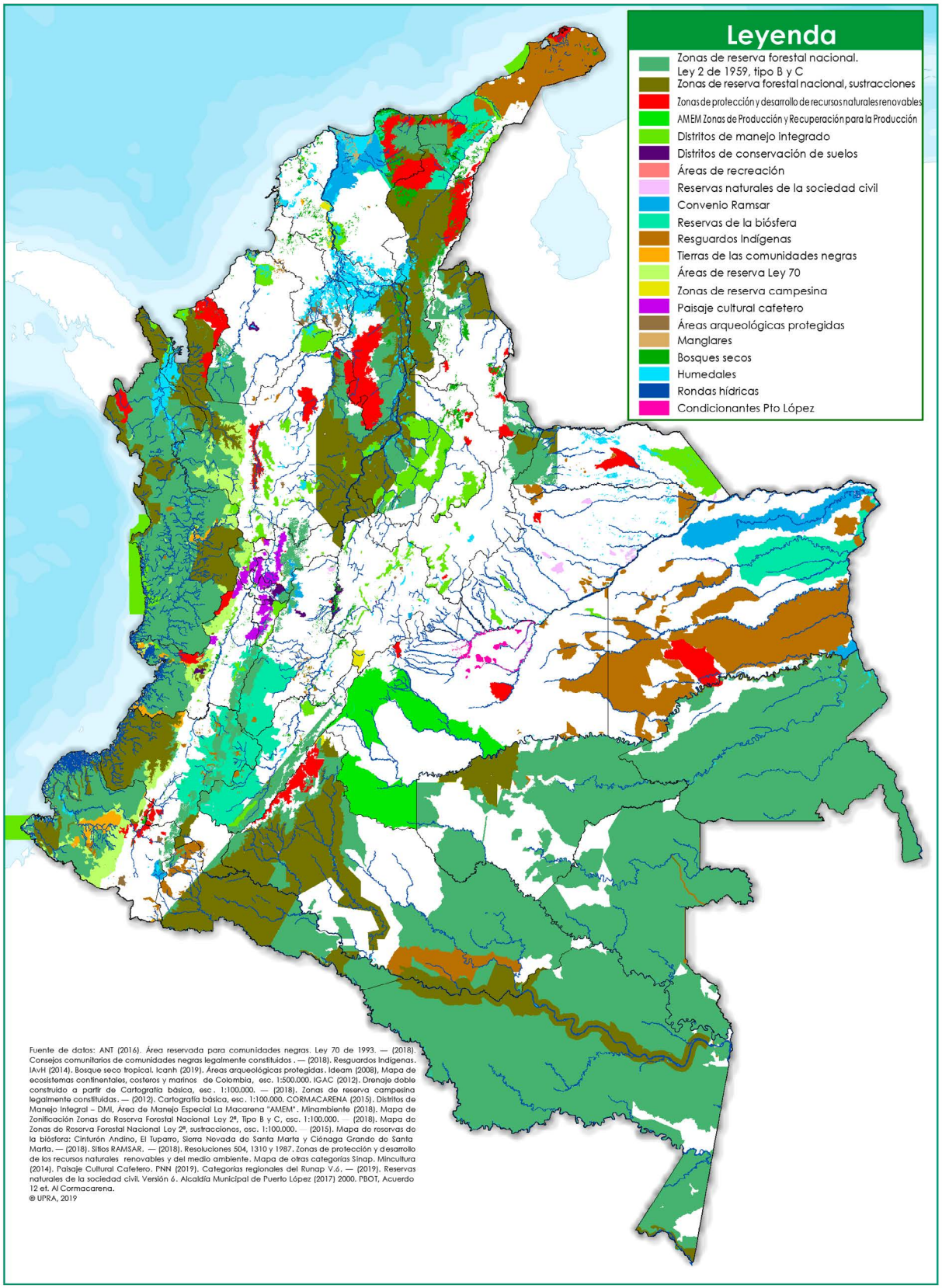
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

No aplican rangos para los condicionantes.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA

CONDICIONANTES 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). Drenaje doble construido a partir de Cartografía básica, esc. 1:100.000. — (2018). Zonas de reserva campesina legalmente constituidas. — (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000. CORMACARENA (2015). Distritos de Manejo Integral – DMI, Área de Manejo Especial La Macarena "AMEM". 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.

© UPRA, 2019

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 2ª Tipos B y C, escala 1:100.000.*
- _. (2018). *Mapa de zonas de Reserva Forestal Nacional Ley 2ª, sustracciones, escala 1:100.000*
- _. (2015). *Mapa de reservas de la biósfera: Ciénaga Grande de Santa Marta, Cinturón Andino, El Tuparro y Sierra Nevada de Santa Marta.*
- _. (2018). *Sitios Ramsar.*
- _. (2015). *Resoluciones 504, 1310 y 1987. Zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medio ambiente. Mapa de otras categorías Sinap.*
- Mincultura. (2014). *Paisaje Cultural Cafetero.*
- PNN. (2019). *Categorías regionales del Runap V. 6.*
- _. (2019). *Reservas naturales de la sociedad civil. Versión 6.*

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

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2	
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 piña híbrido MD-2. 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 piña híbrido MD-2.

Desde el punto de vista ambiental, el ecosistema de manglar reduce el impacto de las mareas depositando barro y formando pantanos donde se fijan los organismos. Igualmente, sirve como estabilizador de la línea costera ayudando en el control de erosión y constituye una barrera natural de amortiguamiento que protege a las costas de marejadas y vientos huracanados a manera de cortina rompevientos.

Económicamente, el manglar ha sido base de subsistencia de muchas comunidades a lo largo de las costas colombianas, quienes han utilizado su madera a pequeña escala y para uso local. Igualmente, del manglar es posible obtener alcohol, papel para envolver cigarrillos, colorantes, fibras sintéticas, incienso, palo de fósforos y pegamentos. La corteza de algunas especies se aprovecha para la extracción de taninos, químicos que facilitan el proceso de la curtiembre.

Por su parte, los humedales son ecosistemas estratégicos de gran importancia ecológica, ya que ofrecen una gran variedad de bienes y servicios a las comunidades aledañas. Estos ecosistemas han ido desapareciendo debido a diversos factores que alteran sus características físicas, biológicas y químicas, afectando así la flora y la fauna presente en ellos. El Decreto 1640 de 2012 plantea, en su artículo 2°, la existencia de ecosistemas de importancia estratégica para la conservación de recursos hídricos, entendiéndolos como aquellos que garantizan la oferta de servicios ecosistémicos relacionados con el ciclo hidrológico y, en general, con los procesos de regulación de disponibilidad del recurso hídrico en un área determinada.

La ronda hídrica se considera la faja paralela a las líneas de mareas máximas o al cauce permanente de ríos y lagos de hasta 30 m, las cuales son un bien inembargable e imprescriptible del Estado, excepto si existen derechos adquiridos (Decreto 2811 de 1974).

El Decreto 1449 de 1977 consagra en su artículo 3°, literal b, que los propietarios de predios rurales tienen la obligación de mantener cobertura boscosa en áreas forestales protectoras, dentro de las cuales define como tal una faja de terreno no inferior a 30 m de ancho, paralela a las líneas máximas de marea, a los lados de los cauces y alrededor de lagos o depósitos de agua.

El artículo 204 establece: «[...] *Se entiende por área forestal protectora la zona que debe ser conservada permanentemente con bosques naturales o artificiales, para proteger estos mismos recursos u otros naturales renovables. En el área forestal protectora debe prevalecer el efecto protector y solo se permitirá la obtención de frutos secundarios del bosque*». (Decreto 2811 de 1974).

La ronda, de conformidad con el artículo 10 de la Ley 388 de 1997, es una determinante ambiental que debe ser tenida en cuenta como norma de superior jerarquía por los municipios y distritos (Consulta No. 4120-E1-11525 del 7 de febrero de 2007 por el MADS).

El Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección del Medio Ambiente (Decreto 2811 de 1974), establece una regulación en términos de propiedad con relación a las zonas paralelas a los cauces permanentes. En el artículo 83, literal d, consagra que la faja paralela a las líneas de mareas máximas o al cauce permanente de ríos y lagos de hasta 30 m es un bien inembargable e imprescriptible del Estado, excepto si existen derechos adquiridos.

Por su parte, el Decreto 1449 de 1977 consagra en su artículo 3°, literal b, que los propietarios de predios rurales tienen la obligación de mantener cobertura boscosa en áreas forestales protectoras, dentro de las cuales define como tal una faja de terreno no inferior a 30 m de ancha, paralela a las líneas máximas de marea, a los lados de los cauces y alrededor de lagos o depósitos de agua. En este sentido, el Decreto 3600 de 2007, que regula sobre los determinantes para el ordenamiento del suelo rural, en su artículo 4° señala que las rondas hidráulicas hacen parte de la categoría de áreas de conservación y protección ambiental, 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

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA

CONDICIONANTES LEGALES

Fuente de datos: IAvH (2014). *Bosque seco tropical*. Ideam, (2008). *Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia a escala 1:500.000*. IGAC (2012). Drenaje doble construido a partir de cartografía básica, esc. 1:100.000. (2012), Cartografía básica, esc. 1:100.000.

© UPRA, 2019

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 LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
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 piña híbrido MD-2; aunque no prohíba la actividad como tal, sí genera un condicionamiento al posible uso de dichas áreas. Las consideraciones legales para esta variable se muestran a continuación:

Distritos de manejo integrado (DMI): de acuerdo con el artículo 14 del Decreto 2372 de 2010, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, son espacios geográficos en los que los paisajes y ecosistemas mantienen su composición y función, aunque su estructura haya sido modificada, y cuyos valores naturales y culturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su uso sostenible, preservación, restauración, conocimiento y disfrute.

Distritos de conservación de suelos (DCS): el Decreto 2372 de 2010, compilado por el Decreto 1076 de 2015 define que son espacios geográficos cuyos ecosistemas estratégicos, en la escala regional, mantienen su función, aunque su estructura y composición hayan sido modificadas; aportan esencialmente a la generación de bienes y servicios ambientales, cuyos valores naturales y culturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su restauración, uso sostenible, preservación, conocimiento y disfrute, por las restricciones debidas a su orientación de manejo para la recuperación de suelos alterados o degradados o la prevención de fenómenos que causen alteración o degradación en áreas especialmente vulnerables por sus condiciones físicas o climáticas o por la clase de utilidad que en ellas se desarrolla.

Áreas de recreación: conforme al artículo 15 del Decreto 2372 de 2010, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector Ambiental, son espacios geográficos en los que los paisajes y ecosistemas estratégicos en la escala regional mantienen la función, aunque su estructura y composición hayan sido modificadas, con un potencial significativo de recuperación, y cuyos valores naturales y culturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su restauración, uso sostenible, conocimiento y disfrute; por esa razón, esta categoría impone restricciones similares a las de los distritos de manejo integrado.

Zonas de producción y recuperación para la producción del AMEM: de acuerdo con el Decreto 1989 de 1989 *«Por el cual se declara Área de Manejo Especial La Macarena (AMEM), la Reserva Sierra de la Macarena, se clasifica y zonifica su territorio y se fijan sus límites reales»*, entre su zonificación se definen las siguientes zonas: a) recuperación para la producción occidente, b) preservación vertiente oriental, c) producción Ariari-Guayabero, d) recuperación para la preservación sur y e) recuperación para la producción sur.

Se consideran condicionantes:

DMI Macarena Norte

Zona de recuperación para la producción: áreas de uso de restauración y áreas de uso sostenible (áreas de uso para el desarrollo y áreas de uso para el aprovechamiento sostenible).

DMI Losada-Perdido

Zona de recuperación para la producción: áreas de uso de restauración para la preservación, áreas de uso de restauración para recuperación-rehabilitación y áreas de uso sostenible.

Reservas naturales de la sociedad civil (RNSC): hace referencia a la totalidad o una parte del área de un inmueble que conserve una muestra de un ecosistema natural y sea manejado bajo los principios de sustentabilidad en el uso de los recursos naturales y que, por la voluntad de su propietario, se destina para su uso sostenible, preservación o restauración con vocación de largo plazo (Decreto 2372 de 2010). Estas RNSC tienen una zonificación y un plan de manejo que deben ser previamente consultados, si se pretende desarrollar algún proyecto productivo dentro de esta zona.

Otras áreas protegidas: de acuerdo con el PBOT del municipio de Puerto López de 2017 y el Acuerdo 12 Cormacarena de 2012, se consideran como condicionantes las siguientes áreas: lagunas, zonas de amenaza y riesgo por inundación, zonas de amenaza y riesgos por deslizamientos y el resguardo Humapo-La Victoria.

Zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medioambiente: por medio de la Resolución 1628 de 2015 y de la Resolución 1814 de 2015 del 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 sí es posible desarrollar cultivo comercial de piña híbrido MD-2 o en las que por el contrario está prohibido el desarrollo de actividades productivas.

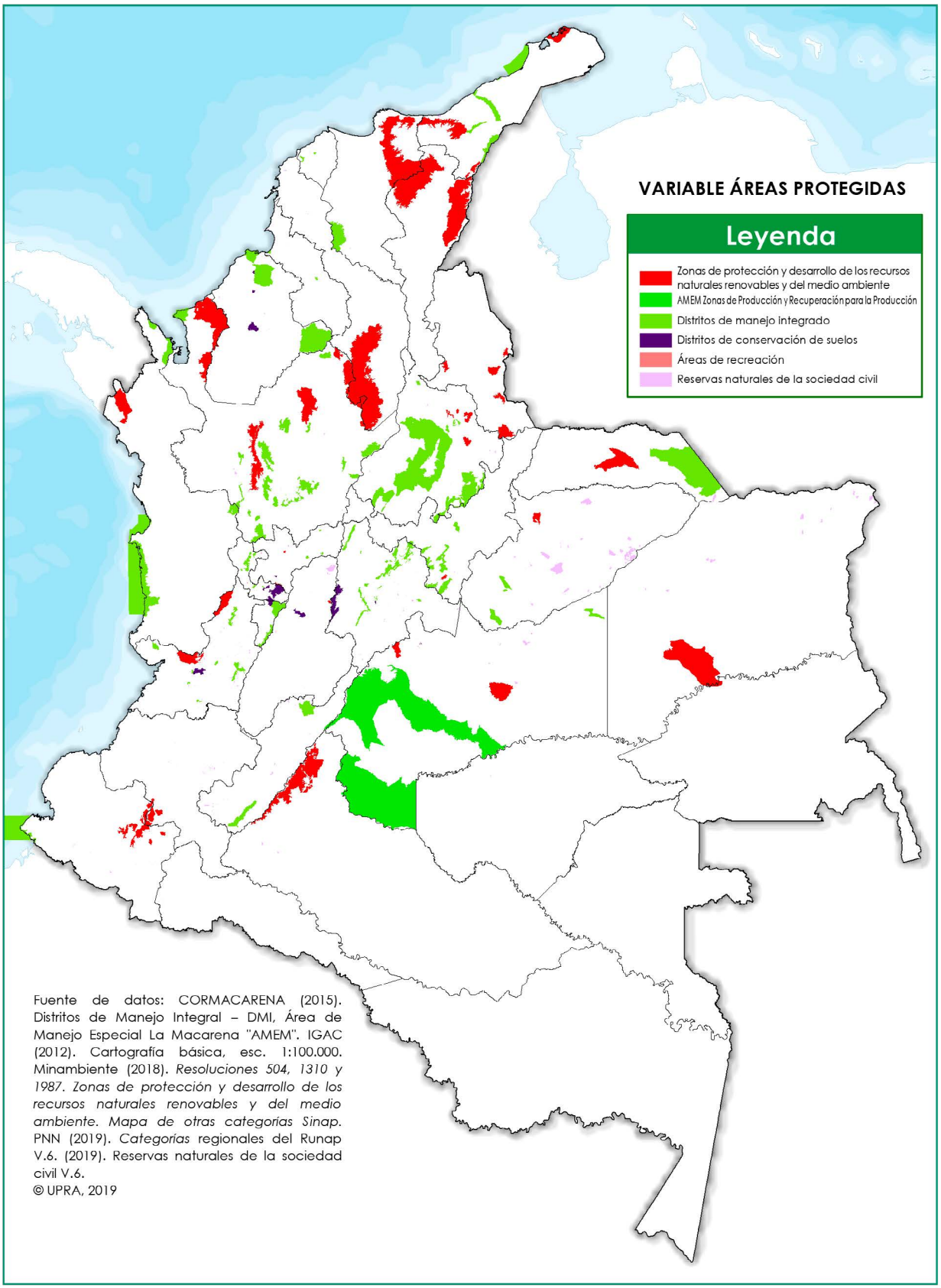
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

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

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA

CONDICIONANTES LEGALES



Fuente de datos: CORMACARENA (2015). Distritos de Manejo Integral – DMI, Área de Manejo Especial La Macarena "AMEM". 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.

© UPRA, 2019

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 LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2	
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).

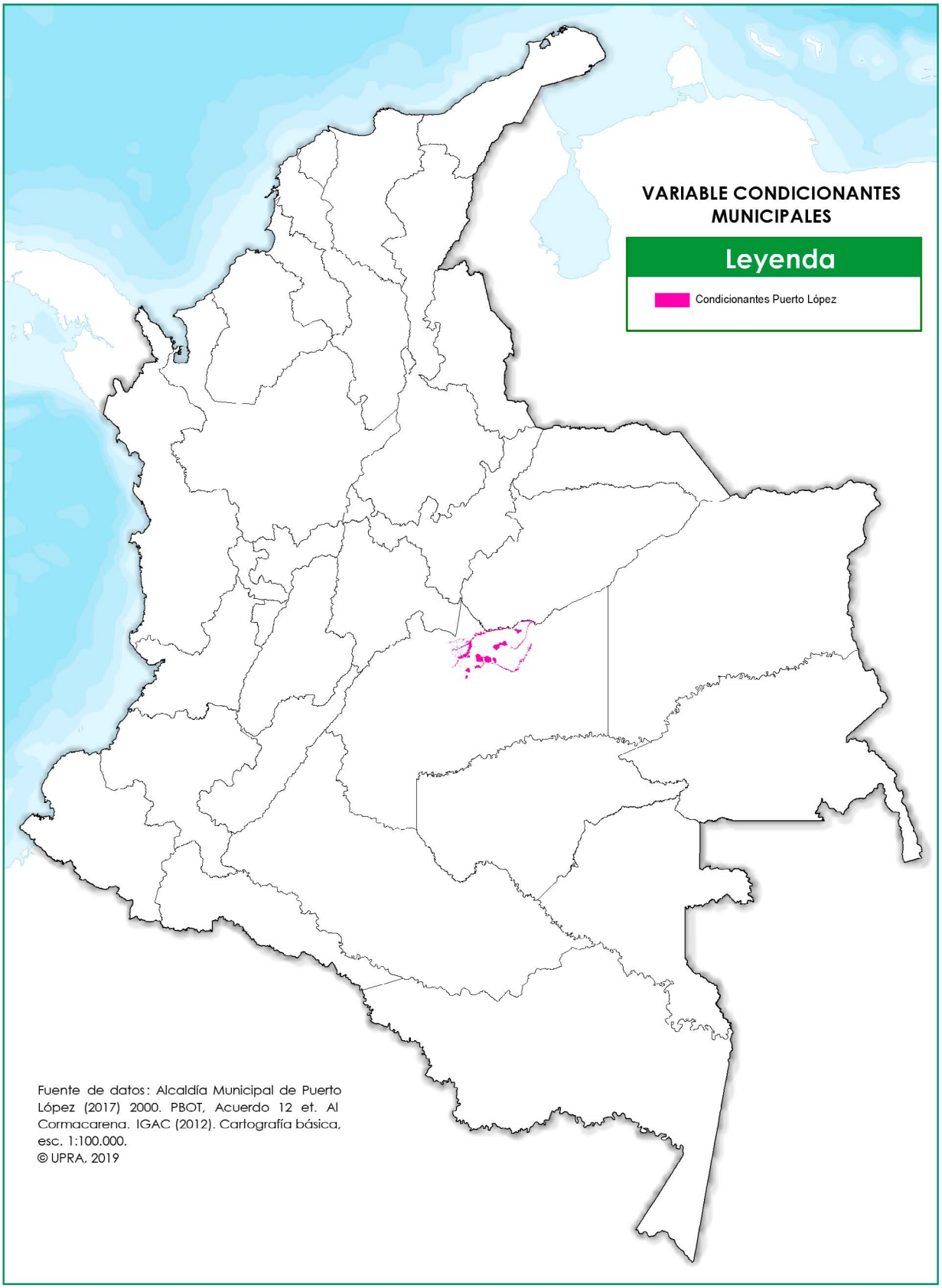
LIMITANTES DE EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La principal limitante para analizar las áreas protegidas está referida a su dinámica, ya que constantemente se están creando y definiendo nuevas áreas de conservación y protección que se van creando.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA

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. Bogotá: IGAC.

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

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2	
CRITERIO ASOCIADO: CONDICIONANTES LEGALES		
VARIABLE: ZONAS DE RESERVA FORESTAL NACIONAL DE LA LEY 2a DE 1959, TIPO B Y C		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Análisis jerárquico	
	Condicionante	✓
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	

DEFINICIÓN

Las Zonas de Reserva Forestal Nacional fueron creadas para el desarrollo de la economía forestal y protección de los suelos, las aguas y la vida silvestre, mediante la Ley 2ª de 1959. Se compone de siete reservas forestales nacionales (ZRFN): ZRFN del Pacífico, ZRFN Central, ZRFN del río Magdalena, ZRFN de la Sierra Nevada de Santa Marta, ZRFN de la Serranía de Los Motilones, ZRFN del Cocuy y ZRFN de la Amazonia.

Esta condicionante comprende las zonas B y C de la zonificación de las Zonas de Reserva Forestal Nacional. Las zonas son definidas de la siguiente manera:

Zona tipo B: zonas que se caracterizan por tener coberturas favorables para un manejo sostenible del recurso forestal mediante un enfoque de ordenación forestal integral y la gestión integral de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. (Resolución 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 impliquen la reducción de las áreas de bosque natural presentes en sus diferentes estados sucesionales. (Resolución MADS 1922 de 2013, que corresponde a la adopción de la zonificación de la Zona de Reserva Forestal Central).

Las zonificaciones se adoptaron mediante las siguientes resoluciones:

Resolución 1277 de 2014, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Amazonía, establecida en la Ley 2a de 1959, para los departamentos de Amazonas, Cauca, Guainía, Putumayo y Vaupés.

Resolución 1276 de 2014, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Sierra Nevada de Santa Marta, establecida en la Ley 2a de 1959.

Resolución 1275 de 2014, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del Cocuy, establecida en la Ley 2a de 1959.

Resolución 1926 de 2013, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del Pacífico, establecida en la Ley 2a de 1959.

Resolución 1925 de 2013, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Amazonía, establecida en la Ley 2a de 1959, para los departamentos de Caquetá, Guaviare y Huila.

Resolución 1924 de 2013, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del río Magdalena, establecida en la Ley 2a de 1959.

Resolución 1923 de 2013, mediante la cual se adopta la zonificación y ordenamiento de la Reserva Forestal de la Serranía de Los Motilones, establecida en la Ley 2a de 1959.

Resolución 1922 de 2013, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal Central, establecida en la Ley 2a de 1959.

En lo referente a las sustracciones de reserva forestal nacional, se facultó al 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° de la Ley 99 de 1993, en concordancia con el Decreto Ley 3570 de 2011).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Para los propósitos de los ejercicios de zonificación, las reservas forestales de la Ley 2a de 1959, permiten identificar aquellas zonas que, independientemente de la categoría de aptitud, requieren de un análisis complementario de tipo legal, social, cultural y/o ambiental para el desarrollo y establecimiento de cultivo comercial de piña híbrido MD-2.

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.

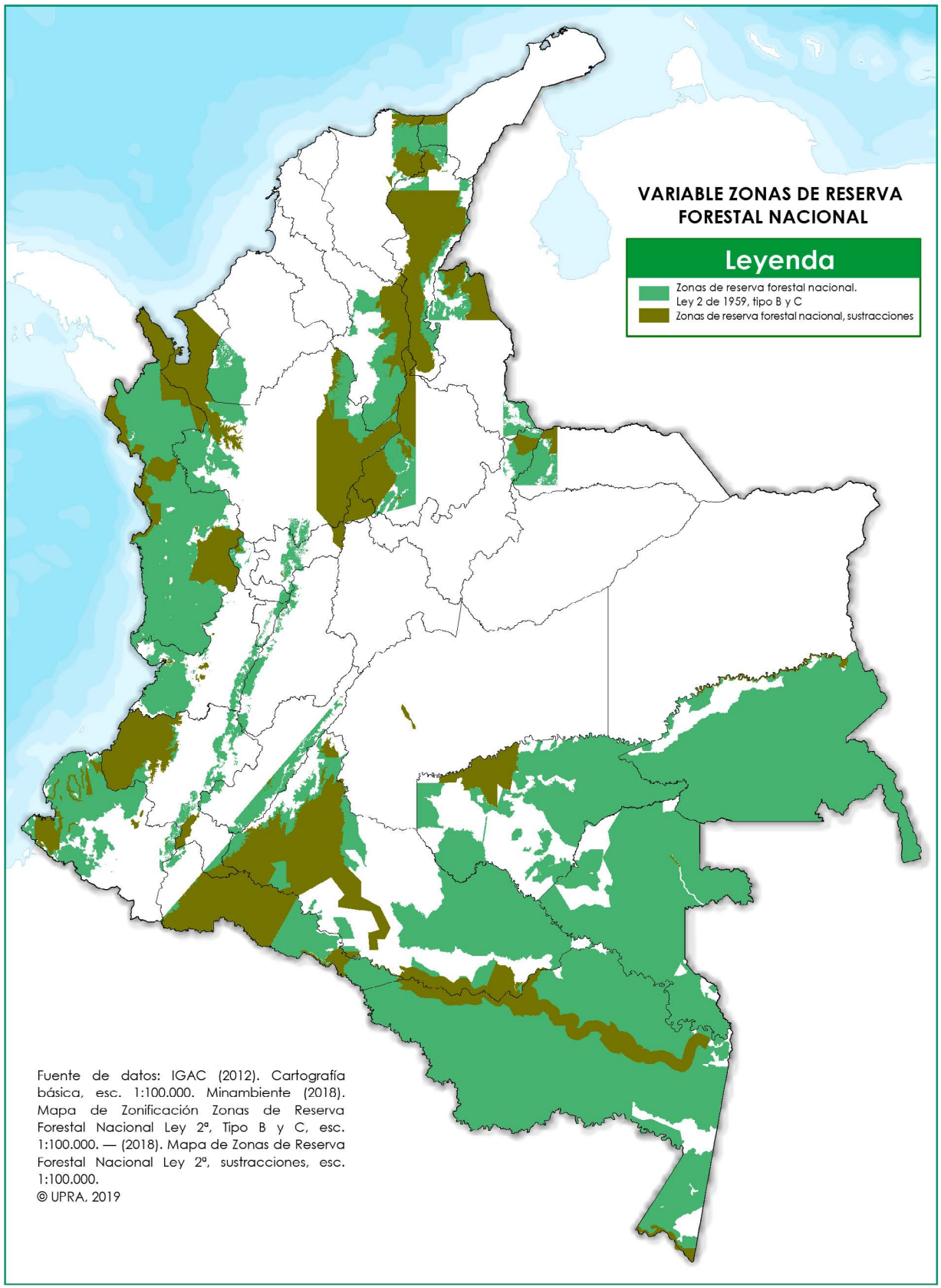
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para la generación de la información cartográfica se parte del mapa de Reservas Forestales Nacionales de la Ley 2a de 1959, identificando las zonas tipo B y C y del análisis cartográfico del mapa de sustracciones de Reserva Forestal Nacional de la Ley 2a de 1959 oficial del MADS.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA

CONDICIONANTES LEGALES



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

Unidad de análisis	Polígonos correspondientes las ZRFN y sustracciones de Reserva Forestal Nacional, tipos B y C
FUENTES DE INFORMACIÓN	

- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Minambiente (2018). *Mapa de zonificación de Zonas de Reserva Forestal Nacional de la Ley 2ª, Tipos B y C, escala 1:100.000.*
- _. (2012). *Mapa de sustracciones de reservas forestales nacionales de la Ley 2ª, escala 1:100.000.*
- _. (2018). *Mapa de zonas de Reserva Forestal Nacional Ley 2ª, sustracciones, escala 1:100.000.*

5.1.5 Variable distinciones internacionales

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
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°), así como a fomentar la conservación de los humedales y de las aves acuáticas creando reservas naturales en aquellos (artículo 4°).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Permite identificar áreas donde el establecimiento y el desarrollo del cultivo deben ser analizados en mayor detalle para identificar la compatibilidad de estos ecosistemas de importancia internacional.

VALOR DE EXCLUSIÓN DE LA VARIABLE

No aplica, por tratarse de un condicionante legal (C1).

LIMITANTES DE EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La delimitación de las Reservas de la Biosfera no representa una identidad ecosistémica, sino los vértices de polígonos, por lo cual se incorporan áreas en diferentes niveles de valores ecosistémicos; teniendo en cuenta lo anterior, no toda el área tiene la misma importancia ecosistémica y la restricción en su interior ha de estudiarse con mayor detalle.

Por este motivo requieren estudios adicionales que deben ser analizados en conjunto con las autoridades ambientales competentes. De esta forma, las áreas bajo distinción internacional podrán ser reclasificadas en la zonificación, dependiendo del nivel de conocimiento que se tenga en el futuro o de aclaración de determinantes ambientales que puedan ser incluidos en la evaluación.

Las áreas definidas por su importancia biológica, y el compromiso internacional adquirido y ratificado por el país para la protección y conservación de la biodiversidad, así como la preexistencia de comunidades humanas, que representan un patrimonio étnico de interés para el país, cuyos principios de vida, cultura y relacionamiento con el entorno natural, han de respetarse para no ponerse en riesgo. En estos lugares, la producción comercial ha de proceder a través de mecanismos de consulta, precaución u otros que determine la legislación colombiana.

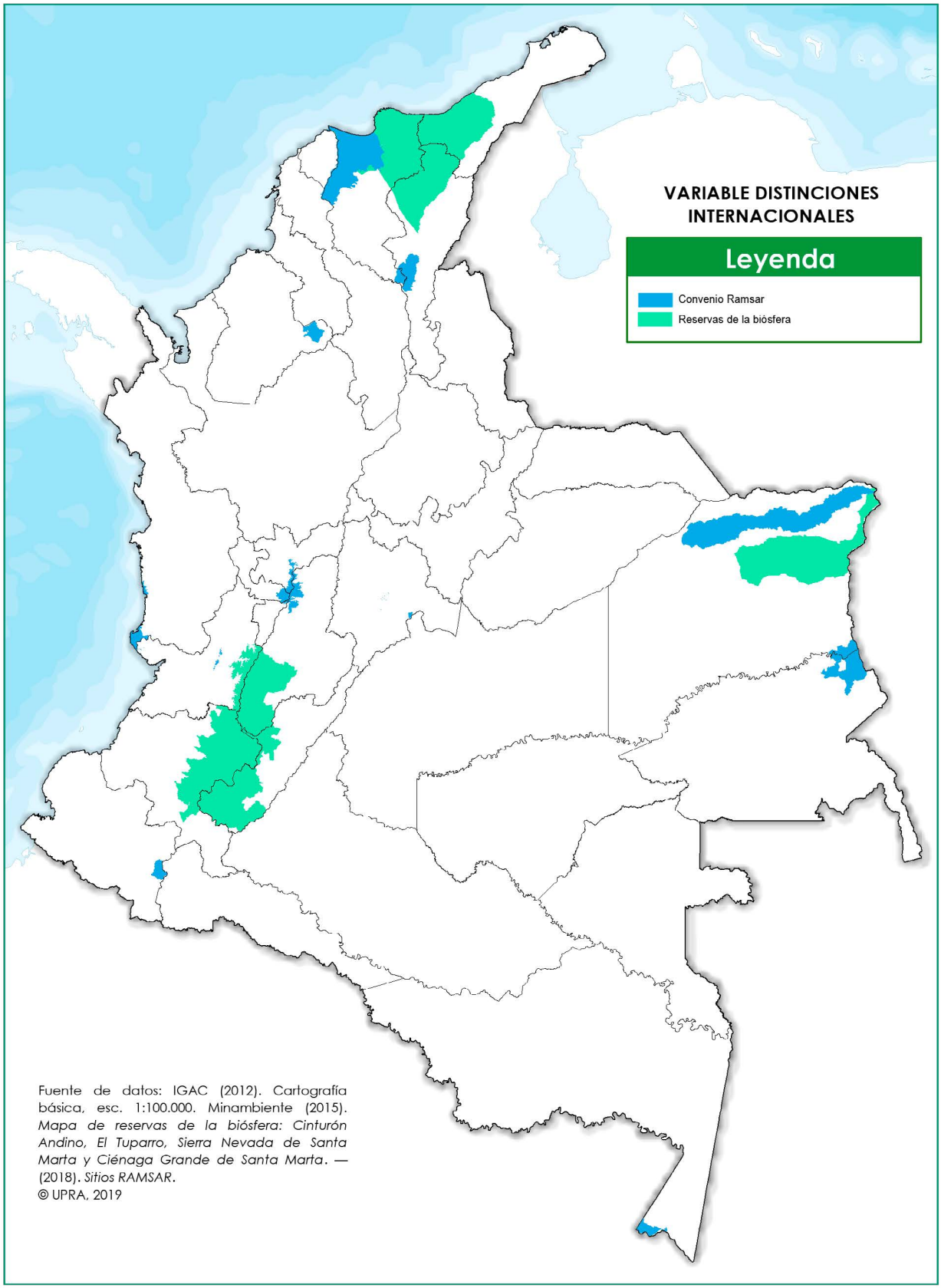
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

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

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA

CONDICIONANTES LEGALES



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

Unidad de análisis	Humedales Ramsar y Reservas de la Biósfera, de acuerdo con las fuentes de información oficial
FUENTES DE INFORMACIÓN	

- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Minambiente. (2015). *Mapa de reservas de la biosfera: Ciénaga Grande de Santa Marta, Cinturón Andino, El Tuparro y Sierra Nevada de Santa Marta.*
- _. (2018). *Sitios Ramsar.*
- Organización de la Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco). (1994). Convención relativa a los humedales de importancia internacional especialmente como hábitat de aves acuáticas (Convenio de Ramsar). París: Unesco. Recuperado de: <http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/current_convention_text_s.pdf>

5.1.6 Variable áreas de interés cultural y social

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA HÍBRIDO MD-2**	
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 tienen 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

1. Información.

ANT. 2018. Resguardos Indígenas legalmente constituidos.

ANT. 2018. Consejos comunitarios legalmente constituidos.

Icanh. 2019. Áreas Arqueológicas Protegidas.

IGAC. 2012. Cartografía básica, escala 1:100.000.

IGAC. 2018. Zonas de reserva campesina legalmente constituidos.

Mincultura. 2014. Paisaje Cultural Cafetero.

2. Precisiones de la información.

La información espacializada corresponde a la cartografía expedida por la fuente oficial a la fecha en que esta fue suministrada a la UPRA, por lo cual es posible que existan nuevas áreas que cuenten con acto administrativo vigente, pero que a la fecha no hayan sido incorporadas al sistema de información geográfica de la entidad emisora.

A continuación se precisa información sobre las características de las figuras incorporadas:

- Tierras de las comunidades negras.

En los departamentos de Chocó, Nariño, Cauca y Valle del Cauca se ubican el 95 % de los territorios de comunidades negras, de los cuales el 54 % se encuentran en el Chocó, cifra que equivale a 3.065.265 ha y que abarca casi la totalidad de las subregiones Pacífico Sur y San Juan. Nariño es el segundo departamento con mayor proporción de territorio bajo, esta figura con 1.206.257 ha, seguido del Cauca y Valle del Cauca con 713.445 ha y 447.828 ha, respectivamente. Sin embargo, en departamentos como La Guajira, Magdalena, Antioquia y Bolívar, también se reportan Consejos Comunitarios de extensiones que no superan las 500 ha.

Los Consejos Comunitarios más extensos del país se ubican en los municipios de Riosucio (Chocó) y Buenaventura (Valle del Cauca), los cuales abarcan entre 422 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 ha a nivel nacional y abarca parte de los departamentos de Caldas, Risaralda, Valle del Cauca, Quindío, Antioquia y Chocó. En 19 de los 27 municipios del departamento de Caldas hay Paisaje cultural cafetero, el cual representa el 35 % del total del área la figura, esto equivale a 124.250 ha aproximadamente. Por otra parte, en Risaralda y Quindío hay cerca de 149.000 ha declaradas, mientras que en el Valle del Cauca su extensión es de alrededor de 80.000 ha.

En los departamentos de Antioquia y Chocó se encuentra que el Paisaje cultural cafetero no supera las 50 ha. En el primer caso, este se reporta únicamente en el municipio de Caramanta (43 ha), y en el segundo caso, los municipios de San José del Palmar y Litoral del San Juan suman poco más de 30 ha.

- Áreas Arqueológicas Protegidas.

Se identifican 16 áreas arqueológicas protegidas, que incluyen zonas directas e indirectas, así:

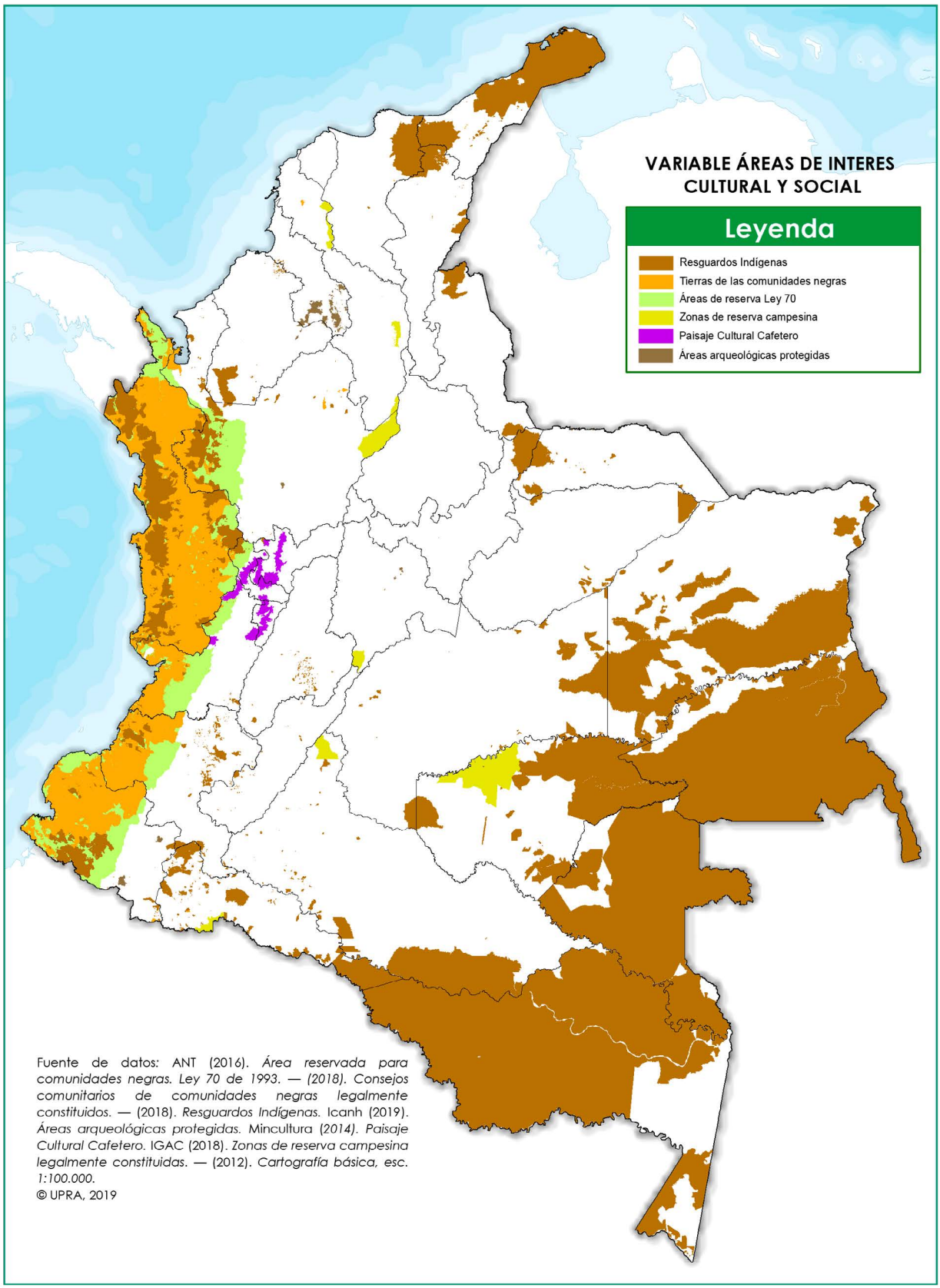
Áreas Arqueológicas Protegidas	Zona
Santa María de la Antigua del Darién	Directa
El Salado	Directa
Pueblito	Directa
La Lindosa	Raudal
	Pizarra
	Nuevo Tolima
	Los Túneles
	Los Alpes
	Limoncillo
	Campanilla
	Cerro Azul
Las Salinas	Directa
	Área de influencia
Piedras Blancas	Directa

Áreas Arqueológicas Protegidas	Zona
Piedras del Tunjo	Directa
UPTC Tunja	Directa
Pupiales	Directa
	Área de influencia
Tequendama	Directa
La Mojana	Directa
El Abra	Directa
El Infiernito	Directa
Arboleda	Directa
	Área de influencia
Mongua	Directa
	Área de influencia
Valle alto del río Checua	Directa
	Área de influencia

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIÑA

CONDICIONANTES LEGALES

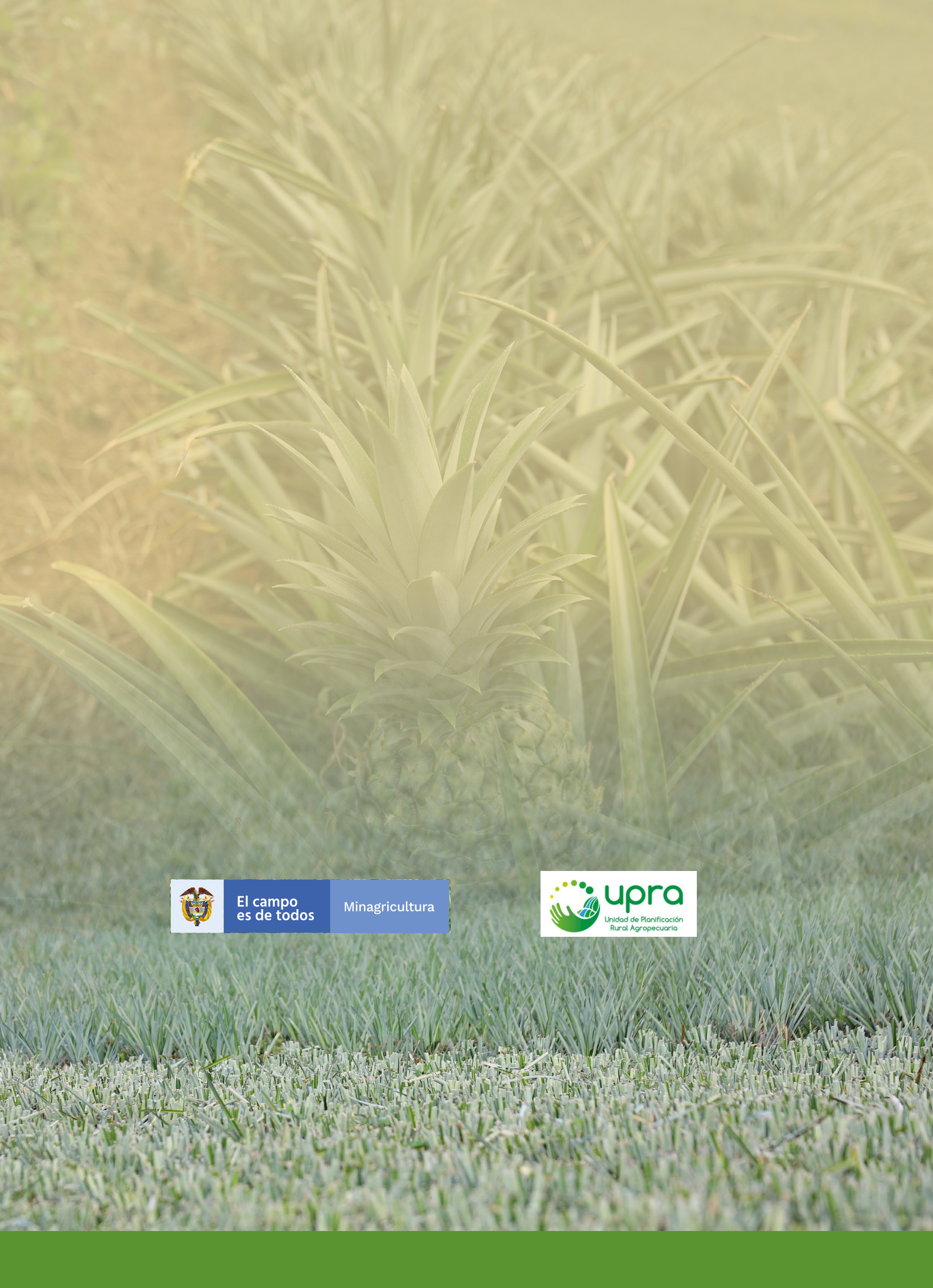


Fuente de datos: ANT (2016). *Área reservada para comunidades negras. Ley 70 de 1993. — (2018). Consejos comunitarios de comunidades negras legalmente constituidos.* — (2018). *Resguardos Indígenas.* Icanh (2019). *Áreas arqueológicas protegidas.* Mincultura (2014). *Paisaje Cultural Cafetero.* IGAC (2018). *Zonas de reserva campesina legalmente constituidas.* — (2012). *Cartografía básica, esc. 1:100.000.*

© UPRA, 2019

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Agencia Nacional de Tierras (ANT). (2018). *Resguardos Indígenas 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.*


El campo
es de todos
Minagricultura
upra
Unidad de Planificación
Rural Agropecuaria