El campo es de todos

Minagricultura

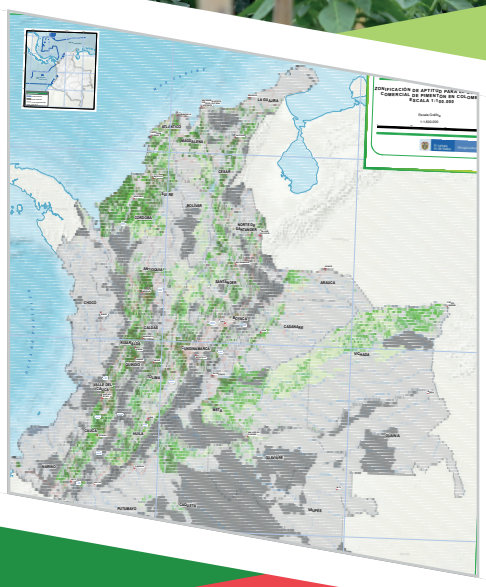
Cultivo comercial de pimentón

Identificación de zonas aptas en Colombia

Escala 1:100.000











upra
Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PIMENTÓN EN COLOMBIA

A ESCALA 1:100.000



Iván Duque Márquez
Presidente de la República de Colombia

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural

Rodolfo Enrique Zea Navarro
Ministro de Agricultura y Desarrollo Rural

Juan Gonzalo Botero Botero
Viceministra 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
Juan Antonio Gómez Blanco
Luis Eduardo García Castellanos
Pedro David Porras Rodríguez
Julio David Ramos Rodríguez
Adriana Marcela Porras Rey
Fabiola del Carmen Enciso Enciso
Claudia Patricia Acosta Latorre
Jaime Ernesto Lozano Martínez

Compiladores

Yesid Yucumá Castillo
Pedro David Porras Rodríguez
Sandra Inés Restrepo Sánchez
Representación cartográfica
Luz Mery Gómez Contreras
Fernando Antonio Castillo Jiménez
Edward Alejandro Moreno Bojacá
Jaime Andrés Unriza Vargas
Nancy Milena Alarcón Fernández
David Leonardo Cifuentes López

Corrección de texto y estilo, diseño y diagramación

Imprenta Nacional de Colombia

Fotografías

Banco de imágenes de la UPRA

Andrés Eduardo Paz Duarte

Este documento es propiedad de la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA). Prohibida su reproducción total y su uso con fines comerciales sin autorización expresa de la UPRA. Cítese así: Siachoque, R., Otero, J., Páramo, G., García, E., Gómez, J., García, L., Porras, P., … Lozano, J. (2019). *Cultivo comercial de pimentón. Identificación de zonas aptas en Colombia, escala 1:100.000.* Bogotá: UPRA.

Elaborado en 2019.

© UPRA, 2020

ISBN: 978-958-5552-58-6



Tabla de contenido

Índice de tablas **7**

Índice de figuras **9**

Lista de abreviaturas, acrónimos y siglas **11**

Lista de símbolos **14**

Glosario **16**

Resumen **18**

Introducción **20**

1. Antecedentes **24**

1.1 Antecedentes sobre la zonificación del cultivo de pimentón en Colombia 24

1.2 Contexto sectorial 24

1.2.1 El cultivo de pimentón 24

1.3 Contexto mundial 33

1.3.1 Dinámica de los mercados a nivel global 33

1.4 Contexto nacional 36

1.4.1 Importancia económica 36

1.4.2 Caracterización de los sistemas de producción 37

1.4.3 Principales zonas de producción de pimentón en Colombia 38

1.4.4 Dinámica del mercado nacional 40

1.4.5 Descripción de la cadena 40

1.4.6. Importancia ambiental 41

1.5 Marco político 43

1.6 Marco normativo 43

1.7 Alcances y limitaciones 46



2. Marco conceptual 48

3. Marco metodológico 52

3.1. Definición del TUT..... 54

3.2. Criterios de análisis jerárquico 55

3.2.1. Criterios físicos 55

3.2.2. Criterios socioecosistémicos 59

3.2.3. Criterios socioeconómicos 62

3.3. Rangos de aptitud y exclusiones técnicas..... 67

3.4. Exclusiones legales y condicionantes legales..... 73

3.5. Análisis multicriterio..... 82

3.5.1. Proceso analítico jerárquico..... 82

3.5.2. Matriz del proceso analítico jerárquico 83

3.6. Análisis espacial y modelo cartográfico 86

3.7. Proceso de validación de los mapas 88

3.7.1. Socialización con los actores de la cadena productiva del pimentón. 88

3.7.2. Validación en campo 89

4. Resultados 92

5. Conclusiones 101

6. Referencias bibliográficas..... 105

7. Anexo..... 109



Índice de tablas

Tabla 1	Principales países productores de pimentón y ají en los años 2016 y 2017	33
Tabla 2	Exportaciones mundiales de frutas frescas o refrigeradas del género Capsicum (pimentón y ají) entre el 2012 y el 2018	34
Tabla 3	Importaciones mundiales de frutas frescas o refrigeradas del género Capsicum (pimentón y ají) entre el 2012 y el 2018	34
Tabla 4	Balanza comercial de pimentón y ají en Colombia (2011-2015)*.	36
Tabla 5	Exportaciones colombianas de pimentón y ají entre 2011 y 2015 (miles de USD)	36
Tabla 6	Área (ha), producción (t) y rendimiento (t/ha) del cultivo de pimentón en Colombia entre el 2013 y el 2017	37
Tabla 7	Área cosechada (ha) de pimentón por departamentos entre el 2013 y el 2017	38
Tabla 8	Evolución de la producción de pimentón (t) por departamento, entre el 2009 y el 2015	39
Tabla 9	Comparación entre el área sembrada y el rendimiento de pimentón por departamento entre el 2013-2017	40
Tabla 10	Participación del área del cultivo de pimentón y de las explotaciones según tamaño de la finca	40
Tabla 11	Marco de políticas y lineamientos relacionados con la zonificación de aptitud del cultivo comercial de pimentón en Colombia	43
Tabla 12	Normograma para la zonificación de aptitud del cultivo comercial de pimentón en Colombia	44
Tabla 13	Criterio y variables del subcomponente climático	56
Tabla 14	Criterios y variables del subcomponente edáfico	56
Tabla 15	Variables del subcomponente fitosanitario	59
Tabla 16	Criterios y variables del componente socioecosistémico	61
Tabla 17	Criterios y variables del componente socioeconómico	65
Tabla 18	Categorías para la zonificación de aptitud de cultivos comerciales	67
Tabla 19	Rangos de aptitud definidos desde el componente físico	68



Tabla 20 Rangos de aptitud definidos desde el componente socioecosistémico 75

Tabla 21 Rangos de aptitud definidos desde el componente socioeconómico 76

Tabla 22 Exclusiones legales 75

Tabla 23 Condicionantes legales 78

Tabla 24 Escala de preferencia o importancia dentro del proceso analítico jerárquico 82

Tabla 25 Esquema de la matriz de comparación a nivel criterio 83

Tabla 26 Matriz de evaluación multicriterio del componente biofísico para la zonificación de aptitud del cultivo comercial de pimentón 84

Tabla 27 Matriz de evaluación multicriterio del componente socioeconómico para la zonificación de aptitud del cultivo comercial de pimentón 85

Tabla 28 Matriz de paso para la comparación de aptitud de los componentes biofísico y socioeconómico 85

Tabla 29 Área según categorías de aptitud para el cultivo de pimentón en Colombia 92

Tabla 30 Áreas aptas por departamento para el cultivo de pimentón en Colombia (ha) 94

Tabla 31 Departamentos con las mayores áreas de aptitud alta (A1) para el cultivo de pimentón en Colombia (ha) 95

Tabla 32 Departamentos con las mayores áreas de aptitud media (A2) para el cultivo de pimentón en Colombia (ha) 96

Tabla 33 Principales municipios con áreas aptas para el cultivo de pimentón en Colombia (ha) 97

Tabla 34 Municipios con las mayores áreas de aptitud alta (A1) para el cultivo de pimentón en Colombia 98

Tabla 35 Municipios con las mayores áreas de aptitud media (A2) para el cultivo de pimentón en Colombia (ha) 99



Índice de figuras

Figura 1 Principales aspectos morfológicos de la planta de pimentón *(Capsicum annuum)* 25

Figura 2 Comportamiento de las exportaciones e importaciones mundiales de pimentón y ají (t), (2011-2015) 35

Figura 3 Exportaciones e importaciones colombianas de pimentón y ají (t) (2011-2015) 35

Figura 4 Marco conceptual para la zonificación de aptitud de cultivos comerciales 48

Figura 5 Tipos de criterios empleados en la zonificación de aptitud de cultivos comerciales 53

Figura 6 Esquema metodológico de la zonificación de aptitud de cultivos comerciales 53

Figura 7 Criterios y variables del componente físico 54

Figura 8 Relación entre los atributos y criterios de estructura, función y dinámica para la interpretación socioeconómica 60

Figura 9 Criterios y variables del componente socioecosistémico 61

Figura 10 Criterios y variables del componente socioeconómico 64

Figura 11 Mapa de exclusiones legales 77

Figura 12 Mapa de condiciones legales 81

Figura 13 Proceso de análisis de información espacial para la obtención del mapa de zonificación de aptitud 86

Figura 14 Modelo cartográfico integral 87

Figura 15 Estrategia de socialización y validación de la zonificación de aptitud 88

Figura 16 Reuniones de socialización en CI Corpoica Palmira y Unicomfacauca 89

Figura 17 Recorridos de campo 89

Figura 18 Mapa de zonificación de aptitud para el cultivo de pimentón en Colombia a escala 1:100.000 93

Figura 19 Principales departamentos con aptitud para el cultivo de pimentón en Colombia (ha) 95



Figura 20 Principales departamentos con aptitud alta (A1) para el cultivo de pimentón en Colombia (ha) 95

Figura 21 Principales departamentos con aptitud media (A2) para el cultivo de pimentón en Colombia (ha) 96

Figura 22 Principales municipios con aptitud para el cultivo de pimentón en Colombia (ha) 97

Figura 23 Principales municipios con aptitud alta (A1) para el cultivo de pimentón en Colombia (ha) 98

Figura 24 Principales municipios con aptitud media (A2) para el cultivo de pimentón en Colombia (ha) 99



Lista de abreviaturas, acrónimos y siglas

AC	Áreas críticas para especies migratorias en agroecosistemas
ACES	Área de concentración de especies sensibles en el territorio
Agrosavia	Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria
AICA	Áreas de importancia para la conservación de aves
AHP	Proceso analítico jerárquico (*Analytic Hierarchy Process*)
ANH	Agencia Nacional de Hidrocarburos
APC	Áreas prioritarias de conservación
Asohofrucol	Asociación Hortofrutícola de Colombia
Bancoldex PTP	Banco de Desarrollo Empresarial y Comercio Exterior de Colombia - Programa de Transformación Productiva
CECN	Conectividad estructural de las coberturas naturales
CIC	Capacidad de intercambio catiónico
Conpes	Consejo Nacional de Políticas Económicas y Sociales
Corpoica	Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria Agrosavia a partir de noviembre de 2018)
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
DCS	Distrito de conservación de suelos
DH	Disponibilidad hídrica
DHR	Disponibilidad hídrica real
DMI	Distrito de manejo integrado
DNP	Departamento Nacional de Planeación
EE. UU.	Estados Unidos de América
ETP	Evapotranspiración potencial
ETR	Evapotranspiración real
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
FOB	Libre a bordo (*Free On Board*).
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
IRH	Índice de retención y regulación hídrica
ISRIC	Centro Internacional de Referencia e Información de Suelos (International Soil Reference and Information Centre)
IUA	Índice de uso de agua
Minagricultura	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural
Minambiente	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Mincultura	Ministerio de Cultura
Mineducación	Ministerio de Educación Nacional
Minhacienda	Ministerio de Hacienda y Crédito Público
Minsalud	Ministerio de Salud y de la Protección Social
Mintransporte	Ministerio de Transporte
m s. n. m.	Metros sobre el nivel del mar
OMM	Organización Meteorológica Mundial
PEA	Población económicamente activa
PET	Población en edad de trabajar
pH	Potencial de hidrógeno
PIB	Producto interno bruto
PNN	Parques Nacionales Naturales de Colombia
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PSI	Porcentaje de sodio intercambiable
Runap	Registro Único Nacional de Áreas Protegidas
SENA	Servicio Nacional de Aprendizaje
SGC	Sistema Geológico Colombiano
Sina	Sistema Nacional Ambiental
SMMLV	Salario mínimo mensual legal vigente
Sinap	Sistema Nacional de Áreas Protegidas
SIG	Sistemas de información geográfica



SRTM	Misión topográfica Shuttle Radar (*Shuttle Radar Topography Mission*)
SZH	Subzona hidrográfica
TUT	Tipo de utilización de la tierra
UAF	Unidad agrícola familiar
Unesco	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
UPRA	Unidad de Planificación Rural Agropecuaria
UARIV	Unidad para la atención y reparación integral de las víctimas
USD	Dólar estadounidense
USDA	(por sus siglas en inglés) Departamento de Agricultura de los EE. UU.
WWF	Fondo Mundial para la Naturaleza (The World Wide Fund for Nature)



Lista de símbolos

> ..... mayor que

< ..... menor que

≥ ..... mayor o igual que

≤ ..... menor o igual que

bar ..... unidad de presión

°C ..... grado Celsius

cm ..... centímetro

cmol ..... centimol (10^{-2} mol)

dS ..... decisiemens (10^{-1} S)

g ..... gramo

h ..... hora

ha ..... hectárea

kg ..... kilogramo

km ..... kilómetro

kPa ..... kilopascal (10^{3} Pa)

ln ..... logaritmo natural

m ..... metro

m^2 ..... metro cuadrado

m^3 ..... metro cúbico



me ..... miliequivalente

mm ..... milímetro

MM^3 ..... megametro

mol ..... cantidad de sustancia

Pa ..... pascal (unidad de presión)

ppm ..... partes por millón

spp. ..... grupo de especies pertenecientes a un taxón biológico

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.

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

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

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

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

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

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.

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

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

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 y otros, 2009; Minambiente, 2012, citados por UPRA, 2014).

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

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

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

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

Índice de regulación hídrica (IRH): Capacidad de retención de humedad de las cuencas, con base en la distribución de las series de frecuencias acumuladas de los caudales diarios (Ideam 2010).

Pungencia: O picor es la sensación de ardor agudo producido por hortalizas como los pimientos picantes y la cebolla de bulbo, captada por el sentido del gusto al contacto con algunas sustancias. La medición de su nivel en los pimentones y ajíes se lleva a cabo a través de la escala Scoville.

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, 2014).

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

Uso eficiente del suelo rural: Armonización espacial o temporal de todos los usos del suelo en un área determinada, que garantiza el bienestar humano con el fin de alcanzar la sostenibilidad económica, social y ambiental del territorio (UPRA, 2014). 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 pimentón (*Capsicum annuum*) a nivel nacional escala 1:100.000 producto de los procesos de fortalecimiento de la planificación del uso eficiente del suelo rural y la adecuación de tierras que lleva a cabo la UPRA orientados a guiar la inversión del sector agropecuario.

El documento contiene cuatro capítulos: el primero presenta los antecedentes del sector en términos de zonificaciones existentes, su importancia a nivel nacional e internacional y marco político y normativo de la cadena; el segundo 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; el tercero trata la metodología de la zonificación, desde la definición del tipo de utilización de la tierra hasta la evaluación de las matrices multicriterio biofísica (física y socioecosistémica) y socioeconómica; el cuarto incluye los resultados de la zonificación, plasmados en el mapa de aptitud para el cultivo comercial de pimentón. Adicionalmente, se presentan las conclusiones y las fuentes de información bibliográfica.

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 y mapas de salida 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 pimentón en Colombia. En este mapa hay 15.203.415 ha aptas para este cultivo; 6.086.503 (40,0 %) corresponden a una aptitud alta (A1), 4.870.893 (32,0 %) a aptitud media (A2) y 4.246.019 (28,0 %) a aptitud baja (A3).

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



Introducción

Introducción

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

Para el nuevo 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 *clusters* 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), complementada con el fortalecimiento del ordenamiento territorial, la generación de cartografía y catastro en el nivel municipal. Además, lo anterior se enmarcará en un sólido sistema de seguimiento al ordenamiento y el desarrollo para identificar acciones de mejora, buenas prácticas y alertas tempranas sobre conflictos de uso del suelo y corrupción en el ordenamiento territorial y la estrategia Adoptar 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 Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, con autonomía presupuestal, administrativa, financiera y técnica.

De acuerdo con lo señalado en el artículo 5.º del Decreto 4145 de 2011, se establecen, entre otras, las siguientes funciones de la UPRA: planificar el uso eficiente del suelo; definir los criterios y crear los instrumentos requeridos para el efecto, previendo el respectivo panorama de riesgos y una mayor competitividad de la producción agropecuaria en los mercados internos y externos; definir criterios y diseñar instrumentos, para el ordenamiento del sue-

lo 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.

Teniendo en cuenta lo anterior, surgió la necesidad, por parte de la UPRA, de proponer diferentes zonificaciones para el sector agropecuario y forestal, 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 y socioeconómicos (referidos a la competitividad de las áreas), así como los de política y gobernabilidad. De igual manera, planteó una metodología fundamentada en el análisis multicriterio cuyos criterios y variables de los componentes físicos, socioecosistémicos y socioeconómicos son ponderados de acuerdo con las características propias de una determinada cadena productiva.

En el marco de dicha actividad, la UPRA adelanta estudios que sirvan como referencia para la actividad misional de la unidad o como medio para la validación de las metodologías, lineamientos y criterios propuestos en el marco de las demás actividades. Para el año 2015 la UPRA adelantó la zonificación de aptitud de ocho cadenas productivas a escala 1:100.000, entre ellas la del cultivo comercial de pimentón (*Capsicum annuum*), la cual contó, en sus diferentes fases, con la participación de los diferentes actores de las cadenas productivas, 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 pimentón 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 pimentón a escala 1:100.000.

La memoria técnica se encuentra dividida en cuatro capítulos: en el primero se desarrollan los

antecedentes del tema, que incluye cifras económicas del subsector, 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 contiene la metodología empleada, incluyendo los criterios empleados dentro de los componentes físico, socioecosistémico y socioeconómico, su evaluación y ponderación, las técnicas de análisis utilizadas, así como las matrices de evaluación multicriterio del componente biofísico y del componente socioeconómico para la obtención del mapa de zonificación de aptitud. El cuarto presenta los resultados obtenidos, identificando las áreas aptas para el cultivo comercial de pimentón en Colombia. Adicionalmente, se presentan las conclusiones del proceso de zonificación de aptitud a escala 1:100.000 y el soporte bibliográfico.

Por último, se presenta el anexo que contiene las fichas metodológicas de los criterios y variables utilizados en la zonificación en los que se describen y se detallan los rangos, análisis y procesamiento de la información, fuentes bibliográficas y los mapas de aptitud.



1. Antecedentes

1. Antecedentes

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

1.1 Antecedentes sobre la zonificación del cultivo de pimentón en Colombia

Desde el año 2009, el Programa de Transformación Productiva (PTP) ha trabajado en la transformación, crecimiento y competitividad de la industria colombiana y el impulso al desarrollo de las empresas de 20 sectores de la economía en Colombia. El sector hortofrutícola colombiano es estratégico para la seguridad alimentaria y presenta un alto potencial para impulsar el desarrollo económico y social del país, por lo que se hace necesario adelantar las acciones priorizadas en el plan de negocios que le permita convertirse en un sector de talla mundial (Bancoldex y UT Crece - Federación Nacional de Cafeteros, 2015).

Se definieron planes de negocios para el sector hortofrutícola concertados con los sectores público y privado, así como los productos hortofrutícolas con mayor potencial productivo y competitivo: pimentón, papaya, piña MD2, mango, aguacate variedad Hass, ají tabasco, cebolla de bulbo y fresa. Para el efecto, el PTP realizó un primer estudio para la determinación de zonificación de aptitud de los productos hortofrutícolas. Bancoldex y UT Crece - Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, con el apoyo metodológico de la UPRA, adelantaron un trabajo conjunto para la zonificación de aptitud de los productos hortofrutícolas priorizados por el programa, empleando la metodología de la UPRA.

1.2 Contexto sectorial

1.2.1 El cultivo de pimentón

El pimentón se constituye en la principal forma cultivada del género Capsicum; es una planta cuyo origen botánico se centra en el área entre Perú y Bolivia, desde donde se extendió hacia América central y meridional (Casilimas et al., 2012). No obstante, Jaramillo et al. (2014) expresan que el género tuvo su origen probablemente en la parte sur de Brasil, desde donde se difundió a través de América. Es probable que C. annuum haya sido domesticada en México.

1.2.1.1. Clasificación taxonómica

El pimentón pertenece al orden Solanales, familia Solanaceae, subfamilia Solanoideae, tribu Capsiceae, género Capsicum, especie *Capsicum annuum*.

En el mundo, el pimentón recibe varios nombres comunes, como morrón, ají morrón, chile dulce o pimiento.

El género Capsicum presenta aproximadamente 22 especies silvestres, entre las que se destacan *Capsicum chacoense*, *C. galapagoense*, *C. praetermissum*, *C. cardenassi*, *C. eximium* y *C. tovarii*, y cinco especies domesticadas: *Capsicum annuum* L., *Capsicum frutescens* L., *Capsicum baccatum* var. *pendulum* Wild., *Capsicum chinense* Jacq. y *Capsicum pubescens* R.P.A., y especies silvestres, como *Capsicum chacoense* A.T. Hunz, *Capsicum galapagoense* A. T. Hunz, *Capsicum praetermissum* H & S, *Capsicum cardenassi* H & S, *Capsicum eximium* A. T. Hunz y *Capsicum tovarii* nom. Nud. (García *et al.*, 2006, citado por Bancoldex y UT - Federación Nacional de Cafeteros, 2015).

1.2.1.2. Descripción botánica y morfología

Todas las especies silvestres del género Capsicum tienen frutos pequeños, verdes y de diferente grado de pungencia, que pueden ser ovales, esféri-

cos, cónicos u oblongos; crecen en forma erecta o decidua a madurez; las semillas son generalmente diseminadas por los pájaros atraídos por el color brillante de los frutos. En contraste, las especies cultivadas presentan menor cantidad de frutos pero de mayor tamaño, pendientes y persistentes y de colores como amarillo, naranja, violeta, marrón y verde (García *et al.*, 2006, citado por Bancoldex y UT - Federación Nacional de Cafeteros, 2015).

La planta de pimentón es herbácea, anual, de porte medio, con sistema radical pivotante, entre 70 y 120 cm de profundidad, concentradas en los primeros 40 cm y con una gran cantidad de raíces adventicias. El tallo tiene crecimiento determinado y erecto y al llegar a cierta edad se lignifica ligeramente; presenta ramificación dicotómica y sobre las ramas se disponen hojas, de tamaño medio, de forma oval-oblonga, con ápice acuminado, glabras y de color verde intenso.

Las flores se presentan solitarias en las axilas de las ramificaciones; son perfectas, pequeñas, con cáliz dentado, cinco pétalos blancos y anteras amarillenta-azules o púrpura. La fecundación es autógama. El fruto es una baya hueca, semicartilaginosa y deprimida, con pesos que fluctúan entre unos pocos gramos hasta 500; la forma varía entre redonda, acorazonada, aguzada, cilíndrica y cuadrada; no es climatérico y su color varía durante la maduración desde verde hasta rojo, amarillo, naranja, violeta o blanco.

Las semillas miden entre 3 y 5 mm, son de color amarillo pálido con poder germinativo de tres a cuatro años (Maroto, 1983; Casilimas *et al*., 2012; Jaramillo *et al*., 2014). La figura siguiente muestra las partes básicas de la planta de pimentón.

Figura 1. Principales aspectos morfológicos de la planta de pimentón *(Capsicum annuum)*



Fuente: https://es-es.facebook.com/JacksonsArt/photos/a.112729028642/10156028042708643/?type=3&theater

1.2.1.3. Variedades e híbridos

Los cultivares de pimentón se clasifican en tres tipos, de acuerdo con la forma del fruto: blocoso o cuadrado, tres puntas o lamuyo y dulce italiano, cónico o agronómico (Ligarreto, 2012; Jaramillo et al., 2014).

Blocoso o cuadrado (*blocky*): Los frutos tienen paredes rectangulares o cuadradas, ligeramente redondeadas o en forma de barril y con inserción profunda del pedúnculo. Son de alto peso y calibre (mayor a 100 g/fruto) y tienen entre 100 y 180 semillas por fruto. Este pimentón predomina en el mercado internacional por su presentación y firmeza. El cultivar California Wonder es el más comercializado en Colombia, pertenece a este tipio de pimentones, caracterizado por tener perfil corto cuadrado y buena cavidad central, de colores verde, rojo y amarillo, y de tres a cuatro cascos bien marcados.

Tres puntas o lamuyo: Los frutos son de forma cónica, con extremo distal terminado en tres puntas; su peso oscila entre medio y alto, de sabor dulzón, baja acidez, carne gruesa y turgente.



Dulce italiano, cónico o agronómico: Los frutos son alargados y terminan en punta, con un tamaño de aproximadamente 18 cm y espesor variable de la pulpa. Al madurar, presentan color rojo o amarillo.

De otra parte, la producción de pimentón en Colombia está condicionada a la importación de semilla con predominio de híbridos sobre las variedades. Entre los híbridos se distinguen Florida Giant, Ruby King, Perfection, Invasor, Melody, Comandant, Nathalie, Magaly, Lilae, Admiral, Valencia, Ivory, Reigner, Marte SXP-1031, Dorado SXP-0990, Cubanelle, Hungarian, Long Reg Marcon, Robledo, Salvador y Tirano. Las variedades más representativas son California Wonder, Yolo Wonder, Keystone Resistant, Agronómico y Cacique.

A continuación se describen algunas características de los principales cultivares sembrados en el país, de acuerdo con el reporte de Ligarreto *et al.*, 2004, citados por Ligarreto (2012):

California Wonder: Variedad de amplia adaptación en altitudes entre 0 y 2000 m s. n. m., en diferentes suelos con buen drenaje y pH entre 5,5 y 6,5; es una planta vigorosa, de frutos firmes, con paredes gruesas de textura lisa, cuatro lóbulos en forma de campana, tamaño grande (300 g). Los frutos maduros tienen un color rojo muy atractivo.

Keystone Resistant: Fruto dirigido para consumo fresco o para uso industrial, de forma rectangular alargada, susceptible a daños en el transporte.

Yolo Wonder: Variedad resistente a varios virus; su cosecha se da 70 días después del trasplante.

Unapal Serrano: Adaptación entre 800 y 1400 m s. n. m., de frutos cónicos rojos y tolerante a la mayoría de enfermedades, como *Phytopthora* sp., *Xanthomonas* sp., *Alternaria* sp. y *Erwinia* sp.

Otros cultivares presentan las siguientes características:

Kerala (RS): Variedad de color amarillo con buen comportamiento en clima frío moderado. El ciclo vegetativo es de 130 días a cosecha.

Golden Summer: Fruto de color amarillo intenso, de mayor producción y más grande que la variedad Kerala, de forma alargada semicuadrada. Se comporta bien en zona fría, en especial en la época de mayor temperatura, lo que lo hace ideal para zona media o cálida.

Nathalie: Híbrido con planta de crecimiento indeterminado, de fruto alargado, paredes gruesas, terminando en punta, sin hombros, con maduración de verde a rojo, con peso promedio de 170 g; el tiempo a cosecha es de 90 días después de trasplante, dependiendo de la temperatura y la radiación solar. Tiene tolerancia a *Phytophthora* sp., TMV (virus del mosaico del tabaco), PVY (virus Y de la papa), TVE (virus del jaspeado del tabaco) y mancha bacteriana (*Xanthomonas* razas 1, 2 y 3).

Quetzal: Híbrido de planta de buen porte, de crecimiento semiindeterminado, vigoroso y erecto; a partir de cierta altura emite dos o tres ramificaciones y continúa ramificándose de manera dicotómica hasta el final de su ciclo. Se adapta bien entre 300 y 2200 m s. n. m. El fruto es una baya hueca, semicartilaginosa y deprimida, de color verde oscuro en el momento de la cosecha y rojo al madurar, de paredes gruesas de 3,5 mm, fruto alargado de tamaño variable de 230 a 250 g.

1.2.1.4. Requerimientos del cultivo

A continuación se presentan algunos de los requerimientos del cultivo de pimentón, soportados en bibliografía; sin embargo, estos pueden diferir de los presentados en el presente estudio, los cuales se encuentran avalados por el gremio, productores especializados en el cultivo y el equipo técnico de la UPRA.

El pimentón es un cultivo que se adapta muy bien entre 20 y 24 °C; temperaturas inferiores a 14 °C inhiben el crecimiento y temperaturas superiores a 24 °C provocan abscisión floral y disminución de la producción (Henríquez, 2012; Gómez de Enciso, 2012).

De acuerdo con Henríquez (2012) y Ligarreto (2012), la precipitación tiene un rango óptimo para este cultivo entre 900 y 1200 mm de agua bien distribuidos durante el año. En cuanto a la radiación solar, la planta necesita suficiente luz debido a su alta actividad fotosintética. La especie es muy exigente en luminosidad, sobre todo en los primeros estados de reproducción; sin embargo, si la radiación solar es demasiado alta, se pueden producir rajaduras en el fruto, golpe de sol y coloración irregular a la madurez (Henríquez, 2012; Gómez de Enciso, 2012; Jaramillo *et al.*, 2014).

El pimentón requiere para su buen desarrollo humedades entre 60 y 70 %. Humedades relativas excesivas ocasionan baja productividad y presencia de enfermedades, mientras que las bajas ocasionan caída de estructuras florales por desecación (Henríquez, 2012; Gómez de Enciso, 2012).

Respecto a los requerimientos del suelo, las raíces pueden penetrar más de 40 cm sin impedimentos físicos que limiten el desarrollo de la planta, su anclaje y la posibilidad de extraer sin dificultad agua y nutrientes que permitan soportar el peso del dosel (FAO, 1997; Ligarreto, 2012). Para un buen establecimiento y rendimiento, los suelos deben ser bien drenados, pues la planta no tolera encharcamientos (FAO, 1997; Ligarreto, 2012).

La pendiente ideal debe ser menor de 7 %; suelos con pendientes hasta del 25 % limitan el manejo del cultivo y generan mayores costos por adecuación del terreno (Henríquez, 2012; Ligarreto, 2012).

El pH ideal para el cultivo de pimentón está entre 6,0 y 7,0 (FAO, 1997; Henríquez, 2012; Ligarreto, 2012).

1.2.1.5. Aspectos fitosanitarios

El pimentón es afectado por diferentes organismos fitopatógenos que atacan la planta en su parte aérea y subterránea, así como el fruto con destino al consumo en fresco o al procesamiento industrial. A continuación se presenta una breve descripción de las principales plagas que atacan el cultivo en Colombia, de acuerdo con el reporte de Casilimas *et al.* (2012) y Ligarreto (2012).

Arañita roja (*Tetranychus urticae*): El ácaro se alimenta principalmente de las hojas, las cuales toman una coloración amarillenta que se va tornando color marrón con el paso del tiempo. En el proceso de alimentación es frecuente encontrar zonas deformes, abultadas en el envés de las hojas jóvenes.

Áfidos (*Myzus persicae*): Producen daños directos, que se manifiestan en debilitamiento de las plantas como producto de deformaciones, encrespamiento y achaparramientos, como daños indirectos, es importante la transmisión de virus y la generación de fumagina (complejo de hongos entre los que se destacan *Capnodium* sp. y *Cladosporium* sp.), que reduce la actividad fotosintética de las plantas.

Mosca blanca o palomilla (*Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci*): En Colombia, las especies más abundantes son *T. vaporariorum,* presente en clima medio a frío, y *B. tabaci,* en clima medio a cálido. Son insectos polífagos que atacan cultivos como pimentón, tomate, yuca, batata, fríjol, ají, papa, berenjena, calabacín y melón, entre otros. Producen tres tipos de daños, el primero es uno directo causado por adultos e inmaduros al succionar la savia de la planta, provocándole clorosis y debilitamiento. Los otros daños, considerados indirectos, son la formación de fumagina, la cual se desarrolla sobre las excreciones azucaradas de estos insectos en las hojas y frutos, reduce la capacidad fotosintética de la planta; y finalmente la transmisión de un geminivirus por *B. tabaco,* que afecta el rendimiento del cultivo.

Pasador del fruto (*Neoleucinodes elegantalis*): Es una de las plagas más importantes de pimentón en América Latina. Es una plaga cuarentenaria que impide la entrada del producto fresco a mercados internacionales, como EE. UU. Las hembras ovipositan entre 100 y 250 huevos debajo de la corola de la flor, en la base de los pedúnculos del fruto y, en ocasiones, sobre frutos pequeños de uno a dos cm de diámetro. Al eclosionar, las larvas penetran a la baya y se desarrollan en aproximadamente 20 días; una vez la larva se encuentra lista para empupar, sale del fruto, cayendo al suelo, donde termina su etapa inmadura, dejando en este proceso una cicatriz redonda y evidente sobre el fruto.

Trips (*Frankliniella occidentalis*): El daño se presenta por la succión de la savia por adultos e inmaduros, que dejan pequeñas cicatrices, lo cual en las hojas produce una apariencia de color gris-plateada. También en botones florales o ápices puede interferir con su posterior desarrollo. En frutos producen daños directos, a manera de cicatrices en forma de cremallera; las lesiones causadas en etapas tempranas de desarrollo del cultivo ocasionan encrespamientos de las hojas. Adicional al daño por succión de la savia, *F. occidentalis* es vector del virus del mosaico de pimentón (CMV).



Nematodo de los nódulos radicales (*Meloidogyne* spp.): Las larvas penetran a las raíces produciendo cambios en la estructura de las células de la planta generando deformaciones a manera de nudosidades o agallas, lo que genera atraso del crecimiento y marchitez general de la planta. En cultivos de clima frío, se encuentra *M. hapla,* y en climas más cálidos *M. incognita* y *M. javanica*.

A continuación se presenta un recuento de las principales enfermedades que atacan el cultivo del pimentón en Colombia de acuerdo con los reportes de Casilimas *et al.* (2012) y Ligarreto (2012).

Gota o tizón tardío (*Phytophthora capsici*): El patógeno ataca hojas, peciolos, frutos y tallos. La infestación de *P. infestans* se correlaciona directamente con la humedad y presencia de agua libre, la cual es necesaria para que germinen los esporangios. En las hojas, primero aparecen manchas indefinidas que crecen rápidamente tornándose en color café, cubriendo grandes áreas de la hoja, luego se forma un moho blanquecino alrededor de las lesiones. En los frutos aparecen signos como manchas grasosas, oscuras y oliváceas. Las noches frías con días moderadamente cálidos y alta humedad favorecen el desarrollo del patógeno.

Moho gris (*Botrytis cinerea*): El hongo afecta una amplia variedad de plantas ornamentales y hortícolas causando daños en el follaje y en la poscosecha; es una de las principales enfermedades en cultivos de pimentón bajo invernadero. En el inicio de la infección, se presenta una decoloración y humedecimiento de los tejidos. *B. cinerea* está favorecido por alta humedad relativa, temperaturas entre 15 y 22 °C y un mayor contenido de agua en los tejidos de las plantas, desarrollando un moho gris de apariencia vellosa, compuesto de muchas esporas del hongo. Ataca flores, pedicelos, tallos, hojas, botones, frutos y raíces y casi siempre se encuentra en los tejidos viejos y senescentes.

Pudrición bacterial blanda (*Pectobacterium carotovorum,* syn: *Erwinia carotovora*): El daño inicia en los frutos, a partir del pedúnculo, cáliz y heridas; se presenta en forma de depresiones acuosas, viscosas y blandas de color gris o café; aunque la epidermis esté arrugada y aparentemente sana, la pulpa puede llegar a estar macerada. La bacteria ataca en campo abierto, en invernadero y en la poscosecha del fruto. La aparición de la enfermedad está asociada a la alta humedad del ambiente.

Mildeo polvoso (*Sphaerotheca fuliginea*): Es una enfermedad que afecta varios cultivos y es relativamente importante en condiciones de invernadero; se manifiesta con manchas de aspecto polvoso y de color blanco sobre las hojas. Aunque es común en climas cálidos y secos, se encuentra también en zonas húmedas y moderadamente frías.

Marchitez fusariana (*Fusarium oxysporum*): La presencia del hongo se favorece en climas cálidos, asociados a humedad relativa alta. Es un patógeno vascular que se desplaza al interior de la planta por tallos y raíces, afectando los movimientos de agua, nutrientes y asimilados. *F. oxysporum* se conserva en numerosos sustratos, en el suelo y en restos vegetales. La diseminación se facilita por el agua de riego, el viento y las corrientes de aire; puede sobrevivir varios años en el suelo, aun cuando se dejen de cultivar plantas susceptibles. Afecta principalmente el tallo y causa clorosis a lo largo de las márgenes de las hojas más viejas, seguido por necrosis; afecta adicionalmente el crecimiento y desarrollo de los frutos. Los síntomas inician en las hojas viejas y paulatinamente progresan hacia las hojas más jóvenes hasta causar la marchitez de la planta.

Alternaria o tizón temprano (*Alternaria solani*): En plántulas jóvenes desarrolla pudrición del cuello, que comienza con la formación de áreas oscuras al nivel del suelo que avanza en forma ascendente anillando el tallo. En plantas desarrolladas produce lesiones en tallo y hojas; los daños se presentan en las hojas más viejas, son circulares o elípticos, formando anillos concéntricos de color pardo. En el tallo, las manchas son alargadas y se desarrollan frecuentemente en las axilas de peciolos o brotes y pueden anillarlo. En el fruto produce lesiones pardas oscuras, pequeñas y hundidas alrededor de las cicatrices del cáliz y esparcidas hasta causar su pudrición.

Moho foliar o cladosporiosis (*Cladosporium fulvum*): Enfermedad que afecta inicialmente las hojas viejas y, en infecciones severas, también las hojas jóvenes de solanáceas y algunas cucurbitáceas. Inicialmente son manchas con márgenes no definidas de color verde pálido o amarillo en el haz de las hojas; en el envés se forma un polvillo color verde oliva, asociado con las áreas decoloradas del haz; finalmente, las hojas se curvan, marchitan y pueden desprenderse de la planta. El patógeno sobrevive en residuos de cosecha y en el suelo; la enfermedad se disemina con las herramientas y la ropa de los trabajadores, así como por semilla contaminada por el hongo.

Muerte súbita o *damping-off*: Enfermedad de los semilleros causada por un complejo de microorganismos, como *Pythium* spp., *Rhizoctonia solani*, *B. cinerea*, *Fusarium* spp., *Sclerotium* spp., *Sclerotinia* spp. y bacterias, entre otros patógenos. El síntoma típico de *damping-off* es la pudrición y quiebre de la base del tallo de las plántulas; asimismo, las semillas no alcanzan a germinar cuando se siembran en suelos infectados.

Marchitez bacterial (*Ralstonia solanacearum*): La bacteria se encuentra en restos vegetales, en semillas y plántulas y en el suelo. Es una enfermedad común en las diferentes solanáceas de zonas ecuatoriales de climas cálidos. *R. solanacearum* penetra a la planta por heridas, daños mecánicos en raíces o por aberturas naturales y se moviliza hacia la parte superior del tallo a través de los vasos del xilema, causando necrosis vascular, marchitez y finalmente la muerte de la planta.

El daño inicia con flacidez en una o más hojas jóvenes y marchitamiento gradual de la planta. Al hacer cortes del tallo de una planta enferma, muestra un amarillamiento u oscurecimiento del sistema vascular; al cortar el tallo en una planta marchita, a la altura del suelo, se presenta un exudado grisáceo cuando se presiona y se evidencia pudrición y ahuecamiento; asimismo, pueden aparecer raíces adventicias en los tallos de las plantas afectadas.

Cáncer bacterial (*Clavibacter michiganensis*): Enfermedad esporádica en cultivos de solanáceas bajo invernadero. Los síntomas tempranos incluyen doblamiento de las hojas más viejas y necrosis marginal de los foliolos. Se forman estrías oscuras que se extienden desde la parte inferior de los peciolos hasta el punto donde se unen con el tallo, y que eventualmente causan la formación de un cáncer. Los tejidos vasculares muestran rayas amarillentas o pardas, las cuales se tornan de color marrón rojizo, y se pueden desarrollar raíces adventicias sobre el tallo.

Roña o sarna bacteriana (*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*): La enfermedad se desarrolla en condiciones de alta humedad relativa y temperaturas de entre 24 y 30 °C. La bacteria invade hojas, tallos y frutos; se manifiesta con la aparición de manchas irregulares de color negro de unos 3 mm. La mancha bacteriana se hunde sobre los foliolos y cambia de amarillo a negro o marrón oscuro y finalmente se necrosa en el centro; con el tiempo, se desarrolla un halo alrededor de la mancha. En el fruto, la enfermedad comienza como una pequeña mancha acuosa amarillenta que se torna grisácea oscura y costrosa; esta lesión tiende a deprimirse en el centro y levantarse en el margen. La bacteria puede diseminarse por semilla, a través de la lluvia y por el uso de maquinaria y herramientas.

Virus del mosaico del tabaco (TMV) y virus del mosaico del tomate (ToMV): El TMV afecta principalmente el tabaco, así como el ToMV se presenta principalmente en tomate; sin embargo, los virus pueden cambiar y adaptarse muy rápidamente hasta encontrarse en cultivos de solanáceas bajo invernadero. Los síntomas principales son mosaicos verde oscuro, claro o amarillento de las hojas superiores y a lo largo de las nervaduras secundarias. También pueden presentarse deformaciones, curvatura o acampanado de las hojas.

Virus del bronceado del tomate (TSWV): En solanáceas, la infección inicialmente se presenta por un cambio de color de las hojas hacia el morado, reducción y deformación de los foliolos. A medida

que avanza la enfermedad, el follaje toma un color bronceado, con manchas cloróticas, formando además un moteado en las hojas. En los frutos maduros, se presentan zonas redondas de color amarillo o manchas con círculos concéntricos.

1.2.1.6. Recomendaciones de manejo

La decisión de siembra de un cultivo comercial de pimentón debe considerar la planeación integral de las diferentes actividades a fin de minimizar los riesgos de pérdidas por efectos ambientales y fitosanitarios (clima, suelos, plagas, susceptibilidad a erosión y demás), así como las necesidades de recursos económicos, de insumos y de mano de obra que respondan a los requerimientos de sostenibilidad ambiental, competitividad y productividad del cultivo.

1.2.1.6.1. Previo a la siembra

El productor deberá contar con suficiente información acerca de las características de la zona y el historial del predio por cultivar que le permita disminuir los riesgos asociados al ataque de plagas y enfermedades, así como del efecto adverso de algunos elementos del clima y del suelo. Con este fin, el proceso de zonificación de aptitud para el cultivo comercial de pimentón se constituye en un importante insumo que la UPRA deja a disposición de los productores para una correcta decisión de siembra, con fundamento en la determinación de aptitud de las tierras, las cuales ofrecen diversas características desde los componentes de clima, suelos, riesgo fitosanitario, de costos de producción, acceso a infraestructura, tecnología, comunicaciones y mercados, así como el posible impacto en el medio ambiente.

Se recomienda la elaboración, previo a la siembra, de un plan de negocios que aborde, entre otros aspectos, la identificación del mercado objetivo hacia el cual se encaminaría la producción, así como las mejores ofertas en términos de oportunidad, calidad y precio del producto, además de identificar la competencia bajo diferentes condiciones de comercialización. Se prefiere el establecimiento de cultivos de pimentón en zonas que cuenten con suficiente infraestructura de vías, servicios públicos, mano de obra y mercados que le permitan al productor mejorar la rentabilidad de esta actividad agrícola.

Un adecuado plan de fertilización debe tener en cuenta los requerimientos del cultivar, 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 determinar sus propiedades y el balance de minerales, de materia orgánica y demás parámetros.

Los productores que deseen implementar 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 del pimentón.



1.2.1.6.2. Durante el desarrollo del cultivo

Se debe realizar una correcta selección de la semilla, ya sea de híbridos o de variedades, que cumpla con los requerimientos de calidad y que cuente con respaldo de la certificación oficial del ICA. De igual manera, en el caso de adquirir plántulas, que provengan de viveros de reconocida reputación y que en el momento de trasplante reúnan las características de crecimiento y sanidad adecuadas.

La época de siembra, así como la correcta implementación de las labores de siembra, plantulación, trasplante, podas, guías, limpiezas, drenajes, manejo fitosanitario, raleos, cosecha y rotaciones, serán clave para optimizar la productividad del cultivo.

Se deben evitar los suelos con niveles freáticos altos; de ser necesario, deben hacerse camellones o drenajes a profundidad adecuada para dejar el área de las raíces bien aireada, sin posibilidades de encharcamiento o inundación que afecten el desarrollo del cultivo comercial de pimentón. La densidad de siembra, así como el sistema de tutorado, son aspectos importantes por considerar, pues de ellos depende en gran medida una buena producción, además de facilitar las labores culturales y el manejo fitosanitario, entre otros aspectos.

Para el control de problemas fitosanitarios se recomienda desarrollar un plan de manejo integrado de plagas, enfermedades y arvenses, partiendo de la acertada identificación del origen de los síntomas o daños y la incidencia, severidad o prevalencia de las enfermedades. El manejo incluye el uso de cultivares tolerantes o resistentes, la aplicación de control biológico y microbiológico, así como el control mecánico y etológico para plagas. El control químico será una alternativa que podrá utilizarse como una opción adicional de manejo, observando las recomendaciones de etiqueta, donde se destacan las dosis, frecuencias de aplicación, rotación de grupos químicos, mezclas y períodos de carencia.

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.

Los sistemas de producción de pimentón bajo cubierta y acolchados sobre el suelo se constituyen en alternativas de manejo eficiente de recursos que permitirán un mejor control de insumos y condiciones del medio ambiente. Para tal fin, será necesario analizar la relación beneficio/costo de la implementación de estos sistemas de cultivos protegidos en zonas de baja y mediana aptitud natural. Para el riego, el sistema empleado deberá contemplar un análisis de la calidad del agua y, en lo posible, impedir que se acumulen sales en el suelo. Los sistemas de fertirrigación deberán atender las necesidades del cultivo, especialmente en las épocas de mayor demanda de nutrientes. Los acolchados plásticos se presentan como una alternativa que permite mejorar la productividad del cultivo de pimentón por sus beneficios, principalmente la disminución de la competencia por arvenses.

1.2.1.6.3. En la poscosecha

La fase de recolección del fruto es el punto determinante de la producción de los cultivos comerciales de pimentón. Para una óptima cosecha es necesario determinar los parámetros de maduración y calidad exigidos por el mercado en relación con color, tamaño, forma y niveles máximos de daños permitidos.

Los operarios deben asegurar procesos eficientes de selección y clasificación en campo y poscosecha. Los frutos no comerciales, así como los demás residuos de cosecha, deberán tener una disposición final adecuada que impida que tales materiales se constituyan en fuente de inóculo de plagas y enfermedades.

Se recomienda, finalmente, considerar programas de rotación de cultivos, con especies diferentes a solanáceas, que permitan romper los ciclos de plagas y enfermedades del pimentón y que también sean actividades rentables para el agricultor.

1.3 Contexto mundial

1.3.1 Dinámica de los mercados a nivel global

Debido a que no existe suficiente información desagregada de pimentón y ají, se maneja un solo concepto para reportar cifras en el mundo.

De acuerdo con la información reportada por FAO (2019), en el 2017 China lideró la producción de pimentón y ají en el mundo, con 18,1 millones de t (30,8 %), seguido por China continental, con la misma cantidad, sumando el 61,6 %. El tercer lugar lo ocupó México, con 3,3 millones de t (5,7 %), lo cual dista bastante de lo aportado por los países mencionados. Los 10 países que lideran la producción de estos productos aportan el 85,9 % de la producción global (tabla 1)

Tabla 1. Principales países productores de pimentón y ají en los años 2016 y 2017

País	Toneladas		Participación 2017 (%)
	2016	2017	
China	17.729.500	18.135.235	30,8
China continental	17.703.219	18.109.346	30,8
México	2.798.146	3.358.240	5,7
Turquía	2.474.193	2.624.527	4,5
Indonesia	1.961.598	2.359.441	4,0
India	1.588.227	2.163.892	3,7
España	1.181.361	1.283.546	2,2
EE. UU.	977.410	963.105	1,6
Nigeria	813.157	817.539	1,4
Egipto	669.013	678.494	1,2
Resto del mundo	8.489.721	8.360.335	14,2

Fuente: Faostat (2019).

En cuanto a la participación por área, para los años 2016 y 2017 India fue el país que presentó la mayor área sembrada de pimentón y ají, el 18,2 % (848.041 ha) del total mundial en el 2017, seguido por China con el 17,4 % (808.496 ha) y China continental con el 17,3 % (806.065 ha). Los tres países suman el 52,9 %. El cuarto lugar lo ocupó Indonesia con 6,7 % (310.147 ha) (Faostat, 2019).

La producción de pimentón y ají en el mundo durante los últimos años ha tenido un crecimiento continuo; mientras en el 2008 fue de 27.954 millones de kg, en el 2012 llegó a 31.172.

Entre 2011 y 2015, dentro de los diez países que tuvieron mayores exportaciones de pimentón y ají, se destacaron por su incremento China (63 %), Bélgica (34 %), Canadá (33 %), México (31 %) y Corea (24 %). En el mismo período, las exportaciones de estos dos productos cayeron en Israel (-35 %), Países Bajos (-17 %), Alemania (-21 %) y Austria (-22 %).

En el 2018, las exportaciones totales de pimentón y ají fueron de USD 5.624 millones, con incremento del 15,7 % comparadas con las del 2015 (USD 4.737 millones). Este mismo año España lideró las exportaciones mundiales, con USD 1219 millones,

seguido por México y Países Bajos. Estos tres países han dominado las exportaciones en los últimos siete años reportados; para el 2018 abarcaron el 61,5 % del mercado mundial (tabla 2).

Tabla 2. Exportaciones mundiales de frutas frescas o refrigeradas del género Capsicum (pimentón y ají) entre el 2012 y el 2018

País exportador	Miles de USD							
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Participación 2018 (%)
España	802.429	988.058	1.074.269	966.267	1.095.676	1.141.119	1.219.421	21,7
México	773.481	867.642	892.206	925.439	1.106.094	984.698	1.157.979	20,6
Países Bajos	1.156.924	1.220.593	999.886	956.556	1.022.273	1.077.194	1.080.114	19,2
Canadá	254.313	307.261	317.242	332.804	347.175	353.204	386.452	6,9
EE. UU.	194.526	220.267	236.787	217.824	252.506	232.017	242.521	4,3
Marruecos	56.420	73.678	77.603	71.673	81.487	154.661	151.908	2,7
Israel	223.276	226.277	187.875	138.672	99.806	118.676	136.432	2,4
Vietnam	27.879	34.456	38.675	42.166	61.554	77.939	120.108	2,1
Turquía	74.914	82.234	79.979	77.863	90.019	96.441	117.968	2,1
República de Corea	92.762	90.878	84.378	86.650	94.917	91.060	93.771	1,7
Resto del mundo	864.533	932.483	1.063.802	920.887	950.306	1.013.760	917.620	16,3

Fuente: Trade-Map (2019).

En 2018 EE. UU. fue el principal importador de los dos productos (28,6 %), seguido por Alemania (14,9 %) y Reino Unido (7,8 %). Estos tres países concentraron el 51,3 % de las importaciones mundiales. En términos continentales, para los 10 primeros países consumidores de pimentón y ají, Europa fue el mercado más grande al concentrar el 35,8 % de las importaciones, seguido de América con 33,4 % (tabla 3).

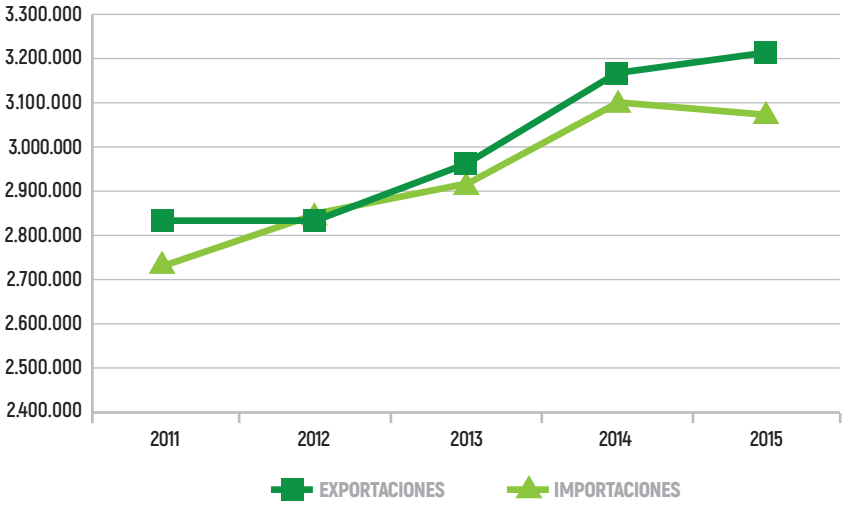
Tabla 3. Importaciones mundiales de frutas frescas o refrigeradas del género Capsicum (pimentón y ají) entre el 2012 y el 2018

País importador	Miles de USD							
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Participación al 2018 (%)
EE. UU.	1.154.163	1.294.139	1.373.451	1.325.472	1.578.892	1.429.995	1.588.814	28,6
Alemania	799.219	902.116	849.094	799.299	808.792	845.500	829.302	14,9
Reino Unido	353.433	427.821	447.170	418.618	430.644	442.325	435.148	7,8
Francia	229.237	256.826	254.989	253.610	303.824	311.726	286.534	5,2
Canadá	206.073	224.914	242.174	235.260	278.290	247.295	267.129	4,8
Países Bajos	250.605	245.641	184.407	169.245	209.054	219.269	199.482	3,6
Rusia	231.800	243.828	212.326	126.655	126.937	162.248	195.983	3,5
Japón	160.616	152.805	132.149	132.012	144.469	134.766	135.604	2,4
Polonia	84.587	101.224	109.513	958.47	104.042	125.195	126.120	2,3
Italia	107.610	118.230	107.559	107.919	101.339	108.093	113.398	2,0
Resto del mundo	999.437	1.120.665	1.252.441	1.146.849	1.239.602	1.339.679	1.371.826	24,7

Fuente: Trade-Map (2019).

Entre 2011 y 2015 las compras de pimentón y ají en el mercado mundial no presentaron mayor dinamismo; el volumen de las importaciones creció 13 %, al pasar de 2.739.702 a 3.084.845 t. En términos de valor, las importaciones crecieron solamente 3 % al pasar de USD 4602 millones a 4749. Durante este período, dentro de los diez países con mayores importaciones se destacaron EE. UU. (30 %), Reino Unido (11 %) y Canadá (6 %). El volumen de importación creció especialmente en Malasia (37 %), Reino Unido (37 %), EE. UU. (21 %) y Alemania (14 %). Estos datos significan que hay un potencial de compra para pimentón y ají. En la figura 2 se puede observar que la dinámica de crecimiento de las exportaciones fue similar a la de las importaciones.

Figura 2. Comportamiento de las exportaciones e importaciones mundiales de pimentón y ají (t), (2011-2015)

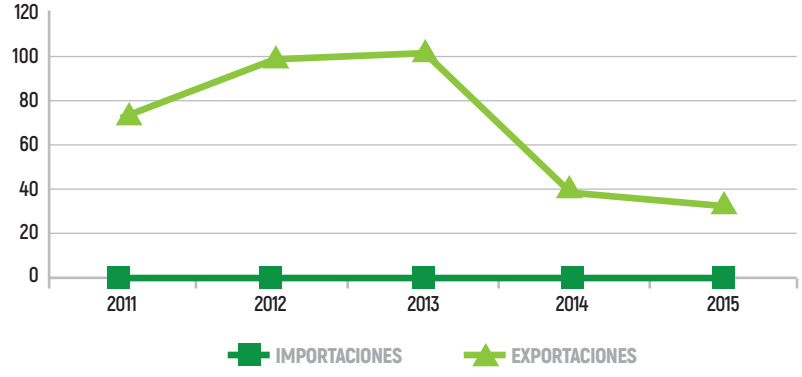


Fuente: Cálculos de Trade-Map a partir de UN comtrade statistics. (2016).

En el 2015 Colombia exportó 33 t, ocupó el lugar 91 en términos de valor exportado (USD 92.000), menos de la mitad del 2014 (USD 203.000).

Entre 2011 y 2015 la balanza comercial de pimentón y ají fue positiva, aunque con una marcada disminución de las exportaciones desde el 2013. En el quinquenio, el volumen de las exportaciones disminuyó 56 % y su valor descendió 42 %; sin embargo, crecieron 10 % promedio anual entre 2011 y 2013. Las importaciones de estos dos artículos mantuvieron un bajo nivel (figura 3).

Figura 3. Exportaciones e importaciones colombianas de pimentón y ají (t) (2011-2015)



Fuente: DNP-DANE (2016).

Colombia presentó una balanza comercial positiva del 2011 al 2015 ya que se realizaron exportaciones, que aunque bajas se mantuvieron constantes, mientras que las importaciones solo se realizaron en los años 2013 y 2014 con volúmenes que solo llegaron a 1 t (tabla 4).

Tabla 4. Balanza comercial de pimentón y ají en Colombia (2011-2015)*

Exportaciones	2011	2012	2013	2014	2015
Toneladas	75	100	103	40	33
Miles de USD FOB	160	211	193	203	92
Importaciones	2011	2012	2013	2014	2015
Toneladas	0	0	0	1	0
Miles de USD CIF	0	0	1	1	0
Balanza comercial	160	211	192	202	92

* Las balanzas comerciales referentes a información de exportaciones e importaciones están agrupadas para pimentón y ají porque Trade-Map no maneja información con un nivel de mayor desagregación.

Fuente: Cálculos de Trade-Map a partir de UN comtrade statistics (2016).

Entre los años 2011 y 2015 los principales destinos del pimentón y el ají colombianos fueron Antillas Holandesas, Panamá, Aruba y EE. UU. (tabla 5).

Tabla 5. Exportaciones colombianas de pimentón y ají entre 2011 y 2015 (miles de USD)

Países destino	2011	2012	2013	2014	2015
Antillas Holandesas	123	139	160	151	19
Panamá	25	57	20	16	32
Aruba	11	13	11	13	31
EE. UU.	0	0	0	21	5
Canadá	0	1	1	1	4
Total	159	210	192	202	91

Fuente: Cálculos de Trade-Map a partir de UN comtrade statistics (2016).

1.4 Contexto nacional

1.4.1 Importancia económica

Entre los años 2013 y 2017 la producción de pimentón en el país aumentó considerablemente, casi al doble, al pasar de 42.507,8 t a 74.367. El área cosechada de pimentón también aumentó, en 24,5 %, al pasar de 2148,7 ha a 2846,1. Por su parte, el rendimiento para este período fluctuó entre 12,6 y 13,9 t/ha, siendo esta última cifra la reportada para el 2017 (tabla 6).

Tabla 6. Área (ha), producción (t) y rendimiento (t/ha) del cultivo de pimentón en Colombia entre el 2013 y el 2017

Variable	Años				
	2013	2014	2015	2016	2017
Total área cosechada (ha)	2148,7	2377,5	2066,7	2400,0	2846,1
Total producción (t)	42.507,8	46.520,3	43.596,3	55.484,4	74.367,0
Promedio de rendimiento (t/ha)	13,8	12,6	12,8	13,2	13,9

Fuente: Minagricultura (2019).

1.4.2 Caracterización de los sistemas de producción

Los sistemas de producción del pimentón en Colombia presentan diferentes tipologías:

Cultivo a libre exposición y cultivos protegidos. En el primer sistema, el cultivo se expone a la oferta natural del ambiente, en tanto que bajo cubierta el productor busca controlar al máximo las variaciones propias del clima en favor de productividad y la sanidad.

Cultivos de variedades y cultivos de híbridos. Los híbridos son más exigentes en cuanto al manejo agronómico, especialmente en fertilización y suministro de agua, pero en general los rendimientos y la calidad del fruto son superiores a las variedades.

Existen sistemas de siembra directa y por trasplante. La primera se recomienda cuando hay disponibilidad de riego. La distancia entre surcos varía entre 80 y 100 cm y de 50 a 60 cm entre plantas. En siembra indirecta se trasplanta a partir de semilleros en bandejas; las plantas son más pequeñas y ramificadas, con lo cual la floración y fructificación son más tempranas. Para ambos sistemas se recomienda la siembra en surco doble en el sitio definitivo para promover una alta densidad (entre 41.500 y 53.330 plantas/ha), que disminuye el denominado golpe de sol, que daña los frutos, además del entrecruce de ramas, que autosostiene las plantas y facilita el tutorado.

Los sistemas de producción comercial de pimentón utilizan prácticas de podas y tutorado. Con las primeras podas, se forma la planta con una estructura pequeña; con las podas de mantenimiento se inhibe el crecimiento vegetativo y se promueve el desarrollo de flores y frutos en la parte media de la planta. Por su parte, el tutorado permite sostener las plantas, evitar daños en tallos y frutos y genera buena aireación y luminosidad dentro del cultivo. El tutorado se hace con amarres laterales que atraviesan cada lado del surco a manera de encanaste de seis a ocho hilos o sistemas de colgado a partir de un alambre galvanizado, del cual se desprenden hilos para soportar las plantas (DANE, 2015).

El riego es una actividad necesaria para cubrir el requerimiento hídrico del cultivo de pimentón; el sistema utilizado es el goteo, el cual es aprovechado para suplir las necesidades de nutrientes. El cultivo de pimentón es exigente en N y P desde el trasplante hasta el inicio de la floración; durante la época del cuajamiento y llenado de los frutos se aumentan las demandas de K, Ca y B (DANE, 2015).

El cultivo de pimentón con sistema de acolchado sobre el suelo con plástico gris, tanto a libre exposición como en cultivos bajo cubierta, permite el aumento de la temperatura del sistema de raíces y mejora el enraizamiento, a favor del crecimiento de tallos y frutos, aumenta la retención de humedad, disminuye el ciclo vegetativo, la competencia de arvenses y la lixiviación de nutrientes. Asimismo, se relaciona con menor presencia de áfidos e indirectamente de virus asociado a la transmisión por estos vectores (Ligarreto, 2012).

1.4.3 Principales zonas de producción de pimentón en Colombia

Durante el período comprendido entre el 2013 y el 2017, los departamentos que se destacaron como productores de pimentón fueron el Valle del Cauca, Antioquia, Norte de Santander, Santander, Huila y Cundinamarca, con 603,6, 478,0, 372,5, 347,4, 203,0 y 190,7 ha cosechadas, respectivamente, al 2017. Se destaca el incremento considerable en los departamentos del Cesar y Nariño, con 300 y 150 ha, respectivamente. Para este mismo año, el Valle del Cauca aumentó su área sembrada en el 37,8 % con respecto al 2013, Antioquia el 40,3 %, Norte de Santander se mantuvo en su promedio; Santander ha venido disminuyendo (tabla 7).

Por otra parte, al 2017 Valle del Cauca representaba el 21,2 % del área cosechada del país, mientras que Antioquia tenía el 16,8 % (tabla 7).

Tabla 7. Área cosechada (ha) de pimentón por departamentos entre el 2013 y el 2017

Departamento	Área cosechada (ha)					Participación al 2017 (%)
	2013	2014	2015	2016	2017	
Valle del Cauca	375,0	438,4	410,7	484,0	603,6	21,2
Antioquia	285,0	320,0	347,0	377,8	478,0	16,8
Norte de Santander	381,5	395,3	288,5	358,5	372,5	13,1
Santander	457,5	490,0	406,5	317,4	347,4	12,2
Cesar	70,0	137,0	39,0	195,0	300,0	10,5
Huila	164,0	192,0	161,0	166,5	203,0	7,1
Cundinamarca	223,0	236,4	204,8	198,4	190,7	6,7
Nariño	77,0	89,3	97,5	153,0	159,0	5,6
Boyacá	34,8	24,8	44,4	46,9	90,9	3,2
Caldas	4,3	0,6	5,5	33,0	34,0	1,2
Quindío	19,3	26,9	31,1	31,3	31,4	1,1
Cauca	47,8	19,6	27,0	24,0	24,1	0,8
Bolívar	5,0	5,0	3,0	3,0	5,0	0,2
Risaralda	4,5	2,2	0,7	6,0	5,0	0,2
Amazonas	-	-	-	5,2	1,5	0,1
San Andrés	-	-	-	0,0	0,1	0,0
Tolima	-	-	-	-	-	0,0
Vichada	-	-	-	-	-	0,0

Fuente: Minagricultura (2019).

Entre 2009 y 2015 Antioquia produjo el 30 % del total nacional, sumado a los rendimientos más altos del país (Tabla 8). Antioquia, Santander, Norte de Santander, Valle del Cauca y Cundinamarca concentraron el 88 % de la producción del pimentón de Colombia.

Tabla 8. Evolución de la producción de pimentón (t) por departamento, entre el 2009 y el 2015

Departamentos	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Antioquia	10.868	12.373	13.270	17.578	8167	13.204	14.443
Santander	16.356	5776	3532	4644	7428	8453	10.850
Norte de Santander	1993	2807	4574	4989	7165	8189	8003
Valle del Cauca	9090	7929	8375	7707	8206	6499	4032
Cundinamarca	3885	5335	7989	5230	4032	3209	3639
Cauca	71	437	64	549	1541	884	1585
Huila	3180	2426	1064	1239	1093	1322	1362
Boyacá	826	730	711	1160	792	336	480
Cesar	240	60	232	578	102	840	365
Nariño	458	540	743	490	148	96	135
Quindío	23	78	37	357	374	246	111
Risaralda	32	0	470	68	68	38	27
Bolívar	0	0	0	20	25	25	25
Caldas	140	193	87	48	63	15	2
Amazonas	153	18	19	9	7	0	0
Tolima	2200	2200	1600	0	0	0	0
Vichada	22	14	6	0	0	0	0
Total	**49.537**	**40.916**	**42.773**	**44.666**	**39.211**	**43.356**	**45.059**

Fuente: Minagricultura (2016).

Para el período comprendido entre el 2013 y el 2017, el departamento de Antioquia presentó los mayores rendimientos a nivel nacional con un histórico que osciló entre 21,8 y 27 t/ha, aunque cabe aclarar que para el 2017 Cundinamarca presentó un pico de producción de 31,3 t/ha. Los departamentos de Norte de Santander y Santander también muestran promedios altos de rendimientos, los cuales oscilan entre 16,2 y 20,8 t/ha. A pesar de que el Valle del Cauca presentó la mayor cantidad de área sembrada, su rendimiento no supera las 14 t/ha. Los departamentos con los más bajos promedios de rendimientos fueron Nariño y Huila (tabla 9).



Tabla 9. Comparación entre el área sembrada y el rendimiento de pimentón por departamento entre el 2013-2017

Departamento	2013		2014		2015		2016		2017	
	ha	t/ha	ha	t/ha	ha	t/ha	ha	t/ha	ha	t/ha
Amazonas							5,2	0,85	1,9	0,5
Antioquia	308,0	27,0	336,0	21,8	370,0	22,1	394,0	22,3	497,0	26,8
Bolívar	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	4,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Boyacá	37,0	20,0	26,0	13,7	46,0	15,8	49,0	14,6	96,0	12,5
Caldas	6,6	10,3	1,0	6,0	5,5	6,0	45,0	8,5	45,0	10,6
Cauca	63,0	18,5	24,6	10,1	30,2	15,1	35,1	10,5	35,5	11,1
Cesar	85,0	9,0	177,0	4,0	62,0	4,0	250,0	3,6	310,0	3,5
Cundinamarca	232,0	15,6	241,0	15,4	212,5	17,0	205,3	21,1	195,0	31,3
Huila	174,0	7,2	202,0	7,2	183,0	6,1	172,5	5,8	221,5	7,4
Nariño	78,0	2,2	95,5	1,2	107,0	0,8	153,0	6,8	164,0	2,4
Norte de Santander	394,0	17,8	404,0	17,5	298,5	16,9	360,0	16,8	374,0	16,4
Quindío	19,5	11,0	28,8	10,8	31,3	7,7	32,1	22,5	32,1	11,9
Risaralda	4,5	17,8	2,2	18,0	0,7	30,0	6,0	10,0	5,0	10,0
San Andrés							0,0	5,8	0,1	2,4
Santander	493,0	17,5	544,0	16,2	453,0	16,4	386,0	20,7	393,0	20,8
Valle del Cauca	390,8	13,3	450,8	13,5	427,6	14,1	490,0	12,9	630,0	14,0
Total general	2290,44	13,8213	2537,94	12,5542	2232,3	12,8325	2588,22	13,1702	3005,03	13,9186

1.4.4 Dinámica del mercado nacional

En Colombia existen diferentes preferencias en los mercados regionales del pimentón para consumo fresco. Los frutos cuadrados de cuatro cascos y color verde son los favoritos en el departamento de Santander; en Antioquia se prefieren los pimentones rojos. En el Valle del Cauca son demandados los frutos pequeños de color rojo (Palmira y Cali) y los alargados (La Unión y municipios del norte), mientras que en Tolima gustan los pimentones rojos de forma cónica. En Bogotá se comercializan pimentones procedentes de todo el país (Ligarreto, 2012).

1.4.5 Descripción de la cadena

La cadena del pimentón está compuesta por el sector primario, el cual está en manos de los agricultores, le siguen los comerciantes, los consumidores de producto fresco y finalmente la industria de procesamiento.

La producción se concentra en fincas de tamaño mediano, entre 5 y 50 ha, que representan el 78 % del área sembrada del país en este cultivo. Las fincas grandes solamente siembran el 4 % del área total del país, mientras que las pequeñas representan el 18 %. La tabla 10 presenta la distribución de las áreas sembradas y la cantidad de fincas.

Tabla 10. Participación del área del cultivo de pimentón y de las explotaciones según tamaño de la finca

Tamaño de la finca (ha)	Explotaciones agropecuarias (%)
Menor de 1	9
Entre 1 y 3	14
Entre 3 y 5	14
Entre 5 y 10	26
Entre 10 y 15	10
Entre 15 y 25	13
Entre 25 y 50	11
Entre 50 y 100	1
Entre 100 y 500	2

Fuente: Minagricultura (2013).

La comercialización del pimentón como producto para el consumo fresco se realiza principalmente en Corabastos (Bogotá) y la Central Mayorista de Antioquia (Itagüí). De allí se distribuye a diferentes mercados, como plazas satélites, *frúvers*, tiendas de barrio y mercado institucional (Bancoldex y UT-Federación Nacional de Cafeteros, 2015). El producto procesado industrialmente se presenta en forma de encurtidos y paprika, con bajo desarrollo en el país.

1.4.6. Importancia ambiental

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

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

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

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

Según lo reportado en la *Guía ambiental hortofrutícola de Colombia* (MAVDT y Asohofrucol, 2009), las actividades desarrolladas por el subsector hortofrutícola generan impactos ambientales como contaminación de las fuentes de agua con plaguicidas, sedimentos y materia orgánica; contaminación y deterioro de la calidad del suelo; disminución de la fauna y flora y deterioro de la salud de las personas por uso inadecuado de plaguicidas, entre otros. Cabe anotar que la utilización de agua contaminada en el lavado de las frutas y otros vegetales puede llevar a la diseminación de microorganismos patógenos, como *Escherichia coli, Salmonella* spp., *Vibrio cholerae, Shigella* spp., *Cryptosporidium parvum, Giardia lamblia, Cyclopspora 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 evidencia la necesidad de implementar acciones para la preservación y conservación de los recursos naturales asociados a los sistemas de producción. El estudio de conflictos de uso de tierras en Colombia del IGAC 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 indiscriminado de plaguicidas y fertilizantes, lo cual no solo afecta la salud de las personas y la inocuidad de los productos agrícolas, sino también la productividad del suelo.

Otro aspecto tiene que ver con la 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 (ENA) (2014), (Ideam, 2015b), la mayor demanda de agua en el país corresponde al sector agrícola (56 % con respecto a la demanda total), seguida por la de los sectores doméstico, industrial y pecuario (23, 12 y 9 %, respectivamente); esto muestra la alta presión sobre las fuentes de agua, lo cual ha llevado a la necesidad de realizar proyecciones para evaluar el riesgo de abastecimiento de la población colombiana.

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

Según la FAO, 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.

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

Otros aspectos de igual importancia ligados al subsector hortofrutícola y en general a todo el sector agrícola se relacionan con los efectos asociados por la ampliación de la frontera agrícola, la explotación no sostenible de los ecosistemas y recursos forestales, que constituyen, entre otros, los factores de mayor amenaza para la conservación del patrimonio ecológico y ecosistémico (Ideam, 2015b). La tasa de deforestación en Colombia para el 2018 se estimó en 197.159 ha, de acuerdo con el resultado

del monitoreo de la deforestación realizado por Minambiente debido principalmente al avance de la frontera agropecuaria.

A la anterior problemática se adicionan la vulnerabilidad y la falta de medidas contundentes para generar una buena adaptabilidad al calentamiento global y el cambio climático. A partir del Protocolo de Kioto, firmado en 1998, se han venido divulgando los efectos del cambio climático por sus imprevisibles riesgos en cuanto a efectos 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 CH_4 y NO_2 y, en menor cantidad, CO y NOx. En Colombia, el sector agrícola es el de mayor importancia en lo relacionado con la emisión de óxido nitroso: 72,4 % del total nacional. Las quemas de praderas y residuos de cosecha son fuente de emisiones de metano, monóxido de carbono, óxido nitroso y óxidos de nitrógeno, considerados como gases de efecto invernadero. La quema de bosques que acompaña el proceso de deforestación es la responsable del 23 % de las emisiones de CO_2 con respecto al total nacional.

1.5 Marco político

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

Tabla 11. Marco de políticas y lineamientos relacionados con la zonificación de aptitud del cultivo comercial de pimentón 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, que promulga elevar la eficiencia y la competitividad de los productos agrícolas, pecuarios y pesqueros mediante la creación de condiciones especiales y crear las bases de un sistema de Incentivos a la Capitalización Rural (ICR) y a la protección de los recursos naturales.
Decreto 626 de 1994	Reglamenta parcialmente la Ley 101 de 1993 y dicta algunas disposiciones sobre el Incentivo a la capitalización rural, específicamente el artículo 28.
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.

Fuente: Elaboración propia.

1.6 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 del pimentón.

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

Tabla 12. Normograma para la zonificación de aptitud del cultivo comercial de pimentón en Colombia

Marco normativo	Lineamientos relacionados con la zonificación
Resolución Minsalud 14712 de 1984	Reglamenta lo relacionado con producción, procesamiento, transporte, almacenamiento y comercialización de vegetales como frutas y hortalizas elaboradas.
Resolución Minsalud 7992 de 1991	Reglamenta parcialmente el título V de la Ley 09 de 1979 en lo relacionado con la elaboración, conservación y comercialización de jugos, concentrados, néctares, pulpas, pulpas azucaradas y refrescos de frutas.
Ley 70 de 1993	Establece mecanismos para la protección de la identidad cultural y de los derechos de las comunidades negras de Colombia como grupo étnico y el fomento de su desarrollo económico y social a fin de garantizar que estas comunidades obtengan condiciones reales de igualdad de oportunidades frente al resto de la sociedad colombiana.
Ley 99 de 1993	Crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental (Sina) y se dictan otras disposiciones.
Decreto 1840 de 1994	Reglamenta el artículo 65 de la Ley 101 de 1993 mediante la definición del ámbito de aplicación, obligaciones, sanciones y demás acciones del ICA en lo referente al desarrollo de políticas y planes tendientes a la protección de la sanidad, la producción y la productividad agropecuarias del país.
Ley 160 de 1994, artículo 69	Sabanas comunales y playones. Zonas con riesgo de inundaciones. Islas, playones y madreviejas desecadas de los ríos, lagos y ciénagas de propiedad nacional.
Ley 160 de 1994, capítulo XIV, Decreto 2164 de 1995	Reglamenta sobre la dotación y titulación de tierras a comunidades indígenas. Constitución de resguardos indígenas.
Resolución Minsalud 599 de 1998	Adopta el formulario único para solicitud, modificación y renovación del registro sanitario para los productos alimenticios y se establece la nomenclatura para la expedición de registro sanitario de los alimentos de fabricación nacional y de los importados.
Decreto 1996 de 1999	Reglamenta reservas de la sociedad civil.
Ley 811 de 2003	Crea las organizaciones de cadenas en los sectores agropecuario, pesquero, forestal, acuícola y las sociedades agrarias de transformación (SAT) y se dictan disposiciones para mejorar la competitividad de las cadenas estableciendo los acuerdos de competitividad entre los eslabones de la cadena.
Decreto Ley 4145 de 2011	Crea la Unidad de Planificación de Tierras Rurales, Adecuación de Tierras y Usos Agropecuarios (UPRA) y se dictan otras disposiciones.
GENERALES	
Decisión CAN 182 de 1983	Crea el Sistema Andino "José Celestino Mutis" sobre agricultura, seguridad alimentaria y conservación del ambiente.
Resolución ICA 431 de 1996	Establece requisitos fitosanitarios de aplicación al comercio de productos agrícolas según Norma Andina.
Resolución Minambiente 1442 de 2008	Establece el procedimiento para la expedición del dictamen técnico-ambiental al que alude la Norma Andina para el registro y control de plaguicidas químicos de uso agrícola, Decisión 436, de la Comisión de la Comunidad Andina, y se toman otras determinaciones.
Resolución ICA 3593 de 2015	Crea el mecanismo para establecer, mantener, actualizar y divulgar el listado de plagas reglamentadas de Colombia.
REGLAMENTACIÓN ICA EN SEMILLAS	
Resolución ICA 1226 de 1976	Confiere al ICA la función de controlar la calidad de los insumos agrícolas y en especial la producción y comercialización de semillas de conformidad con los decretos 2420 y 3120 de 1968 y 133 de 1976.
Resolución ICA 1880 de 1992	Establece los requisitos para el control de la calidad de las semillas que se produzcan, importen, exporten o distribuyan para siembra en el país y se dictan otras disposiciones.
Resolución ICA 3034 de 1999	Expide normas para la producción, importación, exportación, distribución y comercialización de semillas en el país y se dictan otras disposiciones.
Resolución ICA 2046 de 2003	Expide normas para la producción, importación, exportación, distribución y comercialización de semillas para siembra en el país, su control, y se dictan otras disposiciones.
Resolución ICA 0148 de 2005	Expide normas para la producción, importación, exportación, distribución y comercialización de semillas para siembra en el país, su control, y se dictan otras disposiciones.
Resolución ICA 3168 de 2015	Reglamenta y controla la producción, importación y exportación de semillas producto del mejoramiento genético para la comercialización y siembra en el país, así como el registro de las unidades de evaluación agronómica y/o unidades de investigación en fitomejoramiento y se dictan otras disposiciones.
Resolución ICA 30021 de 2017	Establece los requisitos para la certificación en Buenas Prácticas Agrícolas en producción primaria de vegetales y otras especies para consumo humano.

REGULACIÓN EN INSUMOS AGRÍCOLAS	
Decisión 436 de 1998 de la CAN	Establece registro y control de plaguicidas químicos de uso agrícola y su Resolución 630 de 2002, Manual Técnico Andino, para el registro y control de plaguicidas químicos de uso agrícola, de acuerdo con Norma Andina.
Resolución ICA 3759 de 2003	Dicta disposiciones sobre el registro y control de plaguicidas.
Resolución 2906 Minsocial de 2007	Establece los límites máximos de residuos de plaguicidas (LMR) en alimentos para consumo humano y en piensos o forrajes.
Resolución ICA 4754 de 2011	Establece los requisitos para la ampliación de uso de bioinsumos y plaguicidas de uso agrícola en cultivos menores y se dictan otras disposiciones.
REGLAMENTACIÓN RELACIONADA CON ESTATUS SANITARIO	
Decisión CAN 253 de 1989	Promulga el Programa andino de prevención, control y erradicación de las moscas de la fruta.
Resolución ICA 2697 de 2008	Declara a Colombia como país libre de especies del género ***Bactrocera*** y se establecen las medidas necesarias para su mantenimiento.
Resolución ICA 001 de 2011	Establece medidas fitosanitarias para el control de mosca de las frutas en el territorio nacional y se dictan otras disposiciones.
REGLAMENTACIÓN ICA SOBRE EXPORTACIONES	
Resolución ICA 3761 de 2014	Autoriza terminales marítimos, aeropuertos, puertos fluviales y pasos terrestres de frontera como puntos de ingreso, salida y tránsito autorizado para el comercio internacional de plantas, animales, sus productos y artículos reglamentados.
Resolución ICA 448 de 2016	Establece los requisitos para el registro ante el ICA de los predios de producción de vegetales para exportación en fresco, el registro de los exportadores y el registro de las plantas empacadoras de vegetales para la exportación en fresco.
NORMATIVIDAD AMBIENTAL	
Ley 2.ª de 1959	Dicta normas «***sobre economía forestal de la nación y conservación de los recursos naturales renovables***», establece siete zonas con carácter de zonas forestales protectoras y bosques de interés general, dentro de las que se incluyen zonas de alta montaña y las divisorias de agua de la cordillera Central. También se sujeta la ocupación de las tierras baldías a la reglamentación que tenga por objeto evitar la erosión y proveer la conservación de las aguas. Reservas forestales, descontadas las sustracciones vigentes, distritos de manejo integrado (DMI) y áreas de manejo especial (AME): artículo 7.º.
Decreto 2811 de 1974	Promulga el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente
Decreto 622 de 1977	Versa sobre áreas protegidas del sistema de parques nacionales naturales, distritos de manejo integrado, reservas forestales protectoras, parques naturales regionales, distritos de conservación de suelos, áreas de recreación.
Ley 160 de 1994, artículo 67; Ley 1728 de 2014, parágrafo 1	Establece zonas de protección 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 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 1628 Minambiente de 2015 y Resolución 1814 Minambiente de 2015	Declaran las zonas de protección como medida de precaución de carácter nacional (áreas protegidas nacionales en proceso de declaratoria por parte de parques nacionales naturales) y de carácter regional (áreas protegidas regionales en proceso de declaratoria por parte de las corporaciones autónomas regionales).
Ley general de cultura	Versa sobre 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 Minagricultura 261 de 2018	Por medio de la cual se define la frontera agrícola nacional y se adopta la metodología para la identificación general.

Fuente: Elaboración propia.

1.7 Alcances y limitaciones

El mapa de zonificación de aptitud para el cultivo comercial de pimentón en Colombia a escala 1:100.000 contribuye a atender los objetivos y funciones de la UPRA fortaleciendo el desarrollo de políticas para el subsector del pimentón 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, 1:100.000, de tipo general. Por tal razón, no es un instrumento de regulación o reglamentación de uso del suelo, cuya competencia corresponde a los entes territoriales en su área de jurisdicción, y no reemplaza la elaboración de proyectos de inversión puntuales, los cuales requieren análisis e información más detallados, donde sean avalados a nivel local los requerimientos específicos de acuerdo con el tipo de especies, variedades o híbridos y las condiciones de competitividad relacionadas con la ubicación del proyecto, los objetivos específicos de la producción, los productos por obtener, el mercado y el flujo de caja del proyecto.

Dicha zonificación se desarrolla considerando las siguientes premisas:

- La zonificación prioriza las áreas más competitivas para el desarrollo de cultivos comerciales del pimentón, por lo cual se identifican los territorios con mejores condiciones en cada criterio de análisis.
- Las áreas con restricción legal son catalogadas como excluyentes y predominan bajo esta clasificación, independientemente de la aptitud identificada en los diferentes criterios.
- Las áreas donde se aplique normatividad de tipo ambiental, social y cultural que condicione el uso a otros procesos o instrumentos vigentes, tales como los territorios colectivos, deben ser analizadas de forma diferencial a fin de proteger el patrimonio cultural material e inmaterial del país y el derecho de autodeterminación de dichas comunidades.
- El cultivo comercial de pimentón no pondrá en riesgo áreas naturales o con potencial como ecosistemas estratégicos para la provisión de servicios ecosistémicos (bosques, subpáramos, páramos, rondas hídricas, zonas de recarga de acuíferos), por lo cual prima para estas el criterio de exclusión técnica y legal.
- La inclusión de nuevos criterios o variables dentro del proceso de zonificación está sujeta a la disponibilidad de información oficial; en este sentido, algunas variables que pueden ser relevantes no se contemplan en la metodología hasta que la información sea entregada de manera oficial por la entidad encargada de su desarrollo.
- Finalmente, el mapa de zonificación de aptitud para el cultivo comercial de pimentón 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, lo cual plantea la necesidad de actualizar la zonificación por lo menos cada cinco años mediante un proceso sistemático que facilite el proceso.



2. Marco conceptual

2. Marco conceptual

La gestión sostenible del ambiente, la sociedad y la economía se ha convertido en tema central para el diseño de las políticas y las decisiones de planificación sectorial en la mayor parte del mundo (Rodiek, 2008). Para una planificación efectiva del uso del suelo con fines productivos, los gobiernos y las entidades encargadas de la planificación agrícola requieren información sobre la capacidad de la tierra para apoyar diversos usos de esta (Harms *et al*., 2015) ya que este sector es uno de los más importantes para el bienestar humano debido a que aumenta los ingresos y la condición social de los agricultores 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 4).

Figura 4. Marco conceptual para la zonificación de aptitud de cultivos comerciales



Fuente: UPRA (2014).

La zonificación utiliza para la integración de los componentes un proceso analítico jerárquico como técnica de análisis multicriterio denominado *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 par de criterios para posteriormente llevarlos al programa estadístico *PriEsT,* donde se le asignan pesos a cada criterio.

Dentro del proceso metodológico que implica la integración de los mapas, la UPRA utiliza una primera matriz *AHP* para integrar los componentes físicos y socioecosistémicos denominada integrado biofísico; la segunda matriz 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 de 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.

La metodología diseñada por la FAO como procedimiento para el ordenamiento territorial local, regional y nacional, aunque presenta limitaciones por centrarse en el aspecto físico, se constituye en el más empleado en todo el mundo. La FAO propone un conjunto de cualidades y características para ser utilizadas en el proceso de evaluación de tierras (en este desarrollo metodológico, denominados criterios y variables, respectivamente), cuyo número es flexible y está determinado por los objetivos de aplicación, la escala de trabajo y los datos disponibles (FAO, 2007).

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

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 pimentón, 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 socioecológicos que se dan en estos sistemas han de buscar de forma permanente el ideal de la sostenibilidad (UPRA, 2016).

El objeto de una visión socioecosistémica es plasmar en el desarrollo productivo estrategias de gestión que consideren la dinámica natural de los ecosistemas, las interacciones sociedad-naturaleza, el uso sostenible de bienes y servicios ecosistémicos y el mantenimiento de la integridad ecológica como aportantes a la productividad y competitividad del sistema, en desarrollo del paradigma de conservación para el bienestar humano (MADS, 2012; Martin-López *et al*., 2009, citado por UPRA, 2014).

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

Esta visión, dentro de la zonificación, adquiere importancia trascendental puesto que incorpora los fundamentos para el mantenimiento del capital natural (biodiversidad, integridad ecológica, servicios ecosistémicos, entre otros), 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 enfoque de competitividad, definida por la productividad con la que un país utiliza sus recursos humanos, económicos y naturales para la producción de bienes y servicios de mayor calidad y menor precio que otros productores domésticos e internacionales (Porter, 1980), constituye el factor determinante del modelo de crecimiento y desarrollo del sector agropecuario toda vez que es la condición de viabilidad de los productos en el mercado y genera oportunidades sostenibles para todos los habitantes del campo (DNP, 2010).

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

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

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



3. Marco metodológico

3. Marco metodológico

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

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

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

La evaluación multicriterio es un método que se ha diseñado para cubrir un objetivo específico cuando se requiere evaluar varios criterios, considerando un criterio como la base para una decisión que puede medirse o evaluarse. Los criterios pueden ser de dos tipos: factores o restricciones; un factor es un criterio que mejora o reduce la aptitud de una alternativa específica para la actividad en consideración, y una restricción es un criterio que limita dichas alternativas (Eastman *et al*., 1995).

Dentro de la evaluación multicriterio, una de las técnicas más sencillas y más frecuentemente aplicada es la suma lineal ponderada. El objeto principal de la evaluación multicriterio es dar pautas para combinar la información de varios criterios para formar así un índice único de evaluación. En el caso de los criterios restrictivos se utiliza la lógica booleana, es decir, sí existe la restricción o no. Solo da lugar a una de esas dos palabras. En el caso de los 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 *et al.*, 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 pimentón.
- **De exclusión técnica:** Zonas en las cuales, por condiciones técnicas de tipo físico o socioecosistémico, no es factible el establecimiento del cultivo comercial de pimentón.
- **De exclusión legal:** Independientemente de la categoría de aptitud, por consideraciones sociales, culturales, ambientales o de bioseguridad, no es posible el desarrollo de la actividad productiva.
- **Condicionantes:** Zonas con condicionante legal o técnico que, independientemente de la categoría de aptitud, requieren un análisis complementario de tipo social, cultural, ambiental o de bioseguridad para el desarrollo de actividades agropecuarias con fines comerciales.

En la figura 5 se muestra el tipo de criterios que se abordaron en el desarrollo de la zonificación y la manera como interactúan entre sí.

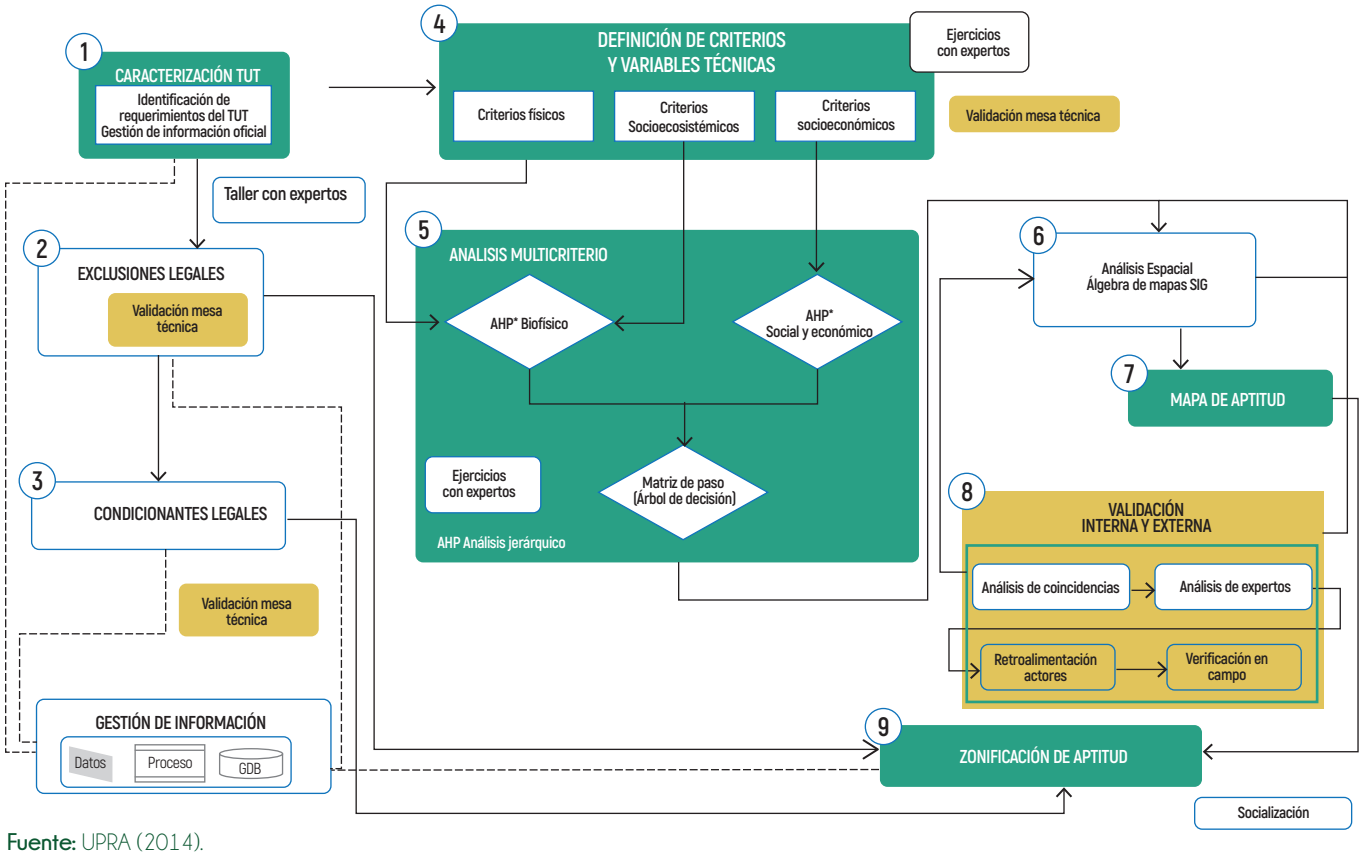
Figura 5. Tipos de criterios empleados en la zonificación de aptitud de cultivos comerciales



Fuente: UPRA (2014).

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

Figura 6. Esquema metodológico de la zonificación de aptitud de cultivos comerciales



Fuente: UPRA (2014).

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

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

Identificación de exclusiones legales: Según la normatividad vigente, asociada principalmente al componente socioecosistémico, se establecen las diferentes figuras que excluyen la actividad productiva en determinados sitios del territorio nacional.

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

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*".

Análisis multicriterio: Método diseñado para evaluar la importancia de los criterios y ponderarlos dentro del modelo de zonificación de aptitud a través de matrices de proceso analítico jerárquico (método *AHP*). La primera matriz corresponde al componente biofísico (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).

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

Mapa de aptitud: Resultado de la aplicación de la metodología propuesta, se presentan las zonas aptas y no aptas para el cultivo comercial de pimentón y los resultados de índole nacional, departamental y municipal.

Validación de resultados: Se socializan y validan los resultados de las zonas aptas y no aptas para el cultivo comercial de pimentón a nivel nacional, departamental y municipal.

Resultados: se obtiene la representación cartográfica de las zonas aptas y no aptas para el cultivo comercial de pimentón con sus respectivas estadísticas de carácter nacional, departamental y municipal.

3.1. Definición del TUT

El TUT es una descripción, en un nivel apropiado de detalle, del uso de la tierra; incluye las características del sistema de producción, los contextos socioeconómico y ecológico, entre otros, que le confieren rasgos diferenciadores al cultivo de pimentón desde un punto de vista de evaluación de tierras; es decir, 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 en el presente documento corresponde al «Cultivo comercial de pimentón (Capsicum annuum), cuya producción está dirigida al consumo en fresco o a la transformación industrial, para el 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.

3.2. Criterios de análisis jerárquico

3.2.1. Criterios físicos

A través del análisis de los elementos en un espacio territorial, se puede determinar en primera instancia la aptitud o no de un territorio para soportar un tipo de producción definida. De acuerdo con los estudios agronómicos realizados para el cultivo de pimentón, se han precisado algunas características desde este componente, que identifican criterios y variables para su aplicación, los cuales están agrupados en tres subcomponentes: climático, edáfico y fitosanitario (Figura 7).

Figura 7. Criterios y variables del componente físico



Fuente: Elaboración propia.

- **Subcomponente climático:** Conjunto cambiante de las condiciones atmosféricas propias de un lugar o región; se caracteriza por los estados y evoluciones de las variables climáticas (temperatura, precipitación, humedad del aire, radiación, viento) durante un largo período. Para la zonificación se tomaron como criterio de evaluación las condiciones climáticas; según los estudios agroclimáticos realizados en el cultivo comercial de pimentón, se precisaron los elementos climáticos que tienen mayor incidencia en las fases de desarrollo del cultivo, tales como la temperatura, la precipitación o lluvia y el brillo solar (tabla 13).

Tabla 13. Criterio y variables del subcomponente climático

Criterio	Definición	Variable
Condiciones climáticas	Conjunto de las condiciones meteorológicas correspondientes a un espacio geográfico específico, caracterizado por las estadísticas basadas en un período cronológico extenso de las variables o elementos climáticos referentes al estado de la atmósfera en dicho espacio. Cuando se hace referencia al clima, se hace énfasis en los tres elementos climáticos más representativos e importantes desde el punto de vista de la producción del cultivo de pimentón: la temperatura, la precipitación y el brillo solar.	Temperatura media anual: 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 anual: Cantidad de agua que cae en forma líquida o sólida sobre la superficie terrestre. En términos prácticos, es la cantidad de lluvia media que se precipita en una determinada zona y contribuye a la necesidad hídrica del cultivo de pimentón. La unidad de precipitación es el milímetro (mm). 1 mm de precipitación equivale a 1 L de agua/m2 de superficie (10 m3 de agua/ha).
		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.

Fuente: Elaboración propia.

- **Subcomponente edáfico:** El suelo, como cuerpo natural y complejo, tiene vital importancia en el desarrollo de los cultivos ya que el comportamiento de las especies vegetales está en función de las características de este. El cultivo de pimentón requiere condiciones óptimas para su siembra, establecimiento, crecimiento y desarrollo (tabla 14).

Tabla 14. Criterios y variables del subcomponente edáfico

Criterio	Definición	Variable
Condiciones de enraizamiento	Integra las características físicas del suelo que permiten el desarrollo óptimo de las raíces de las plantas. Tienen relación con la profundidad efectiva del suelo –es decir, la profundidad hasta donde penetran las raíces sin obstáculo–, con el tipo de textura y con el contenido de fragmentos de roca. En la medida en que las raíces pueden explorar mayor volumen de suelo, mayores son las posibilidades de las plantas para abastecerse de agua y nutrientes.	**Profundidad efectiva:** Total de la profundidad del perfil del suelo favorable para el desarrollo de las raíces (USDA, 1961). También se entiende como profundidad radicular, es decir, el espacio en el que las raíces de las plantas pueden penetrar sin mayores restricciones para conseguir el agua y los nutrientes indispensables.
		Textura: Proporción relativa en que se encuentran, en una masa de suelo, varios grupos de granos individuales asociados por tamaño. Se refiere específicamente a las proporciones relativas de las partículas o fracciones de arena, limo y arcilla en la fracción fina del suelo, es decir, en la tierra tamizada y con diámetro inferior a 2 mm (IGAC, 1985, citado por Ingeominas, 2002).
		Pedregosidad: cantidad de fragmentos de roca presentes en el suelo. De acuerdo con van Wambeke y Forbes (1985), los fragmentos de roca son trozos sueltos de roca de 2 mm de diámetro o mayores. Se reconocen de acuerdo con su tamaño como grava, guijarro, piedra y bloques. Para fines prácticos de manejo de suelos, toma la dimensión de fragmentos de roca mayores a 7,6 cm de diámetro, que incluye guijarros, piedras y bloques.

Criterio	Definición	Variable
Capacidad de laboreo	Facilidad o dificultad que un terreno presenta en su preparación o adecuación para establecer un cultivo. El establecimiento del cultivo de pimentón implica el uso de maquinaria, especialmente en lo que tiene que ver con la arada, caballoneo o construcción de drenajes. Depende de la pendiente, de la clase textural de la capa arable y de la presencia de pedregosidad en superficie y dentro del perfil. La combinación de estas características determina la aptitud de las tierras para su laboreo.	**Pendiente:** Inclinación de un terreno respecto a un plano horizontal que pasa por su base. Se expresa como un gradiente calculado en grados sexagesimales, centesimales o porcentaje; en términos trigonométricos, corresponde a la tangente del ángulo formado entre el declive y su correspondiente horizontal.
		Textura: Proporción relativa en que se encuentran, en una masa de suelo, varios grupos de granos individuales asociados por tamaño. Se refiere específicamente a las proporciones relativas de las partículas o fracciones de arena, limo y arcilla en la fracción fina del suelo, es decir, en la tierra tamizada y con diámetro inferior a 2 mm (IGAC, 1990).
		Pedregosidad: Cantidad de fragmentos de roca presentes en el suelo. De acuerdo con van Wambeke y Forbes (1985), los fragmentos de roca son trozos sueltos de roca de 2 mm de diámetro o mayores. Se reconocen de acuerdo con su tamaño como grava, guijarro, piedra y bloques. Para fines prácticos de manejo de suelos, toma la dimensión de fragmentos de roca mayores a 7,6 cm de diámetro, que incluye guijarros, piedras y bloques.
Disponibilidad de oxígeno	Cualidad del suelo que indica sus condiciones de aireación. Cuando el suelo está libre de saturación de agua, los poros le permiten la libre circulación de CO_2 hacia la atmósfera y la entrada de oxígeno del exterior para ser absorbido por las plantas.	**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 masa de agua; y 2) acumulación de agua procedente de drenajes en zonas que normalmente no se encuentran anegadas (OMM y 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).
		Drenaje natural: Tiempo en el que el agua permanece en la superficie del suelo; también se asocia a la remoción natural del exceso de agua acumulada sobre la superficie y a lo largo del perfil de suelo. El drenaje natural combina el drenaje interno y externo del suelo, tiene en cuenta la relación entre pendiente, escorrentía e infiltración y las evidencias de procesos de óxido-reducción y colores gley, así como de la profundidad a la cual aparece el nivel freático (Cortés y Malagón, 1984).
Disponibilidad de humedad	Capacidad que tienen los suelos para aportar agua aprovechable para las plantas en cantidades suficientes para su desarrollo; se relaciona con el contenido y movimiento interno del agua en el suelo y con la posibilidad de retención de humedad durante el año, la cual depende a su vez de las clases texturales de los suelos y de los regímenes pluviométricos. El criterio es 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 menor a 15 bares, pero mayor a 0) y la clase textural de los suelos.	**Régimen de humedad:** Se define en términos del nivel de agua subterránea y de la presencia o ausencia de agua retenida a una tensión inferior a 1500 kPa en la sección de control (USDA, 2014). Para el cultivo de pimentón, los regímenes de humedad están condicionados a la distribución de las lluvias de cada una de las regiones y al número de días secos consecutivos durante el año. El régimen de humedad údico es el óptimo para el cultivo de pimentón debido a que se asocia al régimen de lluvias bimodal.
		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 del catión sodio y la saturación de aluminio. En el ámbito de los suelos colombianos, tiene gran importancia en suelos ácidos de clima húmedo la presencia de altas saturaciones de aluminio, y en suelos básicos, generalmente de climas secos, las altas concentraciones de sales y de sodio.	**Salinidad o sodicidad:** Se define como el alto contenido de sales solubles o sodio intercambiable en el suelo. El contenido de sales se determina normalmente en términos de la conductividad eléctrica, pero puede expresarse como cantidad o porcentaje de sales en el suelo, como también cantidad de aniones en la fracción de cambio. El sodio se determina como el porcentaje de sodio intercambiable (PSI).
		Saturación de aluminio: Proporción de Al^{+++} en el complejo de cambio y en la solución del suelo. Corresponde a la acidez intercambiable: Se debe a los iones Al^{+++} e H^{+} intercambiables (desplazables) con una sal neutra (KCl). También incluye pequeñas cantidades de hierro, manganeso y zinc intercambiables (IGAC, 1979).

Criterio	Definición	Variable
Disponibilidad de nutrientes	Cualidad de un suelo que le permite proporcionar compuestos, en cantidades adecuadas y en un balance apropiado, para el crecimiento de plantas específicas, cuando otros factores de crecimiento tales como la luz, la humedad, la temperatura y la condición física del suelo son favorables (USDA, 1961). Contiene las variables que inciden en el aporte y almacenamiento de los nutrientes y está relacionada directamente con los contenidos en el suelo de los elementos mayores y los elementos menores, necesarios para el desarrollo de los frutos.	**Acidez (pH):** Logaritmo negativo de la actividad de iones H^+ en la solución o suspensión del suelo.
		Saturación de bases: Suma de las bases cambiables calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K) y sodio (Na), expresada como porcentaje de la capacidad total de intercambio catiónico; el porcentaje de acidez intercambiable [aluminio (Al) e hidrógeno (H)] corresponde al complemento del 100 % (Fassbender y Bornemisza, 1987).
		Carbono orgánico: Es el principal elemento que forma parte de la materia orgánica del suelo, por lo cual es común que ambos términos se confundan o se hable indistintamente de uno u otro. La materia orgánica del suelo es el conjunto de residuos orgánicos de origen animal o vegetal que están en diferentes etapas de descomposición, que se acumulan en la superficie y dentro del perfil del suelo (Rosell, 1999, citado por Martínez ***et al***., 2008). Además, incluye una fracción viva (biota) que participa en la descomposición y transformación de los residuos orgánicos (Aguilera ***et al.,*** 2009, citado por Martínez ***et al***., 2008). El contenido de materia orgánica en el suelo se mide por el porcentaje de carbono orgánico. En términos generales, el contenido de materia orgánica es cerca del doble del carbono orgánico.
		Capacidad de intercambio catiónico (CIC): Mide la capacidad del suelo para retener e intercambiar cationes (Ca, Mg, K, Cu, Zn, Fe, Mn y amonio), algunos de los cuales son necesarios para la nutrición de las plantas y regularización de la disponibilidad de nutrientes. Se expresa en cmol/kg suelo. La capacidad de intercambio de cationes y aniones constituye una de las características más importantes del suelo ya que, independientemente de otras interpretaciones, determina la retención de la mayoría de los elementos requeridos para la nutrición vegetal y constituye gran parte de la capacidad reguladora del medio (Cortés y Malagón, 1984).
Susceptibilidad a la pérdida de suelos	Grado o nivel de vulnerabilidad de las tierras a ser afectadas por los agentes erosivos; integra las variables que causan o que originan dichas pérdidas. El cultivo comercial de pimentón involucra el uso intensivo del suelo, por lo cual se presentan períodos sin cobertura vegetal, dejándolo expuesto a la erosión por escorrentía, principalmente. Esto ocurre durante la siembra y desyerba. Los grados de erosión reflejan la intensidad actual y la afectación en superficie por los procesos de erosión.	**Pendiente:** Corresponde a la inclinación de un terreno respecto a un plano horizontal que pasa por su base. Se expresa como un gradiente calculado en grados sexagesimales, 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, viento u otros agentes geológicos (USDA, 1961).
		Susceptibilidad a movimientos en masa: 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).

Fuente: Elaboración propia.

- **Subcomponente fitosanitario:** Se identificaron los problemas de plagas y enfermedades más recurrentes a lo largo de las zonas productoras. El criterio asociado a este subcomponente se denomina riesgo fitosanitario, el cual se explica por las condiciones climáticas (temperatura, precipitación y humedad relativa) que inciden directamente en el proceso epidemiológico (aparición, inoculación, propagación e infección) de los agentes patógenos de mayor impacto en el cultivo de pimentón. En función de este propósito, se consideraron como las más importantes para el cultivo comercial de pimentón dos enfermedades: *Phytophthora capsici* y *Xanthomonas campestris* pv. *Vesicatoria*, y dos insectos-plaga: el complejo de mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci*) y el trips *Frankliniella occidentalis* (tabla 15).

Tabla 15. Variables del subcomponente fitosanitario

Criterio	Definición	Variable
Riesgo fitosanitario	Conjunto de las principales condiciones ambientales (temperatura, precipitación y humedad relativa) que explican el riesgo de inoculación, infección, propagación y daños causados por: *P. capsici*, *X. campestris* pv. v*esicatoria,* moscas blancas (*T. vaporariorum* y *B. tabaci*) y *F. occidentalis* en cultivos comerciales de pimentón.	**Temperatura asociada a *Phytophthora capsici*:** Influencia de la temperatura media anual en la aparición, dispersión, infección y desarrollo de *P. capsici* en el cultivo comercial de pimentón.
		Precipitación asociada a *Phytophthora capsici*: Influencia de la precipitación total anual en la aparición, dispersión, infección y desarrollo de *P. capsici* en el cultivo comercial de pimentón.
		Temperatura asociada a *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*: Influencia de la temperatura media anual en la inoculación, infección, propagación y daños causados por *X. campestris* pv. *vesicatoria* en el cultivo comercial de pimentón.
		Humedad relativa asociada a *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*: Influencia de la humedad relativa en la inoculación, infección, propagación y daños causados por el agente bacteriano *X. campestris* pv. *vesicatoria* en el cultivo comercial de pimentón.
		Temperatura asociada a *Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci*: Influencia de la temperatura media anual que condiciona la aparición, infección y desarrollo de las moscas blancas en el cultivo comercial de pimentón.
		Temperatura asociada a *Frankliniella occidentalis*: Influencia de la temperatura media anual que condiciona la aparición, infección y desarrollo del trips en el cultivo comercial de pimentón.

Fuente: Elaboración propia.

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 de la naturaleza. De esta manera, el objeto último del enfoque socioecosistémico, como un enfoque donde las estrategias de gestión deben considerar tanto la dinámica en las diferentes escalas de la organización biológica como en las relaciones e interacciones entre los sistemas ecológicos y sociales, es el uso sostenible de los bienes y servicios de los ecosistemas y el mantenimiento de la integridad ecológica como paradigma de conservación para el bienestar humano (Martin-López *et al*., 2009 y Minambiente, 2012, citados por UPRA, 2014).

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

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

Para la determinación de este potencial, en la escala de trabajo a nivel nacional (1:100.000), se identifican algunos atributos ecosistémicos y de paisaje, cuya simplicidad y alto valor predictivo y de síntesis permiten obtener una interpretación desde una visión sistémica de la estructura, función y dinámica ecológica (figura 8).

Figura 8. Relación entre los atributos y criterios de estructura, función y dinámica para la interpretación socioeconómica



Fuente: UPRA (2014).

Estos atributos se evaluaron a partir de los siguientes criterios: cambio de cobertura (estructura), integridad ecológica (función), apropiación de agua, variación del contenido estimado de carbono y amenaza por incendios de la cobertura vegetal (dinámica).

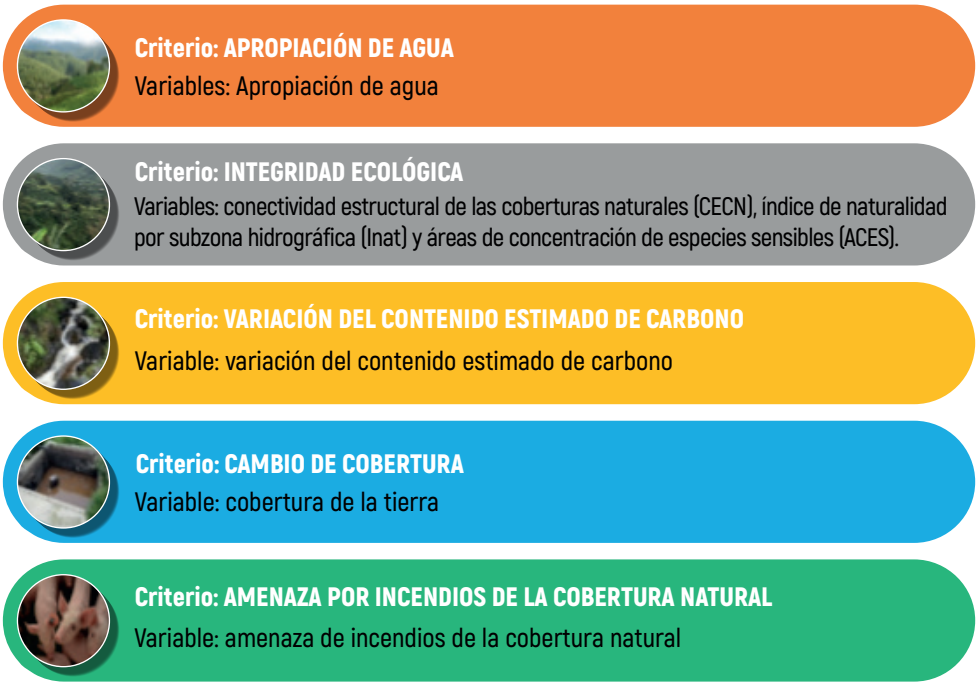
Desde el componente socioecosistémico, la aptitud representa el potencial del territorio para el desarrollo del cultivo comercial de pimentón y permanencia de la actividad. De esta forma, las áreas con mayor aptitud para el cultivo de pimentón son aquellas donde la actividad productiva genera un menor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

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

Desde el componente socioecosistémico se aborda un grupo de criterios que delimitan áreas de aptitud (factores), otro grupo que condiciona o da ciertas alertas a la utilización de un área para el establecimiento y desarrollo del cultivo por aspectos legales, en este caso pimentón, y por último un grupo que por aspectos normativos y legales excluye cualquier actividad asociada a esta cadena.

La figura 9 y la tabla 16 muestran el detalle de los criterios y variables del componente socioecosistémico para su aplicación en la definición de la aptitud para el establecimiento y desarrollo del cultivo comercial de pimentón.

Figura 9. Criterios y variables del componente socioecosistémico



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16. Criterios y variables del componente socioecosistémico

Criterio	Definición	Variable
Apropiación de agua	Representa la cantidad de agua que es retenida del flujo de la cuenca para satisfacer la demanda de la especie, tanto para su crecimiento como materia prima para el sustento del cultivo y en la producción del pimentón.	**Apropiación de agua:** Permite estimar la sostenibilidad hídrica de la unidad geográfica de análisis (polígonos de evapotranspiración real por subzona hidrográfica (SZH)) en el caso de establecimiento del cultivo de pimentón. 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	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» (Corcoran, 2005; Ciontescu, 2012).	**Conectividad estructural de las coberturas naturales (CECN):** Medida a escala del paisaje transformado que permite dar una aproximación rápida sobre la continuidad de los hábitats como espacio vital requerido para el mantenimiento de la biodiversidad natural y el desarrollo de las funciones ecosistémicas.
		Índice de naturalidad por subzona hidrográfica **(Inat):** 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 sitios donde tiene lugar la concentración de especies sensibles a través de indicadores como la densidad en polígonos definidos como áreas prioritarias para la conservación o la riqueza de especies migratorias en áreas críticas sobre agroecosistemas. De igual forma, se integran las áreas de importancia para la conservación de aves (AICA).

Criterio	Definición	Variable
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 la cobertura para el establecimiento del cultivo comercial de pimentón.	**Variación del contenido estimado de carbono:** Permite determinar la sostenibilidad ambiental de un territorio en términos de la prestación del servicio ecosistémico de almacenamiento de carbono. De forma complementaria, esta estimación permite incorporar elementos de competitividad ambiental y económica, pues se puede articular a los esfuerzos nacionales e internacionales de reducción de gases de efecto invernadero, los cuales pretenden disminuir la huella de carbono.
Cambio de cobertura	Grado de favorabilidad del cambio de la cobertura para el establecimiento del cultivo de pimentón, determinado en el marco de la sostenibilidad del territorio, bajo los siguientes principios: grado de antropización y transformación de las coberturas; importancia ecológica y ambiental de cada tipo de cobertura, de acuerdo con sus características e importancia de la cobertura frente a la producción alimentaria.	**Cobertura de la tierra:** Permite identificar áreas con vegetación natural sujetas a exclusiones y áreas transformadas donde es favorable establecer el cultivo comercial de pimentón 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	Probabilidad de un área 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 pimentón establecidos en una zona determinada.	**Amenaza de incendios de la cobertura vegetal:** 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.

Fuente: Elaboración propia.

3.2.3. Criterios socioeconómicos

La competitividad es la capacidad para la producción de bienes y servicios de mayor calidad y menor precio frente a otros productores domésticos e internacionales 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 Porter, 1985).

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

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

En relación con la zonificación de aptitud para el cultivo comercial de pimentón, la competitividad se expresa como la capacidad de una región (municipio) para generar las condiciones de producción que promuevan el desarrollo sostenido de los cultivos del pimentón con fines comerciales, con lo cual se permite mejorar de manera permanente las condiciones de vida y bienestar de sus habitantes y, en particular, de los empresarios y familias dedicados a esta actividad en particular.

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

Un mercado competitivo significa mejores vías terrestres, precios y condiciones favorables de la tierra, seguridad pública estable, mercado laboral disponible y con buena mano de obra calificada y no calificada, generación de riqueza y apalancamientos financieros. Todo lo anterior redundará en beneficio del productor del pimentón y de las comunidades locales, representado en mejores condiciones de vida.

Al inversionista en el cultivo comercial de pimentón puede serle indiferente invertir en un sitio con mejores o peores condiciones de vida, pero su inversión sí beneficiará a la comunidad local. En consecuencia, el impacto socioeconómico causado por los proyectos del pimentón con fines comerciales en Colombia interesa en especial a las agencias del Gobierno y a los productores con responsabilidad social.

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

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

- Si la clasificación es por IC (variables cuantitativas), la escala es de 0 a 1. Esta clasificación se realiza para analizar integralmente los índices en el proceso: estandarizar los resultados de las variables y eliminar valores extremos (máximos y mínimos) que pueden causar valoraciones inconsistentes.
- Si es por distancia o por área de influencia (variables cualitativas), se utilizan criterios como la distancia a centros de comercialización o áreas de influencia de entidades como el Sena o Corpoica (actualmente Agrosavia).

La unidad de análisis es el municipio, se establecen tres rangos de aptitud. A 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 fórmula:

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, 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, se clasificó según su aptitud, 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). 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 de las categorías calculadas anteriormente.

En la figura 10 y en la tabla 17 se muestran los criterios y las variables que hacen parte del componente socioeconómico.

Figura 10. Criterios y variables del componente socioeconómico



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17. Criterios y variables del componente socioeconómico

Criterio	Definición	Variable
Infraestructura y logística	Conjunto de bienes y servicios necesarios para la movilidad del aparato productivo.	**Existencia de cultivos**: Área sembrada con pimentón en el municipio.
		Cercanía a centros de servicios: Facilidad con la que se puede alcanzar un sitio (centro de servicios) desde otros puntos en el territorio. Sintetiza sus oportunidades de contacto e interacción relacionadas con la obtención de insumos básicos requeridos en el proceso productivo (por ejemplo: soldador, ferretería, mangueras, agroquímicos, entre otros).
		Cercanía a puertos marítimos: Facilidad con la que se puede alcanzar un sitio (en este caso, un puerto marítimo) desde otros puntos en el territorio. En este sentido, sintetiza las facilidades de desplazamiento del aparato productivo hacia los puertos marítimos para realizar operaciones de comercio internacional. Para efectos de la zonificación, esta variable se incorpora como el área de influencia para un tiempo de desplazamiento (isócronas) hasta los puertos marítimos dado que este producto tiene una clara vocación exportadora.
		Presencia de aeropuertos: Facilidad con la que se puede alcanzar un puerto aéreo internacional desde otros puntos en el territorio. Sintetiza las facilidades de desplazamiento del aparato productivo con miras a la exportación. 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 fitosanitarios y zoosanitarios, así como servicios de sanidad general. Igualmente, el orden de importancia de cada aeropuerto se define de acuerdo con cuántas de las 32 líneas aéreas con cupos de carga que operan en Colombia están presentes en cada puerto aéreo.
		Cercanía a centros de empaque, transformación y comercialización: Distancia en isócronas (tiempo, pendiente y distancia de recorrido) desde el centro de transformación, empaque y comercialización hacia cualquier punto del territorio.
		Distritos de riego: Presencia de infraestructura de adecuación de tierras para riego según su tamaño (Incoder, 2015).
Mercado laboral	Identifica condiciones que afectan, positiva o negativamente, la disponibilidad de mano de obra para las necesidades del cultivo de pimentón a nivel municipal.	**Cercanía a vías 4G:** Facilidad con la que se puede alcanzar entre los tramos de vías de 4G desde otros puntos en el territorio. Sintetiza las facilidades de desplazamiento de mano de obra hacia los puntos donde se construyen vías de 4G en busca de mejores opciones de ingreso. Para efectos de la zonificación, esta variable se incorpora como el área de influencia para un tiempo de desplazamiento (isócronas) hasta las vías 4G que están en construcción y han empleado buena parte de la mano de obra utilizada en cultivos como el de pimentón.
		Población en edad de trabajar (PET_{20-64}): 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.
		Años promedio escolaridad: Número de años promedio de estudios cursados y aprobados por la población de 15 años o más a nivel municipal.
		Oferta educativa a nivel técnico, tecnológico y profesional en áreas agropecuarias: 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.
Factores productivos	Con este criterio se busca espacializar algunas 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 toneladas producidas por hectárea y la distancia al lugar donde arriba la semilla.	**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 por unidad de superficie cosechada de un producto vegetal. En general, se representa como t/ha.
		Costos de internación: Medida de distancia y costo de flete entre el puerto y cualquier parte del país; se refiere al costo de internar una semilla importada por vía marítima.

Criterio	Definición	Variable
Institucionalidad y asociatividad	Identifica condiciones internas y externas a la cadena en términos de la oferta institucional y del fortalecimiento y consolidación del sector del pimentón. 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, la generación de recursos propios, la magnitud de la inversión y capacidad de ahorro.
		Programas y servicios ofrecidos por el SENA: Facilidad con la que se puede alcanzar, desde un sitio en el territorio, el centro más cercano del Sena que ofrezca programas de formación profesional integral para la incorporación, servicios, apoyo o formación en técnicas y procesos que intervienen directamente en la producción agrícola de este producto.
		Predios certificados BPA por el ICA: 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 para aumentar la competitividad de las actividades agropecuarias y obtener admisibilidad sanitaria en los mercados internacionales (ICA, 2015c).
		Programas y servicios ofrecidos por Corpoica: Facilidad con la que se puede alcanzar un centro de investigación Corpoica (hoy Agrosavia) que ofrezca servicios, apoyo o formación en técnicas y procesos productivos que intervienen en la producción agrícola de la cadena hortofrutícola de pimentón 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) desde los centros de investigación de Corpoica que ofrecen estos programas específicos.
		Extensión y asistencia técnica sectorial: Cercanía de las entidades u organizaciones que prestan servicios de extensión y asistencia técnica agropecuaria a nivel municipal cuya función es articular y orientar acciones para el incremento de la productividad y competitividad de los sistemas locales de producción considerando la sostenibilidad ambiental. El término sectorial está referido tanto al sector agropecuario en general como al sector de pimentón.
		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:** 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.
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 amenaza: Eventual ocurrencia de acciones o sucesos relacionados con el conflicto armado interno en cada municipio de Colombia que tengan la potencialidad de causar daño a la población civil y a sus bienes, el cual es ocasionado por agentes preponderantemente exógenos, en un determinado tiempo y lugar (UARIV, 2014a).
Bienestar económico	Conjunto de circunstancias materiales e inmateriales de la existencia y supervivencia de un individuo o grupo humano. Refleja el grado de desarrollo humano de la población perteneciente a un municipio analizado en relación con el concepto de competitividad.	Índice de pobreza multidimensional **(IPM):** Grado de privación de las personas en un conjunto de dimensiones. Es la combinación del porcentaje de personas consideradas pobres y de la proporción de dimensiones en las cuales los hogares son, en promedio, pobres (DNP, 2011). Permite observar patrones de pobreza distintos a los de la pobreza monetaria al reflejar diversos conjuntos de privaciones.
Indicadores económicos	Son valores estadísticos que muestran el comportamiento de la economía. Ayudan a analizar y prever el comportamiento de esta; representan una realidad económica de manera cuantitativa y directa; miden las variables durante un 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.

Fuente: Elaboración propia.

3.3. Rangos de aptitud y exclusiones técnicas

Para efectos de la zonificación de aptitud del cultivo comercial de pimentón, se tomaron como referencia las categorías empleadas para el *Mapa de zonificación para plantaciones forestales con fines comerciales en Colombia, escala 1:100.000* (UPRA, 2014), las cuales corresponden a cuatro categorías de aptitud, una categoría de exclusiones legales y una categoría de condicionantes legales (tabla 18).

Tabla 18. Categorías para la zonificación de aptitud de cultivos comerciales

Categoría		Definición
Aptitud		
A1	Alta	Zonas con las mejores condiciones desde los puntos de vista físico, socioecosistémico y socioeconómico.
A2	Media	Zonas con limitaciones moderadas de tipo físico, socioecosistémico o socioeconómico.
A3	Baja	Zonas con fuertes limitaciones de tipo físico, socioecosistémico o socioeconómico, las cuales podrían adecuarse con grandes inversiones o el desarrollo de nuevas tecnologías.
N1	No apta	Zonas con restricciones físicas y socioecosistémicas que, 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 pimentón.
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 pimentón.

Fuente: UPRA (2014).

Desde el componente físico se definieron las áreas de exclusión técnica (N1), donde, dados los requerimientos específicos del cultivo en términos de clima y suelos, se presentaron unas restricciones que imposibilitan el desarrollo de la actividad productora del pimentón. En la tabla 19 se registran los rangos de aptitud desde el componente físico, incluyendo las exclusiones técnicas (N1).



Tabla 19. 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 apto (N1)
Climático	Condiciones climáticas	Temperatura media anual	°C/año	20-24	18-20 y 24-26	14-18 y 26-29	< 4 y >29
		Precipitación total anual	mm/año	500-1500	1500-2000	2000-3500	<500 y >3500
		Brillo solar medio diario anual	horas sol/día	4-5	3-4	<3 y >5	-
Edáfico	Condiciones de enraiza-miento	Profundidad efectiva	cm	>50	25-50	-	<25
		Textura	Clase textural	F, FA, FArA, FArL, FL L	A, AF, ArA, ArL, FAr	Ar	-
		Pedregosidad	Fase de pedre-gosidad	No pedregoso	-	-	Pedregoso
	Capacidad de laboreo	Pendiente	Porcentaje	≤12	12-25	25-50	>50
		Textura	Clase textural	F, FA, FArA, FArL, FL	ArA, ArL, FAr, L	A, AF, Ar	-
		Pedregosidad	Fase de pedre-gosidad	No pedregoso	-	-	Pedregoso
Fitosanitario	Riesgo fito-sanitario	Temperatura asociada a *Phytophthora capsici*	°C/año	< 14	14-22 y >28	22-28	-
		Precipitación asociada a *Phytophthora capsici*	mm/año	<1000	1000-2000	>2000	-
		Temperatura asociada a *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*	°C/año	<16 y >28	16-24	24-28	-
		Humedad rela-tiva asociada a *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*	Porcentaje	<75	75-90	>90	-
		Temperatura asociada a *Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci*	°C	<10	10-24	>24	-
		Temperatura asociada a *Frankliniella occidentalis*	°C	<18 y >28	18-24	24-28	-

Subcomponente	Criterio	Variable	Unidad de medida	Rangos de aptitud			Exclusión técnica
				Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apto (N1)
Edáfico	Disponibilidad de oxígeno	Susceptibilidad a inundaciones	Frecuencia/año	No hay	Ocasionales	-	Frecuentes y muy frecuentes
		Drenaje natural	Tipo de drenaje	Bueno y excesivo	Moderado	Imperfecto y pobre	Muy pobre
	Disponibilidad de humedad	Régimen de humedad	Clase de régimen	Údico	Ústico	Ácuico	Arídico y perácuico
		Textura	Clase textural	Ar, ArA, ArL, FAr, FArA, FArL	F, FA, FL, L	A, AF	-
	Toxicidad por sales, sodio y aluminio	Salinidad o sodicidad	Porcentaje de sodio intercambiable (PSI)	≤10	10-15	-	>15
			dS/m	≤2	2-4	4-8	>8
		Saturación de aluminio	Porcentaje	≤30	30-60	>60	-
	Disponibilidad de nutrientes	Acidez (pH)	pH	6,0-6,5	5,0-6,0 y 6,5-7,8	4,0-5,0 y 7,8-8,4	<4,0 y >8,4
		Saturación de bases	Porcentaje	>35	10-35	<10	-
		Carbono orgánico	Porcentaje	2,9-10; Andisoles 2,9-15	1,7-2,9; >10; Andisoles >15	<1,7; Histosoles	-
		Capacidad de intercambio catiónico	cmol/kg de suelo	>20	10-20	<10	-
	Susceptibilidad a la pérdida de suelos	Pendiente	Porcentaje	≤25	25-50	50-75	>75
		Erosión actual	Grado de erosión	No hay o es ligera	Moderada	-	Severa y muy severa
		Susceptibilidad a movimientos en masa	Grado de susceptibilidad	Baja y muy baja	Media	Alta y muy alta	-

Fuente: elaboración propia.

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

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

La segunda categoría, ecosistemas estratégicos, considera ecosistemas de manglares y bosques secos, como zonas de importancia ambiental que se han priorizado para su protección y conservación debido

a su importancia ecosistémica o su nivel de amenaza, por lo cual son incompatibles con el cultivo comercial de pimentón.

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

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

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

En la tabla 20 se registran los rangos de aptitud desde el componente socioecosistémico.



Tabla 20. 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) Mm^3/ha/año			No aplica
		<8000	8000-11.200	>11.200	
		Índice de uso del agua (IUA)			
		>2200	330-2200	<330	
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 densidad baja o muy baja de especies sensibles	(-2,77-6,42) ln D APC con densidad moderada, alta o muy alta 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 baja o muy baja de especies sensibles	(-4,189-1,67) ln D AICA con densidad moderada, alta o muy alta 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 pimentón de acuerdo con la importancia y preferencia del hábitat de las aves migratorias asociadas a ambientes acuáticos, abiertos y de bosque. Se tienen en cuenta los períodos estacionario y migratorio.			
Variación del contenido estimado de carbono	Variación del contenido estimado de carbono	<-20	-20 a 0	≥0	No aplica
Cambio de cobertura	Cobertura de la tierra	Zonas de alta favorabilidad para el establecimiento del cultivo comercial de pimentón y dedicadas a usos agrícolas o pecuarios donde predominan las áreas de pastos enmalezados y algunos cultivos para producción de materias primas industriales.	Zonas de moderada favorabilidad para el establecimiento del cultivo comercial de pimentón dedicadas a usos agrícolas o pecuarios donde predominan los pastos limpios, cultivos permanentes herbáceos y transitorios tecnificados.	Zonas con favorabilidad marginal para el establecimiento del cultivo comercial de pimentón en donde predominan los cultivos permanentes, mosaicos que también agrupan algunas unidades de coberturas naturales y seminaturales que pueden ser marginalmente aptas para cultivos de pimentón, cultivos agroforestales. Adicionalmente, incluyen algunos herbazales densos de tierra firme.	Zonas no favorables para el establecimiento del cultivo comercial de pimentón. Son aquellas excluidas técnicamente, están referidas principalmente a las coberturas naturales y seminaturales, las áreas húmedas, las superficies de aguas y los territorios artificializados. Categorías leyenda Corine Land Cover: 1. Territorios artificializados, 3. Bosques y áreas seminaturales (exceptuando 3.1.5 Plantaciones forestales y 3.3.4 Zonas quemadas), 4. Áreas húmedas y 5. Superficies de agua.
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

Fuente: Elaboración propia.

A partir del componente socioeconómico, los municipios se clasificaron solamente en tres categorías de aptitud (A1, A2 y 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 21 se registran los rangos de aptitud desde el componente socioeconómico.

Tabla 21. Rangos de aptitud definidos desde el componente socioeconómico

Criterio	Variable	Unidad de medida	Rangos de aptitud		
			Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)
Infraestructura y logística	Existencia de cultivos	Hectáreas sembradas	>26,5	6,60-26,5	<6,60
	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
	Cercanía a centros de transformación, empaque y 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
Mercado laboral	Cercanía a vías 4G	Tiempo de desplazamiento en horas	>2	1-2	≤1
	Población en edad de trabajar (PET_{20-64})	Índice de competitividad (IC)	>0,01015	0,00419-0,01015	<0,00419
		Personas	>50.000	20.000-50.000	<20.000
	Años promedio de escolaridad	Índice de competitividad (IC)	>0,6510	0,3835-0,6510	<0,3835
		Años	>5	3-5	<3
	Oferta educativa a nivel técnico, tecnológico y profesional en áreas agropecuarias	Número de programas	>4	2-3	0-1

Criterio	Variable	Unidad de medida	Rangos de aptitud		
			Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)
Factores productivos	Precio de la tierra rural municipal	Pesos/ha	<2 millones	2 millones-10 millones	>10 millones
	Rendimientos	t/ha	>20	13,6-20	<13,6
	Costos de internación	Tiempo de desplazamiento en horas	<4	4-8	>8
		Pesos/t (flete)	<93.390	93.390-139.386	>139.386
Institucionalidad y asociatividad	Índice de desempeño fiscal	Índice de desempeño fiscal	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	>4
	Predios certificados BPA por el ICA	Número de predios certificados	>5	1-5	0
	Programas y servicios ofrecidos por Corpoica	Tiempo de desplazamiento en horas	≤2	2-4	>4
	Extensión y asistencia técnica sectorial	Tiempo de desplazamiento en horas	≤2	2-4	>4
	Organizaciones gremiales o de base del sector	Presencia	Con presencia	-	Sin presencia
Tamaño de la tierra rural	Tamaño tipo de los predios rurales	Unidad Agrícola Familiar (UAF)	<2	2-5	>5
Seguridad ciudadana	Índice de riesgo de amenazas	Índice de riesgo de amenazas	<0,42	0,42-0,58	>0,58
		Índice de competitividad (IC)	>0,720	0,519-0,720	<0,519
Bienestar económico	Índice de pobreza multidimensional (IPM)	Índice de pobreza multidimensional (IPM)	<64	64-83	>83
		Índice de competitividad (IC)	>0,46731	0,22069-0,46731	<0,22069
Indicadores económicos	Grado de participación agropecuaria municipal	Porcentaje	>27	10-27	<10

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

3.4. Exclusiones legales y condicionantes legales

En esta fase de la metodología se conoció la normatividad que regula la realización de actividades productivas agrícolas, en este caso en particular para el cultivo de pimentón, 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,

lo que implicó, en este caso, restricciones legales o condicionantes para el uso. El carácter excluyente se refiere a aquellas áreas sobre las cuales está prohibida la realización de proyectos productivos, mientras que los condicionantes legales se refieren a impedimentos directamente relacionados con la normatividad que limita el uso del suelo por interés ambiental, cultural y social.

Los condicionantes legales agrupan todos aquellos factores de orden ecológico o social cuyo soporte 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, la producción comercial de pimentón debe proceder a través de mecanismos de consulta u otros que determine la legislación ambiental colombiana teniendo en cuenta las áreas definidas por su importancia biológica, el compromiso internacional adquirido y ratificado por el país para la protección y conservación de la biodiversidad y la preexistencia de comunidades 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.

La tabla 22 presenta las exclusiones legales y la figura 11 su respectivo mapa. La tabla 23 presenta los condicionantes legales definidos para la zonificación de aptitud del cultivo comercial de pimentón y la figura 12 muestra el mapa.



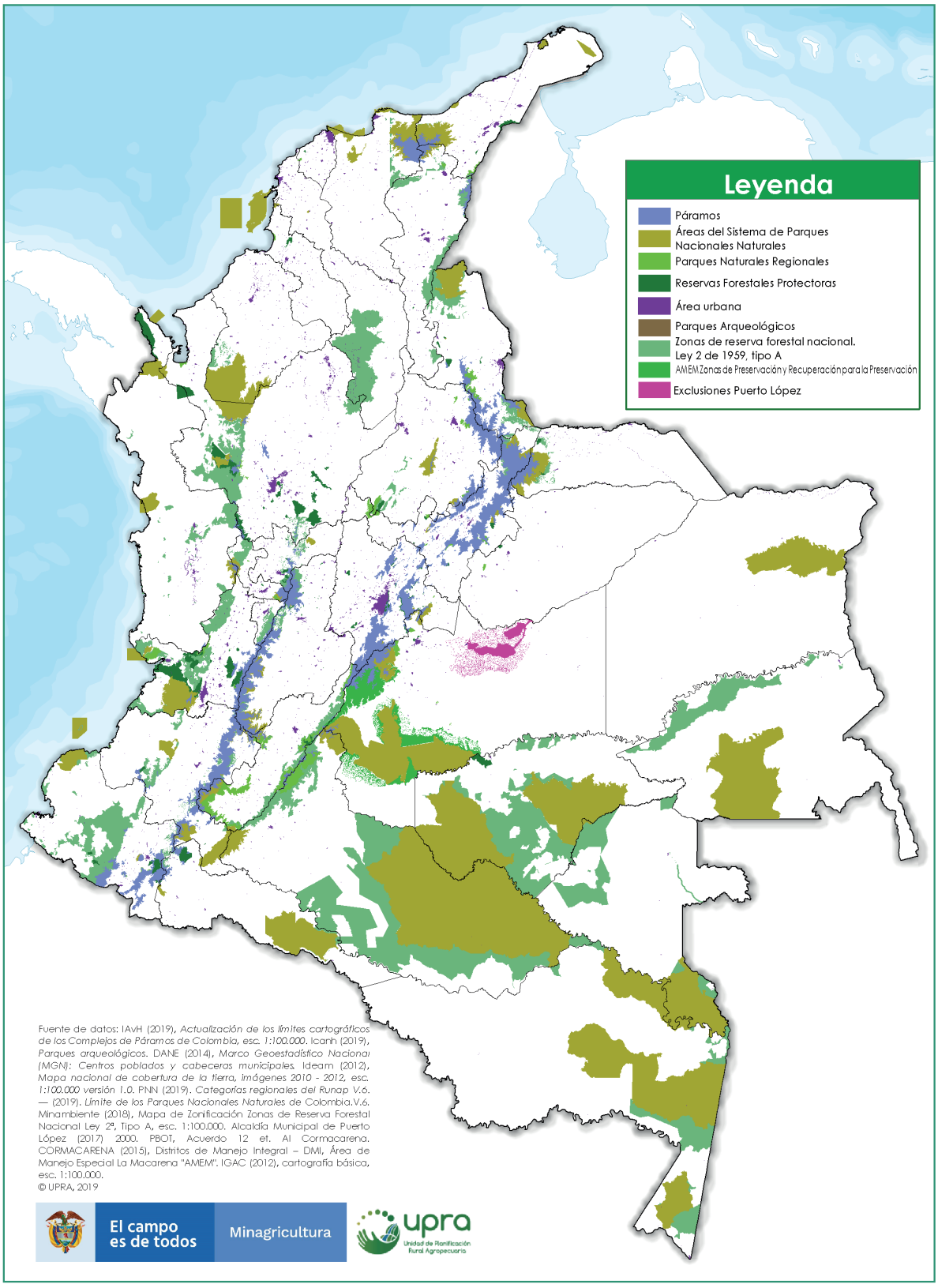
Tabla 22. Exclusiones legales

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 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 explicó que los ministerios de Ambiente, Agricultura y de Minas están obligados a iniciar programas de sustitución y capacitación ambiental o de reconversión para las actividades agropecuarias que se desarrollaban en los páramos antes de la entrada en vigor de la Ley 1450 del 2011. Sin embargo, si alguna de dichas labores pone en riesgo el ecosistema, el Estado podrá expropiar el predio para buscar la restauración y conservación ambiental. En los ecosistemas de páramos no se podrán adelantar actividades agropecuarias ni de exploración o explotación de hidrocarburos y minerales. Para tales efectos, se considera como referencia mínima la cartografía contenida en el ***Atlas de páramos de Colombia*** del IAVH hasta tanto se cuente con cartografía a escala más detallada (Ley 1450 de 2011, artículo 202, parágrafo 1).
	La sentencia C-035 de 2016 proferida por la Corte Constitucional establece que, ante la vulnerabilidad, fragilidad y dificultad de recuperación de los ecosistemas de páramo, el Estado tiene a su cargo la obligación de brindar una protección más amplia y especial dirigida específicamente a preservar este tipo de ecosistema. Lo anterior no solo porque es un tipo de bioma que no es común en el mundo, sino también debido a los importantes servicios ambientales que presta, sumado al hecho de que en la actualidad es un ecosistema sometido a intervenciones negativas o disturbios que afectan su pervivencia. De acuerdo con la Resolución del MADS 886 de 2018, «***Por la cual se adoptan los lineamientos para la zonificación y régimen de usos en las áreas de páramos delimitados y se establecen las directrices para diseñar, capacitar y poner en marcha programas de sustitución y reconversión de las actividades agropecuarias y se toman otras determinaciones***», se viene avanzando en la zonificación de los páramos delimitados en relación con las actividades agropecuarias que se venían desarrollando con anterioridad al 16 de junio de 2011 en estas áreas mediante el diseño de los programas de sustitución y reconversión de las actividades agropecuarias, la capacitación y puesta en marcha de estos programas a cargo del Minagricultura a través de la 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 están integradas por los tipos de áreas consagrados en el artículo 329 del Decreto Ley 2811 de 1974 y el Decreto 2372 de 2010, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, que reglamenta el Sinap. Este incluye las figuras de los parques nacionales naturales, el área natural única, las reservas naturales, de los santuarios de fauna, santuarios de fauna y flora y la Vía Parque. De conformidad con el artículo 30 de Decreto 622 de 1977, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, esta categoría es totalmente incompatible con las actividades agropecuarias e industriales.
	Parques naturales regionales: De acuerdo con el Decreto 2372 de 2010, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, se consideran como un espacio geográfico en el que los ecosistemas de bosque mantienen su función, aunque su estructura y composición hayan sido modificadas y los valores naturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su preservación, uso sostenible, restauración, conocimiento y disfrute. Estas zonas de propiedad pública o privada se reservan para destinarlas al establecimiento o mantenimiento y utilización sostenible de los bosques y demás coberturas vegetales naturales.
	Reservas forestales protectoras: De acuerdo con el Decreto 2372 de 2010, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, se consideran como un espacio geográfico en el que los ecosistemas de bosque mantienen su función, aunque su estructura y composición hayan sido modificadas y los valores naturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su preservación, uso sostenible, restauración, conocimiento y disfrute. Estas zonas de propiedad pública o privada se reservan para destinarlas al establecimiento o mantenimiento y utilización sostenible de los bosques y demás coberturas vegetales naturales.
	Otras áreas protegidas locales: De acuerdo con el PBOT del municipio de Puerto López de 2017 y el Acuerdo 12 de 2012 de Cormacarena, se establecen como exclusiones las siguientes áreas: bosques de galería, rondas de caño y ríos secundarios ***buffer*** de 30 metros, rondas principales ***buffer*** de 100 metros, 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 sur; b) Recuperación para la preservación norte; c) vertiente oriental; y d) Recuperación para la preservación sur. Y se detallan los siguientes polígonos de zonificaciones: DMI Macarena Norte Zona de recuperación para la producción: áreas de uso de preservación Zona de recuperación para la preservación: áreas de uso de preservación y áreas de uso de restauración DMI Losada-Perdido Zona de recuperación para la producción: áreas de uso de preservación

Variable	Áreas de exclusión
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 y colegios, entre otros. En esta categoría están incluidas las cabeceras municipales y los centros poblados (DANE, 2018), por lo cual no pueden ser objeto de actividades agrícolas.
Parques arqueológicos	Los parques arqueológicos son áreas arqueológicas protegidas, declarados mediante una resolución, los cuales han sido adaptados para recibir visitantes y se encuentran bajo tutela del Icanh. Ello permite realizar labores de conservación e investigación. La declaratoria de un polígono como área arqueológica protegida genera un marco de protección sobre el área marcada y el encargado de ejecutar el Plan de Manejo Arqueológico cuenta con el apoyo de entidades estatales para asegurar la conservación de estos espacios patrimoniales (Icanh, 2018).
Zonas de reserva forestal nacional de Ley 2.ª, tipo A	Las zonas de reserva forestal nacional fueron creadas para el desarrollo de la economía forestal y protección de los suelos, las aguas y la vida silvestre mediante la Ley 2.ª de 1959. Se componen de siete reservas forestales nacionales: ZRFN del Pacífico, ZRFN Central, ZRFN del Río Magdalena, ZRFN de la Sierra Nevada de Santa Marta, ZRFN de la Serranía de los Motilones, ZRFN del Cocuy y ZRFN de la Amazonia. La zonificación adelantada por el MADS en las zonas de reserva forestal nacional definió tres zonas tipo, denominadas A, B y C, donde se establece que las 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 reservas forestales nacionales mediante las siguientes resoluciones: 1922 de 2013, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal Central, establecida en la Ley 2.ª de 1959. 1923 de 2013, adopta la zonificación y ordenamiento de la Reserva Forestal de la Serranía de los Motilones, establecida en la Ley 2.ª de 1959. 1924 de 2013, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del Río Magdalena, establecida en la Ley 2.ª de 1959. 1925 de 2013, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Amazonia, establecida en la Ley 2.ª de 1959, en los departamentos de Caquetá, Guaviare y Huila. 1926 de 2013, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del Pacífico, establecida en la Ley 2.ª de 1959. 1275 de 2014, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del Cocuy, establecida en la Ley 2.ª de 1959. 1276 de 2014, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Sierra Nevada de Santa Marta, establecida en la Ley 2.ª de 1959. 1277 de 2014, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Amazonia, establecida en la Ley 2.ª de 1959, en los departamentos de Amazonas, Cauca, Guainía, Putumayo y Vaupés.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 11. Mapa de exclusiones legales



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23. Condicionantes legales

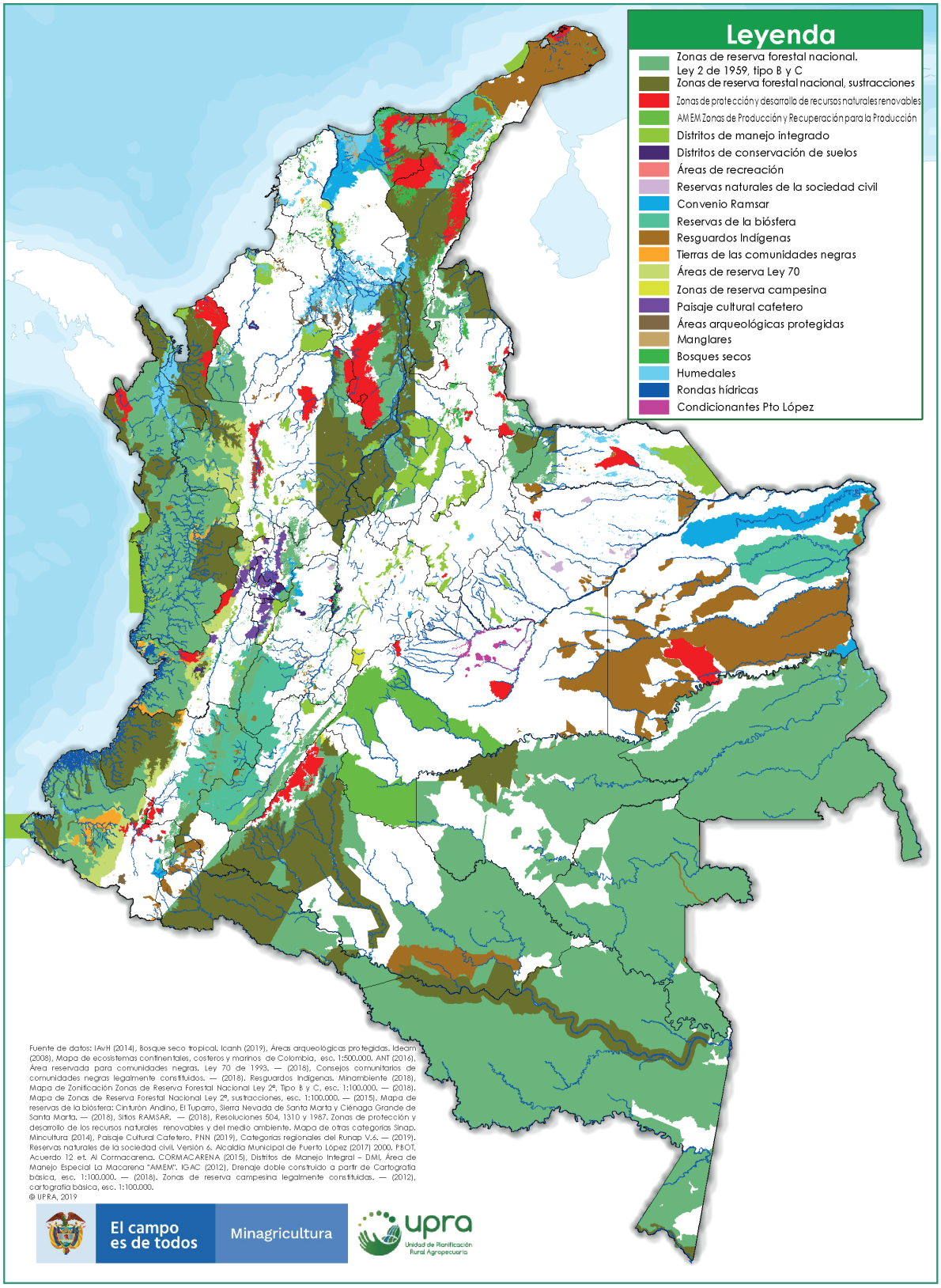
Condicionante	Descripción
Áreas protegidas	**Distritos de manejo integrado (DMI):** De acuerdo con el artículo 14 del Decreto 2372 de 2010, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, son espacios geográficos en los que los paisajes y ecosistemas mantienen su composición y función, aunque su estructura haya sido modificada, y cuyos valores naturales y culturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su uso sostenible, preservación, restauración, conocimiento y disfrute.
	Zonas de producción y recuperación para la producción del AMEM: De acuerdo con el Decreto 1989 de 1989, «***Por el cual se declara*** área de manejo especia***l La Macarena, la Reserva Sierra de la Macarena, se clasifica y zonifica su territorio y se fijan sus límites reales***», entre su zonificación se definen las zonas a) recuperación para la producción occidente; b) preservación vertiente oriental; c) producción Ariari-Guayabero; d) recuperación para la preservación sur; y e) recuperación para la producción sur. Se consideran condicionantes: DMI Macarena Norte Zona de recuperación para la producción: áreas de uso de restauración y áreas de uso sostenible (áreas de uso para el desarrollo y áreas de uso para el aprovechamiento sostenible) DMI Losada-Perdido Zona de recuperación para la producción: áreas de uso de restauración para la preservación, áreas de uso de restauración para recuperación-rehabilitación y áreas de uso sostenible.
	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 esta razón, esta categoría impone restricciones similares a las de los distritos de manejo integrado.
	Reservas naturales de la sociedad civil: Conforme al artículo 1.º del Decreto 1996 de 1999, corresponden a la parte o el todo del área de un inmueble que conserve una muestra de un ecosistema natural y sea manejado bajo los principios de la sustentabilidad en el uso de los recursos naturales.
	Zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medioambiente: Por medio de las resoluciones 1987 y 1310 de 2018 del MADS, se declara una medida de precaución que protege temporalmente los sitios en los cuales se adelantan procesos de declaratoria de áreas protegidas nacionales y regionales. Esta es una acción estratégica que pretende aumentar la representatividad ecológica del sistema, la creación de áreas protegidas en los sitios definidos por los procesos técnicos a diferentes escalas, para la identificación de vacíos de conservación y definición de prioridades con base en dichos estudios.
	Otras áreas protegidas: De acuerdo con el PBOT del municipio de Puerto López de 2017 y el Acuerdo 12 de 2012 de Cormacarena, se consideran como condicionantes las siguientes áreas: lagunas, zonas de amenaza y riesgo por inundación, zonas de amenaza y riesgos por deslizamientos y el resguardo Humapo-La Victoria.

Condicionante	Descripción
Ecosistemas estratégicos	**Rondas hídricas:** El artículo 3.º del Decreto 1449 de 1977, «Por ***el cual se reglamentan parcialmente el inciso 1 del numeral 5 del artículo 56 de la Ley número 135 de 1961 y el Decreto Ley número 2811 de 1974***», compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, establece que los propietarios de los predios rurales tienen la obligación de mantener en cobertura boscosa dentro del inmueble respectivo las áreas forestales protectoras, entendiéndose por estas, entre otras, «***una faja no inferior a 30 metros de ancha, paralela a las líneas de marea máximas, a cada lado de los cauces de los ríos, quebradas y arroyos, sean permanentes o no, y alrededor de los lagos o depósitos de agua***». La ronda, de conformidad con el artículo 10 de la Ley 388 de 1997, es una determinante ambiental que debe ser tenida en cuenta como norma de superior jerarquía por los municipios y distritos (consulta 4120-E1-11525 del 7 de febrero de 2007 por el MADS). El Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección del Medio Ambiente, Decreto 2811 de 1974, establece una regulación en términos de propiedad en relación con las zonas paralelas a los cauces permanentes. En el artículo 83, literal d), consagra que la faja paralela a las líneas de mareas máximas o al cauce permanente de ríos y lagos de hasta 30 m es un bien inembargable e imprescriptible del Estado, excepto si existen derechos adquiridos. En este sentido, el Decreto 3600 de 2007, que regula sobre los determinantes para el ordenamiento del suelo rural, en su artículo 4.º señala que las rondas hidráulicas hacen parte de la categoría de áreas de conservación y protección ambiental como áreas de especial importancia ecosistémica
	Manglares: Se definen como ecosistemas de zonas costeras en los que se relacionan especies arbóreas de diferentes familias denominadas mangle con otras plantas, con animales que allí habitan permanentemente o durante algunas fases de su vida, y con las aguas, los suelos y otros componentes del ambiente (Resolución 1602 de 1995 del Minambiente). Para su conservación, el Minambiente desarrolló el Programa Nacional para el Uso Sostenible, Manejo y Conservación de los Ecosistemas de Manglar en el año 2002. En estos ecosistemas se prohíbe cualquier obra, industria o actividad que se localice dentro del área del manglar y que destruya su cobertura forestal o altere los procesos ecológicos del ecosistema, exceptuando las labores comunitarias de acuicultura artesanal que no causen detrimento al manglar, y que sean debidamente aprobadas por las entidades administrativas de los recursos naturales competentes (Resolución Minambiente 1602 de 1995).
	Humedales: Ecosistemas estratégicos de gran importancia ecológica ya que ofrecen una gran variedad de bienes y servicios a las comunidades aledañas. Estos ecosistemas han ido desapareciendo debido a diversos factores que alteran sus características físicas, biológicas y químicas, afectando así la flora y la fauna presente en ellos. El Decreto 1640 de 2012 plantea en el artículo 2.º la existencia de ecosistemas de importancia estratégica para la conservación de recursos hídricos, entendiéndolos como aquellos que garantizan la oferta de servicios ecosistémicos relacionados con el ciclo hidrológico y, en general, con los procesos de regulación disponibilidad del recurso hídrico en un área determinada.
	Bosques secos: Hacen parte de las zonas secas donde dominan especies con características morfofisiológicas con notable adaptación a la sequía. En estas zonas las sequías son pronunciadas (baja humedad atmosférica) y la evapotranspiración potencial es alta, a menudo asociada con escasez de nutrientes en el suelo. Estas zonas están sufriendo una rápida pérdida, fragmentación y degradación de sus ecosistemas, por lo que Minambiente desarrolló el «Plan de acción nacional de lucha contra la desertificación y la sequía (PAN) 2005», a través del cual se busca adelantar acciones para el manejo sostenible de los ecosistemas de las zonas secas, así como la aplicación de medidas prácticas que permitan prevenir, detener y revertir procesos degradativos y contribuir al desarrollo sostenible de las zonas afectadas.
Distinciones internacionales	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. Por este motivo requieren detalles adicionales que deben ser estudiados en conjunto con las autoridades ambientales competentes. Las áreas son definidas por su importancia biológica y de acuerdo con el compromiso internacional adquirido y ratificado por el país para la protección y conservación de la biodiversidad. En el ejercicio de zonificación de aptitud se consideran las siguientes distinciones internacionales: **Convenio Ramsar:** Este convenio está referido a la protección de humedales; en él se define una zona húmeda o humedal como «***cualquier extensión de marisma, pantano o turbera, o superficie cubierta de aguas, sean estas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de aguas marinas cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros***» (Unesco, 1994). Respecto al Convenio Ramsar, es importante resaltar que la Ley 1450 de 2011 menciona en el parágrafo 1 del artículo 2002 que en los ecosistemas de humedales se podrán restringir parcial o totalmente las actividades agropecuarias, de explotación de alto impacto y explotación de hidrocarburos y minerales con base en estudios técnicos, económicos y sociales y ambientales adoptados por el Minambiente o quien haga sus veces, destacando que en los humedales designados dentro de la lista de importancia internacional de la convención Ramsar no se podrán adelantar dichas actividades. No obstante, las limitaciones de estas áreas deben obedecer a su respectivo plan de manejo, donde se definen sus respectivas zonas de conservación, preservación y uso. **Reservas de la biósfera:** Áreas geográficas representativas de la diversidad de hábitats del planeta. Ya sean ecosistemas terrestres o marítimos, estas áreas se caracterizan por ser sitios que no son exclusivamente protegidos, sino que pueden albergar comunidades humanas que vivan de actividades económicas sustentables que no pongan en peligro el valor ecológico del sitio. Una vez designado el nombramiento, la reserva queda reconocida internacionalmente bajo soberanía de los respectivos Estados, que deben asegurar el cumplimiento y mantenimiento de las características excepcionales que hicieron posible la nominación.

Condicionante	Descripción
Áreas de protección cultural y social	En Colombia existen el Cinturón andino, El Tuparro, Sierra Nevada de Santa Marta, Ciénaga Grande de Santa Marta, Seaflower). **Tierras de las comunidades negras:** Son las titulaciones colectivas de las comunidades negras. De acuerdo con el artículo 5.º de la Ley 70 de 1993, «***Para recibir en propiedad colectiva las tierras adjudicables, cada comunidad formará un Consejo Comunitario como forma de administración interna, cuyos requisitos determinará el reglamento que expida el Gobierno nacional».*** Áreas de reserva Ley 70 de 1993: Son las tierras baldías en las zonas rurales ribereñas de los ríos de la cuenca del Pacífico, reconocidas a las comunidades negras, que han venido ocupando de acuerdo con sus prácticas tradicionales de producción, como propiedad colectiva. Esto 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 (Ley 160 de 1994). En las zonas de reserva campesina, la acción del Estado tendrá en cuenta, además de los anteriores principios orientadores, las reglas y criterios sobre ordenamiento ambiental territorial, la efectividad de los derechos sociales, económicos y culturales de los campesinos, su participación en las instancias de planificación y decisión regionales y las características de las modalidades de producción. Áreas de resguardos indígenas: Los resguardos indígenas son una institución legal y sociopolítica de carácter especial, conformada por una o más comunidades indígenas, que con un título de propiedad colectiva gozan de las garantías de la propiedad privada, poseen su territorio y se rigen para el manejo de éste y su vida interna por una organización autónoma amparada por el fuero indígena y su sistema normativo propio (Decreto 2164 de 1995, Ministerio de Agricultura). 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 la 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 2079 de 2011, Ministerio de Agricultura). 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 una especial protección y conservación, con miras a abrir las posibilidades para la investigación, divulgación y, en algunos casos, el turismo responsable en ella (http://www.icanh.gov.co/nuestra_entidad/grupos_investigacion/grupo_patrimonio/Areas_arqueologicas_protegidas). Estas áreas contienen un plan de manejo arqueológico definido por el Icanh que permite la realización de labores de agricultura tradicional y restringe el desarrollo de agricultura mecanizada en las áreas de potencial muy alto.
Zonas de reserva forestal nacional, Ley 2.ª de 1959, tipos B y C	**Zonas de reserva forestal nacional de Ley 2.ª de 1959, tipos B y C:** Las zonas de reserva forestal nacional fueron creadas para el desarrollo de la economía forestal y protección de los suelos, las aguas y la vida silvestre mediante la Ley 2.ª de 1959. Se componen de siete reservas forestales nacionales: ZRFN del Pacífico, ZRFN Central, ZRFN del Río Magdalena, ZRFN de la Sierra Nevada de Santa Marta, ZRFN de la Serranía de los Motilones, ZRFN del Cocuy y ZRFN de la Amazonia. **Zonas tipo B:** Zonas que se caracterizan por tener coberturas favorables para un manejo sostenible del recurso forestal mediante un enfoque de ordenación forestal integral y la gestión integral de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos (Resolución MADS 1922 de 2013, que corresponde a la adopción de la zonificación de la Zona de Reserva Forestal Central). **Zonas tipo C:** Zonas que por sus características biofísicas ofrecen condiciones para el desarrollo de las actividades productivas agroforestales, silvopastoriles y otras compatibles con los objetivos de la Reserva Forestal, que deben incorporar el componente forestal y que no impliquen la reducción de las áreas de bosque natural presentes en sus diferentes estados sucesionales (Resolución MADS 1922 de 2013, que corresponde a la adopción de la zonificación de la Zona de Reserva Forestal Central).
	Sustracciones de las reservas forestales de Ley 2.ª de 1959: De acuerdo con el numeral 18, artículo 5.º de la Ley 99 de 1993, en concordancia con el Decreto Ley 3570 de 2011, facultó al hoy MADS a reservar, alinderar y sustraer las reservas forestales nacionales. La sustracción se evalúa y otorga exclusivamente para la actividad que fue solicitada su sustracción; por este motivo, las zonas sustraídas son solo para tal fin. Se estableció como condicionante dado que las sustracciones se realizan para una actividad determinada con la cual fueron solicitadas y no se puede realizar otro uso.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 12. Mapa de condiciones legales



Fuente: Elaboración propia.

3.5. Análisis multicriterio

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

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

3.5.1. Proceso analítico jerárquico

Dentro de la evaluación multicriterio, una de las técnicas más empleadas es el proceso analítico jerárquico (*AHP*), desarrollado por el matemático Thomas Saaty en 1997; 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 y se entregó una síntesis de estas mediante la agregación de esos juicios parciales. El fundamento del proceso de Saaty se basó en dar valores numéricos a los juicios emitidos por las personas, con lo cual se logró medir cómo contribuyó cada elemento de la jerarquía al nivel inmediatamente superior del cual se desprendió. Para estas comparaciones se utilizaron escalas de razón en términos de preferencia, importancia o probabilidad, sobre la base de una escala numérica propuesta por Saaty (tabla 24).

Tabla 24. 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	

Fuente: UPRA (2014).

3.5.2. Matriz del proceso analítico jerárquico

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

Tabla 25. Esquema de la matriz de comparación a nivel criterio

A =

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

Fuente: UPRA (2014).

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

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

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

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

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

donde

n = número de criterios

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

La tabla 26 presenta la matriz de evaluación multicriterio del componente biofísico (físico y socioecosistémicos), de la zonificación de aptitud del cultivo comercial de pimentón, con los respectivos valores de ponderación de cada criterio, resultantes de la corrida de la matriz con el *software* PriEsT.

Tabla 26. Matriz de evaluación multicriterio del componente biofísico para la zonificación de aptitud del cultivo comercial de pimentón

COMPONENTE	CRITERIOS	Condiciones climáticas	Condiciones de enraizamiento	Capacidad de laboreo	Riesgo fitosanitario	Disponibilidad de oxígeno	Disponibilidad de humedad	Toxicidad por sales, sodio y aluminio	Disponibilidad de nutrientes	Susceptibilidad a la pérdida de suelos	Apropiación de agua	Integridad ecológica	Variación del contenido estimado de carbono	Cambio de cobertura	Amenaza de incendios de la cobertura vegetal	Pesos ponderados (%)
FÍSICO	Condiciones climáticas	1														18,6
	Condiciones de enraiza-miento	1/3	1													14,2
	Capacidad de laboreo	1/3	1	1												12,6
	Riesgo fitosa-nitario	1/3	1/3	1/3	1											7,4
	Disponibilidad de oxígeno	1/3	1/3	1/3	1	1										6,6
	Disponibilidad de humedad	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1									5,2
	Toxicidad por sales, sodio y aluminio	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1								3,4
	Disponibilidad de nutrientes	1/5	1/5	1/5	1/3	1/3	1/3	1	1							3,1
	Susceptibili-dad a la pérdi-da de suelos	1/5	1/5	1/5	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3	1						1,9
SOCIOECOSISTÉMICO	Apropiación de agua	1/3	1/3	1	3	3	3	5	5	5	1					12,6
	Integridad ecológica	1/3	1/3	1/3	1	3	3	3	5	5	1/3	1				8
	Variación del contenido estimado de carbono	1/5	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3	1	1	3	1/5	1/3	1			3,3
	Cambio de cobertura	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1/3	1/3	1	1/5	1/3	1/3	1		1,9
	Amenaza de incendios de la cobertura vegetal	1/7	1/7	1/7	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1/3	1/7	1/5	1/5	1/3	1	1,2

Fuente: Elaboración propia.

Por su parte, la tabla 27 muestra la matriz de evaluación multicriterio del componente socioeconómico, para la zonificación de aptitud del cultivo comercial de pimentón, con sus respectivos valores de ponderación de cada criterio, resultantes de la corrida de la matriz con el *software* PriEsT.

Tabla 27. Matriz de evaluación multicriterio del componente socioeconómico para la zonificación de aptitud del cultivo comercial de pimentón

COMPONENTE	CRITERIOS	Infraestructura y logística	Mercado laboral	Factores productivos	Institucionalidad y asociatividad	Disponibilidad de la tierra rural	Seguridad ciudadana	Bienestar económico	Indicadores económicos	Pesos ponderados (%)
SOCIOECONÓMICO	Infraestructura y logística	1								34,8
	Mercado laboral	1/3	1							22,3
	Factores productivos	1/3	1/3	1						15,6
	Institucionalidad y asociatividad	1/5	1/3	1/3	1					10,4
	Disponibilidad de la tierra rural	1/5	1/3	1/3	1/3	1				7
	Seguridad ciudadana	1/7	1/5	1/5	1/3	1/3	1			4,5
	Bienestar económico	1/7	1/7	1/5	1/5	1/3	1/3	1		2,7
	Indicadores económicos	1/7	1/7	1/5	1/5	1/3	1/3	1	1	2,7

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 28 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 pimentón.

Tabla 28. Matriz de paso para la comparación de aptitud de los componentes biofísico y socioeconómico

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

Fuente: UPRA (2018).

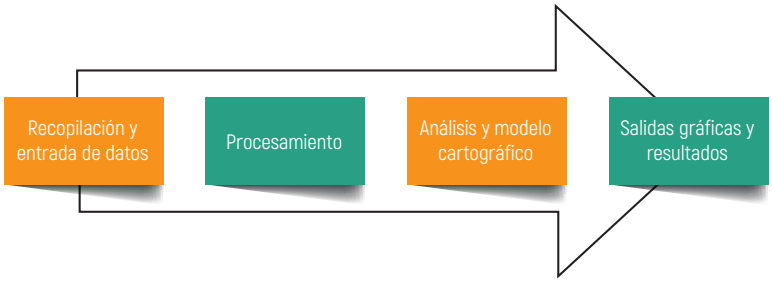
Con la información resultante se obtuvo el mapa integrado preliminar de aptitud para el cultivo comercial de pimentón, que fue validado con expertos de la cadena.

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 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 *raster*), con el propósito de producir una nueva capa de salida.

Dentro del proceso de zonificación de aptitud, esta fase soportó muchos de los productos intermedios de tipo espacial para la obtención de los mapas de aptitud del cultivo comercial de pimentón. Los pasos usados por la Oficina de Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC) de la UPRA se presentan en la figura 13.

Figura 13. Proceso de análisis de información espacial para la obtención del mapa de zonificación de aptitud

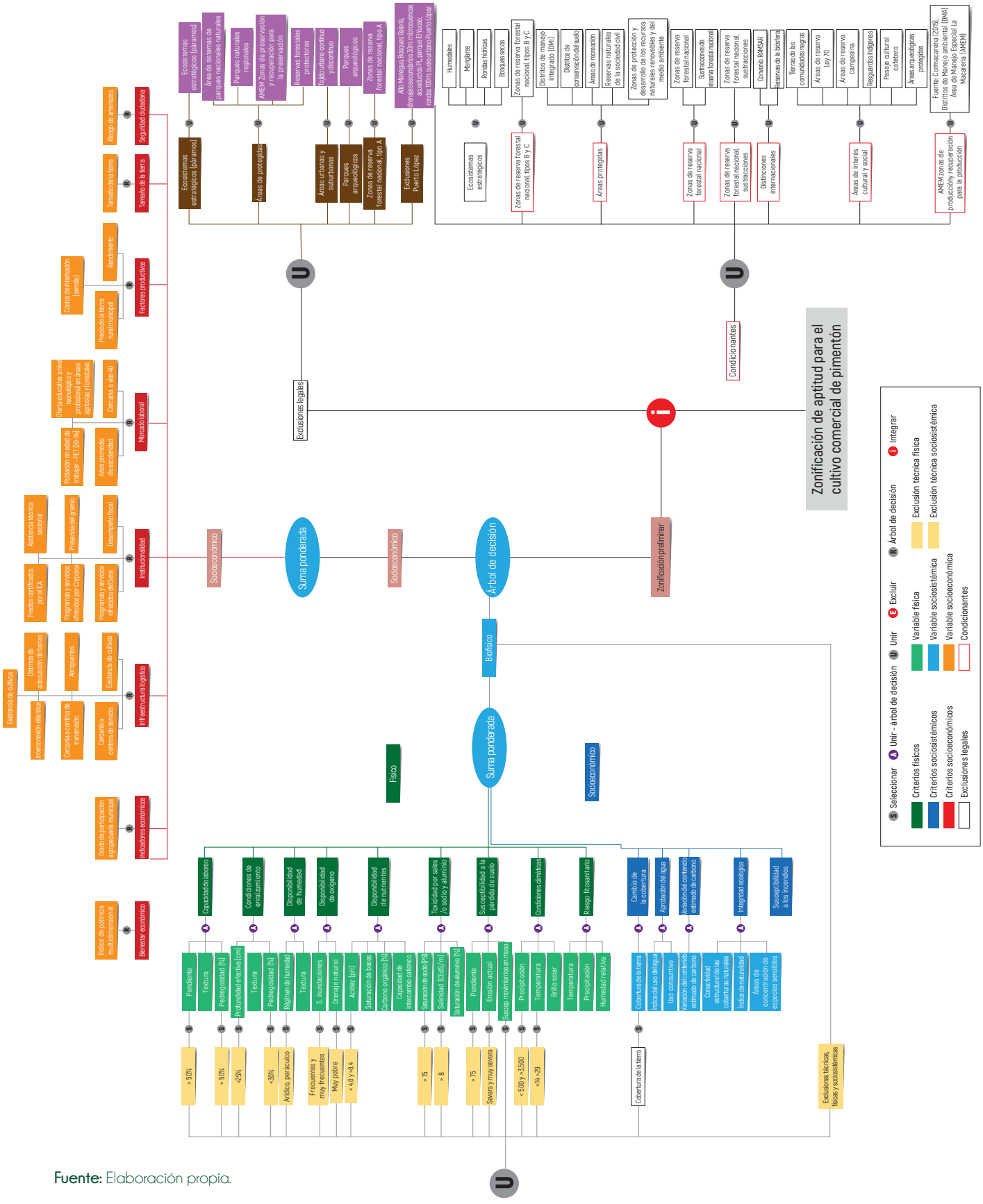


Fuente: UPRA (2014).

- **Recopilación de información:** Consistió en la búsqueda, solicitud y evaluación de la información (espacial y alfanumérica) 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. Una de las operaciones más comunes utilizadas fueron los procesos de reclasificación y generalización temática, los cuales se emplearon para la estandarización o reescalamiento de las variables, criterios y lineamientos definidos en cada componente para su espacialización dentro del modelo cartográfico definido para la zonificación.
- **Análisis de la información:** Consistió en generar y evaluar las salidas gráficas de cada criterio de acuerdo con los rangos de calificación establecidos por el grupo de expertos. Los criterios se estandarizaron en rangos entre 0 y 3, que indicaban la transición entre lo no apto (0) y lo muy apto (3). En caso de que los criterios no estuvieran conformados por variables continuas, el análisis se realizó mediante algunas estadísticas de la variable, asignando directamente la calificación de la categoría de aptitud. Esta etapa del proceso también abarcó el modelo cartográfico, el cual es una forma de representación de los procesos espaciales involucrados para la zonificación. El modelo tuvo como insumos de entrada los mapas al nivel de variable y criterio generados por cada componente, la integración de estas capas ponderando su valor de acuerdo con los resultados del análisis multicriterio y la integración de las exclusiones legales y condicionantes 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:** Consiste en la presentación, a manera de mapas y estadísticas por departamento y municipio, de las zonas aptas y no aptas para el cultivo comercial de pimentón. Estas salidas fueron soportadas dentro de la geodatabase (GDB) del proyecto.

En la figura 14 se presenta el modelo cartográfico integral para la zonificación de aptitud para el cultivo comercial de pimentón a escala 1:100.000.

Figura 14. Modelo cartográfico integral



Fuente: Elaboración propia.

3.7. Proceso de validación de los mapas

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

- Trabajo conjunto con representantes de Asohofrucol, Bancoldex, Minagricultura y otros actores relacionados con la cadena productiva del pimentón mediante talleres de discusión para realimentar el proceso.
- Recorridos de campo para validar los criterios, variables, rangos y unidades cartográficas definidos de manera preliminar para el cultivo a fin de efectuar los ajustes necesarios para la obtención del mapa integrado de aptitud.
- En la figura 15 se presenta la estrategia adelantada para la socialización y validación del proyecto de zonificación de aptitud del cultivo comercial de pimentón en Colombia a escala 1:100.000.

Figura 15. Estrategia de socialización y validación de la zonificación de aptitud



Fuente: UPRA (2014).

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

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 Corpoica, Asohofrucol, Minagricultura, Bancoldex-PTP y otros actores relacionados con la cadena productiva del pimentón. En estas actividades se logró identificar información relevante y retroalimentar el trabajo desarrollado.

Esta etapa empezó con consultas con el ingeniero agrónomo Felipe Bareño, de Minagricultura. El objeto fue exponer la metodología desarrollada por la UPRA para la zonificación de aptitud de cultivos comerciales, entre ellos el de pimentón en Colombia, a escala 1:100.000, según rangos de aptitud, y dar a conocer los criterios y las variables identificados desde los tres componentes (físico, socioecosistémico y socioeconómico) en función de validarlos posteriormente con otros actores de la cadena del pimentón.

El 25 de julio de 2016 en las instalaciones del C. I. Corpoica (hoy Agrosavia) Palmira se realizó la presentación institucional de la UPRA sobre la metodología para la zonificación de aptitud para cultivos comerciales con funcionarios y productores de mango, aguacate, piña, papaya, fresa, ají tabasco y pimentón (figura 16).

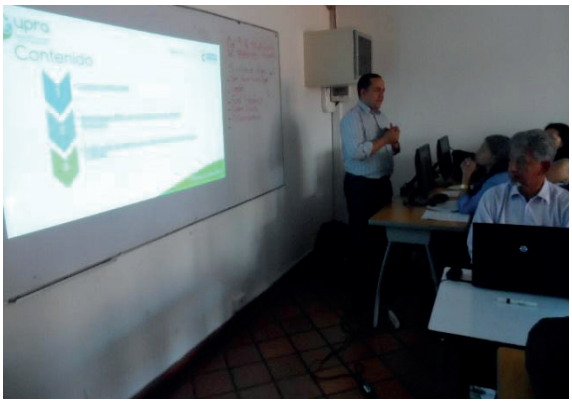
El 16 de septiembre del mencionado año, en las instalaciones de Unicomfacauca, en el marco del taller del proyecto «Mapa de Corpoica», con la participación de diferentes representantes de instituciones de orden nacional y gremial, se presentó el avance del proyecto de zonificación de cultivos comerciales hortofrutícolas (figura 16).

Tres meses después, el 19 de diciembre, se presentó el mapa integrado de aptitud del cultivo comercial de pimentón a escala 1:100.000 a los funcionarios de Bancoldex-PTP, doctores Giovanni Zambrano y Dania Palacio, con quienes se revisaron los resultados de la zonificación de aptitud en la versión de diciembre.

Figura 16. Reuniones de socialización en C. I. Corpoica Palmira y Unicomfacauca



C. I. Corpoica Palmira (25 de julio de 2016)



Unicomfacauca (16 de septiembre de 2016)

Fuente: UPRA (2016).

3.7.2. Validación en campo

Con objeto de socializar el proyecto de zonificación de aptitud con los actores de la cadena productiva del pimentón en las principales zonas de producción actuales, de validar los criterios, variables, rangos de aptitud y unidades cartográficas desde los tres componentes (físico, socioecosistémico y socioeconómico) mediante consulta directa con técnicos y productores y de evaluar mediante recorridos de campo los diferentes mapas generados en el marco de la zonificación de aptitud del cultivo comercial de pimentón, se realizó un recorrido por el Valle del Cauca durante los días 12 al 16 de septiembre de 2016. Este recorrido se realizó en los municipios de Buga, Palmira, Pradera, Florida y Vijes, encontrando cultivos a libre exposición y cultivos protegidos (figura 17).

Figura 17. Recorridos de campo



Cultivos de pimentón a libre exposición y bajo cubierta. Valle del Cauca, 12 al 16 de septiembre 2016

Fuente: UPRA (2016).



4. Resultados

4. Resultados

El mapa de zonificación de aptitud del cultivo de pimentón en Colombia escala 1:100.000 mostró que se dispone de 15.203.415 ha aptas para el cultivo, lo que equivale a 13,3 % de la ocupación del territorio colombiano y el 38,7 % de la frontera agrícola nacional. De las áreas aptas, el 40,0 % corresponde a aptitud alta (A1), el 32,0 % a aptitud media (A2) y el 28,0 % a aptitud baja (A3) (tabla 29 y figura 18).

Tabla 29. Área según categorías de aptitud para el cultivo de pimentón en Colombia

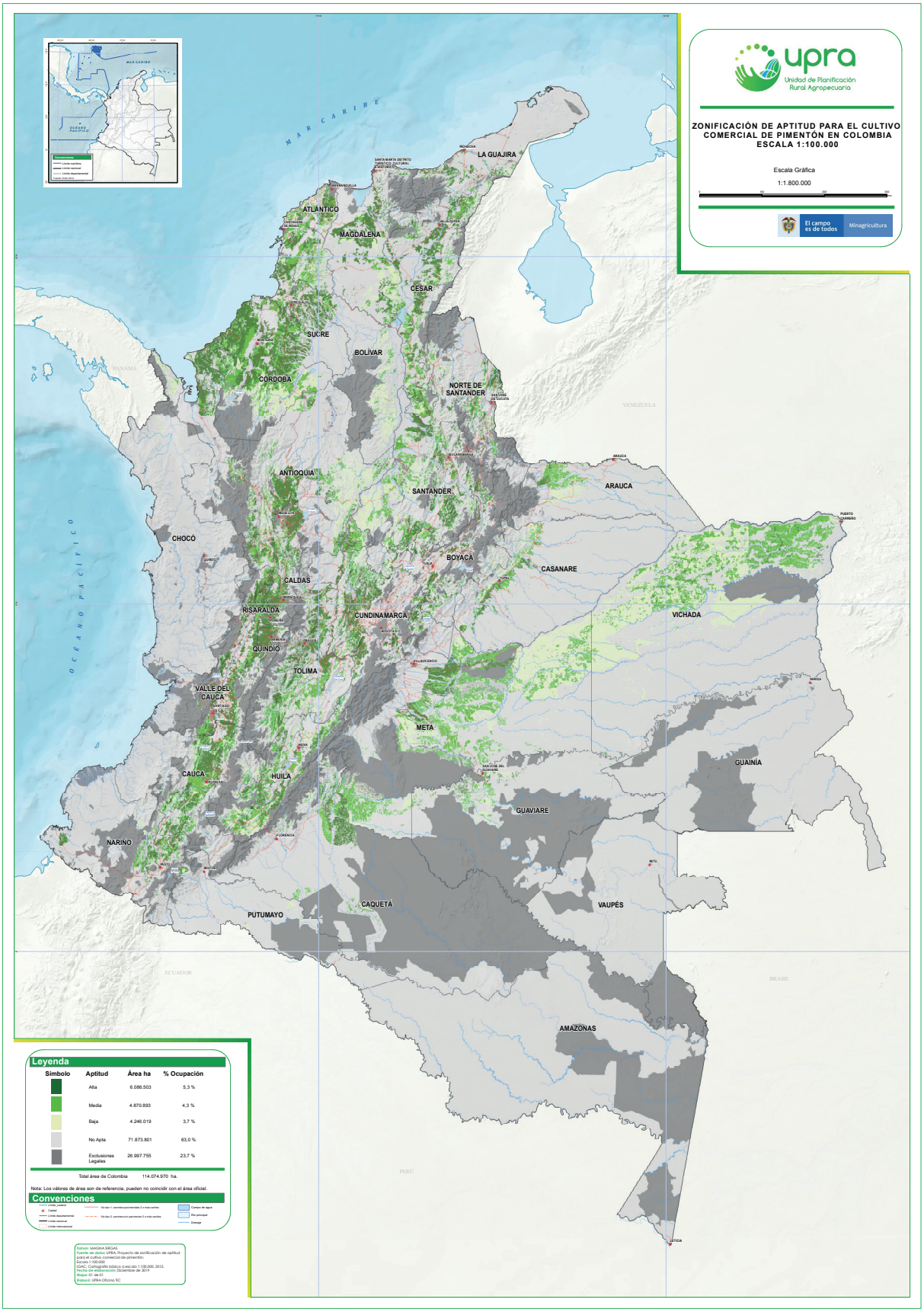
Categoría		Área (ha)	Ocupación (%)	Porcentaje de frontera agrícola[1]
A1	Aptitud alta	6.086.503	5,3	15,5
A2	Aptitud media	4.870.893	4,3	12,4
A3	Aptitud baja	4.246.019	3,7	10,8
Total área apta		15.203.415	13,3	38,7
N1	No apto técnico	71.873.801	63,0	
N2	Exclusiones legales	26.997.755	23,7	

[1] Frontera agrícola nacional: 39.239.481 ha.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 18. Mapa de zonificación de aptitud para el cultivo de pimentón en Colombia a escala 1:100.000



Fuente: Elaboración propia.

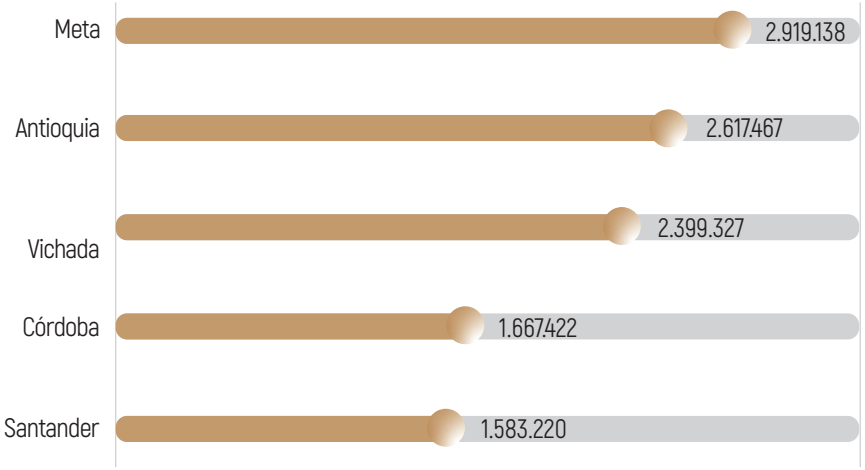
Los departamentos de Vichada (15,4 %), Meta (13,9 %), Antioquia (8,8 %) y Córdoba (4,0 %) cuentan con el 42,1 % del área apta para el establecimiento del cultivo de pimentón. En conjunto, estos cuatro departamentos tienen 7.069.512 ha aptas (tabla 30 y figura 19).

Tabla 30. Áreas aptas por departamento para el cultivo de pimentón en Colombia (ha)

Departamento	Aptitud alta (A1)	Aptitud media (A2)	Aptitud baja (A3)	Total apto
Vichada	107.177	866.526	1.363.476	2.337.179
Meta	246.292	934.327	933.539	2.114.158
Antioquia	775.153	307.604	257.508	1.340.265
Córdoba	669.432	353.741	254.738	1.277.911
Santander	350.344	268.081	254.618	873.042
Tolima	362.098	222.797	67.830	652.724
Cauca	367.978	197.513	82.247	647.738
Cesar	355.661	180.803	102.827	639.292
Huila	221.627	236.601	129.511	587.739
Bolívar	118.355	206.417	213.804	538.577
Cundinamarca	371.887	114.187	49.508	535.581
Magdalena	280.689	76.651	100.927	458.267
Valle del Cauca	333.786	56.044	194	390.024
Sucre	259.837	41.709	9.080	310.626
Caquetá	182.244	104.570	15.944	302.759
Boyacá	151.017	108.029	39.624	298.670
Norte de Santander	121.046	80.826	36.469	238.342
Casanare	81.683	94.836	48.330	224.848
Caldas	163.006	45.327	10.135	218.469
La Guajira	134.561	57.770	12.709	205.040
Arauca	19.250	99.168	84.871	203.290
Nariño	112.116	65.777	15.717	193.610
Guaviare	47.696	47.152	59.491	154.339
Atlántico	62.269	61.824	29.234	153.327
Risaralda	106.557	27.020	2.220	135.797
Quindío	80.452	3.846		84.298
Chocó	8	3.724	48.726	52.458
Putumayo	4.283	7.747	19.515	31.546
Guainía		276	3.188	3.464
Amazonas			36	36
Vaupés				-
San Andrés, Providencia y Santa Catalina				-
Total nacional	6.086.503	4.870.893	4.246.019	15.203.415

Fuente: Elaboración propia.

Figura 19. Principales departamentos con aptitud para el cultivo de pimentón en Colombia (ha)



Fuente: Elaboración propia.

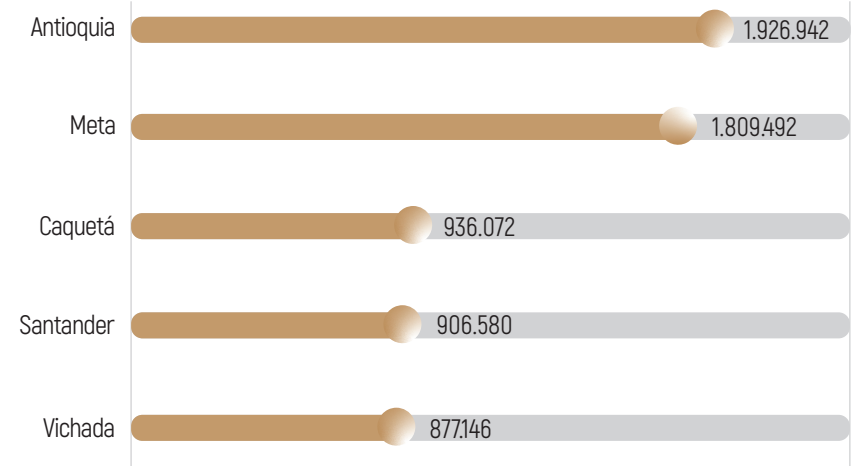
Los departamentos de Antioquia, Córdoba, Cundinamarca, Cauca y Tolima presentan la mayor superficie con aptitud alta (A1) para el cultivo de pimentón. Estos cinco departamentos suman 2.546.547 ha, que equivalen al 41,8 % (tabla 31 y figura 20).

Tabla 31. Departamentos con las mayores áreas de aptitud alta (A1) para el cultivo de pimentón en Colombia (ha)

Departamento	Aptitud alta (A1)
Antioquia	775.153
Córdoba	669.432
Cundinamarca	371.887
Cauca	367.978
Tolima	362.098
Cesar	355.661
Santander	350.344
Valle del Cauca	333.786

Fuente: Elaboración propia.

Figura 20. Principales departamentos con aptitud alta (A1) para el cultivo de pimentón en Colombia (ha)



Fuente: Elaboración propia.

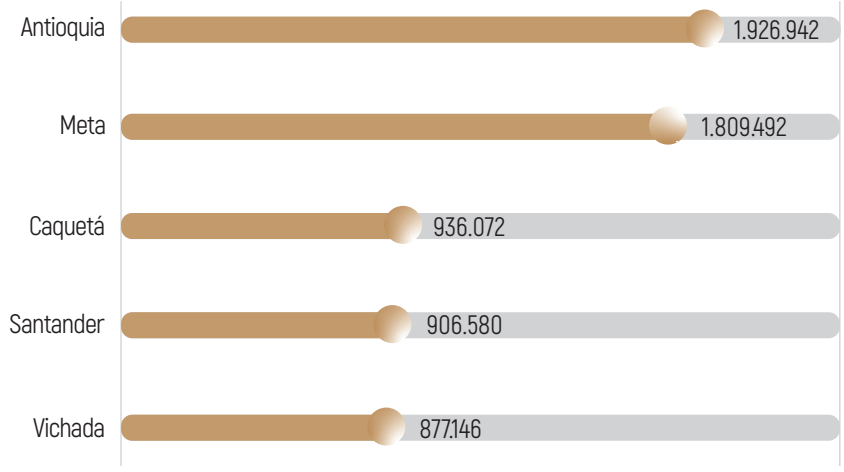
Los principales departamentos con aptitud media (A2) para el cultivo de pimentón en Colombia son, en su orden, Meta, Vichada, Córdoba, Antioquia y Santander, que suman 2.730.279 ha, que equivalen al 56,1 % (tabla 32 y figura 21).

Tabla 32. Departamentos con las mayores áreas de aptitud media (A2) para el cultivo de pimentón en Colombia (ha)

Departamento	Aptitud media (A2)
Meta	934.327
Vichada	866.526
Córdoba	353.741
Antioquia	307.604
Santander	268.081
Huila	236.601
Tolima	222.797
Bolívar	206.417
C	

Fuente: Elaboración propia.

Figura 21. Principales departamentos con aptitud media (A2) para el cultivo de pimentón en Colombia (ha)



Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, los departamentos que cuentan con la mayor área de aptitud baja (A3) son Vichada, Meta, Antioquia, Córdoba y Santander, con 3.063.878 ha potenciales para el desarrollo de este cultivo.

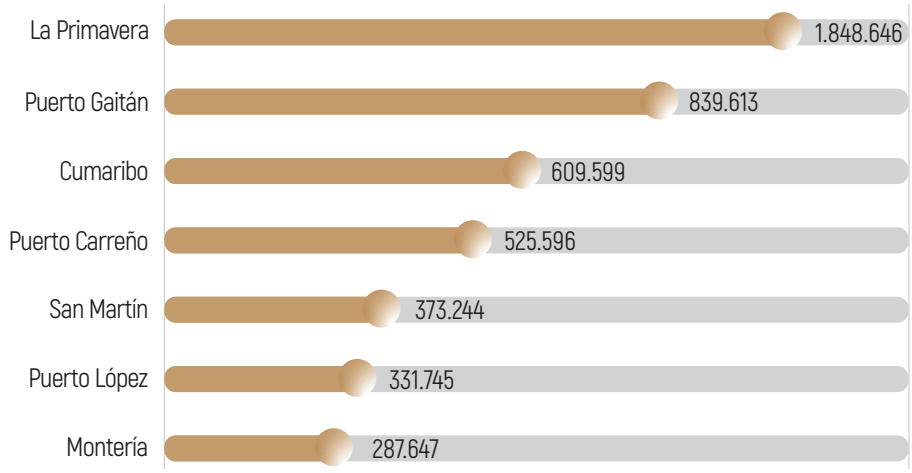
De otra parte, los municipios que cuentan con la mayor superficie apta para el cultivo de pimentón en Colombia son La Primavera en el departamento de Vichada (1.018.162 ha), Puerto Gaitán en el departamento de Meta (790.457 ha), Cumaribo y Puerto Carreño en el departamento de Vichada (602.388 y 517.481 ha, respectivamente) y Puerto López, San Martín y La Macarena en el departamento de Meta (260.859, 241.147 y 228.881 ha, respectivamente) (tabla 33 y figura 22).

Tabla 33. Principales municipios con áreas aptas para el cultivo de pimentón en Colombia (ha)

Municipio	Aptitud alta (A1)	Aptitud media (A2)	Aptitud baja (A3)	Total apto
La Primavera (Vichada)	51.152	410.633	556.377	1.018.162
Puerto Gaitán (Meta)	302	160.793	629.361	790.457
Cumaribo (Vichada)	-	17.428	584.960	602.388
Puerto Carreño (Vichada)	55.586	417.149	44.745	517.481
Puerto López (Meta)	94.333	136.284	30.242	260.859
San Martín (Meta)	17.089	177.235	46.823	241.147
La Macarena (Meta)	51	156.320	72.510	228.881
Montería (Córdoba)	138.569	66.465	12.693	217.727
San Vicente del Caguán (Caquetá)	173.074	35.314	640	209.027
Santa Rosalía (Vichada)	439	21.315	177.394	199.148

Fuente: Elaboración propia.

Figura 22. Principales municipios con aptitud para el cultivo de pimentón en Colombia (ha)



Fuente: Elaboración propia.

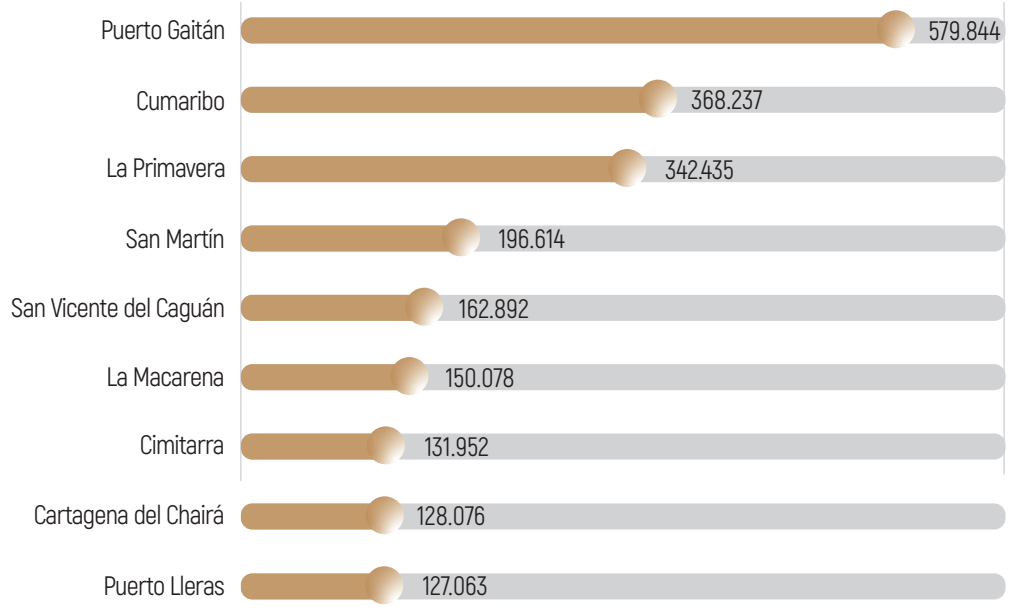
Por su parte, los principales municipios con aptitud alta (A1) para el cultivo de pimentón son San Vicente del Caguán en el departamento de Caquetá (173.074 ha), Montería en el departamento de Córdoba (138.569 ha), Puerto López en el departamento de Meta (94.333 ha), Turbo y Necoclí en el departamento de Antioquia (82.719 y 76.365 ha, respectivamente) y Pivijay en el departamento de Magdalena (72.966 ha) (tabla 34 y figura 23).

Tabla 34. Municipios con las mayores áreas de aptitud alta (A1) para el cultivo de pimentón en Colombia

Municipio	Aptitud alta (A1)
San Vicente del Caguán (Caquetá)	173.074
Montería (Córdoba)	138.569
Puerto López (Meta)	94.333
Turbo (Antioquia)	82.719
Necoclí (Antioquia)	76.365
Pivijay (Magdalena)	72.966
Planeta Rica (Córdoba)	66.364
Valledupar (Cesar)	61.095
Santa Rosa de Osos (Antioquia)	57.467
Puerto Carreño (Vichada)	55.586
La Primavera (Vichada)	51.152

Fuente: Elaboración propia.

Figura 23. Principales municipios con aptitud alta (A1) para el cultivo de pimentón en Colombia (ha)



Fuente: Elaboración propia.

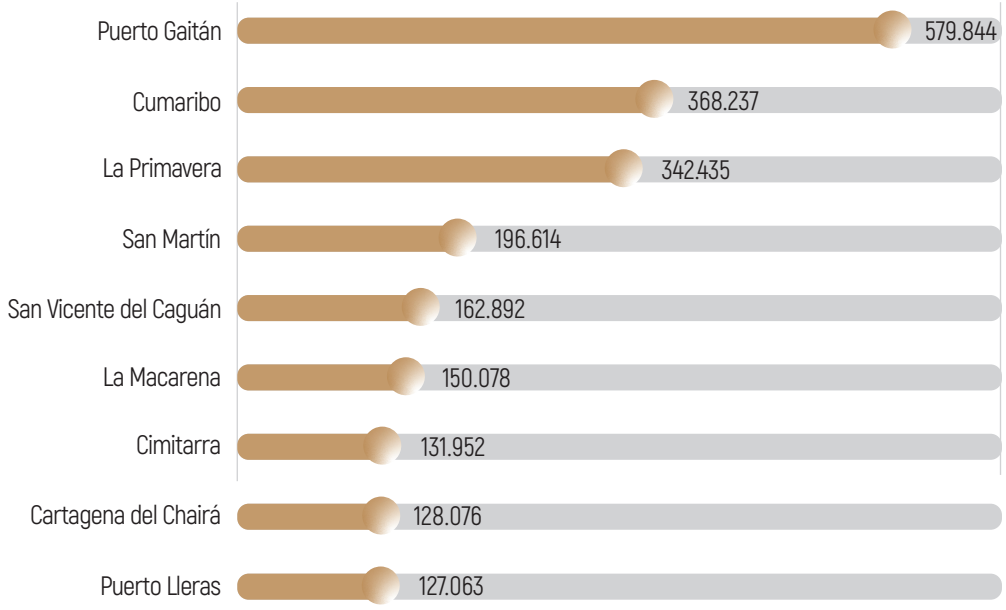
Por su parte, los municipios que cuentan con la mayor superficie con aptitud media (A2) se localizan en los departamentos de Vichada y Meta, así: Puerto Carreño y La Primavera en el departamento de Vichada (417.149 y 410.633 ha, respectivamente) y San Martín, Puerto Gaitán, La Macarena, Puerto López y Puerto Lleras en el departamento de Meta (177.235, 160.793, 156.320, 136.284 y 80.244 ha, respectivamente) (tabla 35 y figura 24).

Tabla 35. Municipios con las mayores áreas de aptitud media (A2) para el cultivo de pimentón en Colombia (ha)

Municipio	Aptitud media (A2)
Puerto Carreño (Vichada)	417.149
La Primavera (Vichada)	410.633
San Martín (Meta)	177.235
Puerto Gaitán (Meta)	160.793
La Macarena (Meta)	156.320
Puerto López (Meta)	136.284
Puerto Lleras (Meta)	80.244
Montería (Córdoba)	66.465
Arauquita (Arauca)	60.397
Puerto Boyacá (Boyacá)	52.324
Puerto Rico (Meta)	48.896

Fuente: Elaboración propia.

Figura 24. Principales municipios con aptitud media (A2) para el cultivo de pimentón en Colombia (ha)



Fuente: Elaboración propia.

Por último, los municipios que cuentan con la mayor área potencial de aptitud baja (A3) están ubicados en Meta (Puerto Gaitán) y en Vichada (Cumaribo, La Primavera y Santa Rosalía).



5. Conclusiones

5. Conclusiones

La zonificación de aptitud del cultivo comercial de pimentón a escala 1:100.000 permite identificar las áreas geográficas que presentan condiciones apropiadas para el establecimiento y desarrollo de esta actividad agrícola. La zonificación es una herramienta del proceso de planificación del uso eficiente del suelo agrícola, soportada en un trabajo conjunto entre la UPRA, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Asohofrucol, Bancoldex y los demás actores de la cadena productiva del pimentón, que parte de un modelo conceptual basado en la integración de criterios físicos, socioecosistémicos y socioeconómicos, donde la información producida por diferentes entidades del Estado es el insumo base para su desarrollo metodológico.

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

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

Mediante el análisis multicriterio del componente biofísico se concluyó que las condiciones climáticas son el criterio de mayor peso ponderado, seguido por las condiciones de enraizamiento, la capacidad de laboreo, la apropiación de agua y la integridad ecológica.

Las condiciones climáticas –compuestas por las variables temperatura media anual, precipitación anual y brillo solar anual– es el criterio de mayor incidencia en el establecimiento, desarrollo agronómico y productividad del cultivo comercial de pimentón en Colombia.

Igualmente, las condiciones de enraizamiento y la capacidad de laboreo son criterios relacionados con las posibilidades de establecimiento del cultivo comercial de pimentón con respecto a las propiedades físicas del suelo, como textura, profundidad, pedregosidad y pendiente. En el pimentón se restringen aquellas zonas de pendientes superiores a 50 %, profundidad efectiva inferior a 25 cm y los suelos pedregosos.

Por su parte, la apropiación de agua permite vislumbrar que la disponibilidad del recurso hídrico es una limitante para el buen desarrollo del cultivo comercial de pimentón: tanto el exceso como la deficiencia de este recurso tienen implicaciones en su buen desarrollo.

En cuanto a la información socioeconómica, se destacan los criterios infraestructura y logística y mercado laboral. El cultivo comercial de pimentón se encuentra favorecido si presenta acceso a centros de servicios, puertos marítimos, aeropuertos, distritos de riego y centros de generación de valor agregado (trasformación, empaque y comercialización). De la misma manera, en el mercado laboral se destaca la necesidad de mano de obra como insumo para el desarrollo de las labores culturales a lo largo del ciclo productivo.

Acerca de los resultados, el mapa de zonificación de aptitud muestra que existen 15.203.415 ha aptas para siembras comerciales del cultivo de pimentón, lo cual equivale al 38,7 % de la frontera agrícola nacional. Los departamentos con mayores áreas aptas son Vichada, Meta, Antioquia, Córdoba, Santander, Tolima y Cauca; suman más de la mitad del total apto para el cultivo. No obstante, las mayores áreas de aptitud alta (A1) se localizan en los departamentos de Antioquia, Córdoba, Cundinamarca, Cauca y Tolima.

Antioquia y Santander, identificados en los antecedentes como dos de los departamentos con mayores áreas aptas para el cultivo, coinciden en ser actualmente dos de las principales zonas actuales de producción de pimentón.

El mapa integrado permite visualizar cuatro zonas para este cultivo: 1. La costa atlántica, correspondiente a los departamentos de Córdoba, Sucre, Atlántico y Magdalena; 2. La zona centro occidente, que corresponde a Antioquia y los departamento de zona cafetera (Risaralda y Quindío), el Cauca y el Valle del Cauca; 3. La zona centro (Cundinamarca y Tolima); y 4. La zona de los Llanos Orientales (Meta y Caquetá), por su ubicación geográfica tiene dificultad de acceder a los mercados nacionales e internacionales.

Los municipios que presentan las mejores condiciones para el establecimiento y desarrollo del cultivo comercial de pimentón son San Vicente del Caguán, Montería, Puerto López, Turbo, Necoclí y Pivijay.

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 pimentón 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 fundamento en el resultado de área apta, se evidencia una amplia posibilidad de desarrollo del cultivo comercial de pimentón dentro de la frontera agrícola nacional. La diversidad de ambientes, las condiciones socioeconómicas y las socioecosistémicas permiten el desarrollo de este cultivo comercial con diferentes variedades y bajo diversos microclimas.





6. Referencias bibliográficas

6. Referencias bibliográficas

1. Aguilera, I.; Castaños, J.; Escudero, R; González, A. y Monteagudo, S. (2009). El nivel 3 de la nomenclatura Corine y la pérdida de representatividad de algunas clases importantes en el CLC de la C. A. Aragón. En: XIII Congreso de la Asociación Española de Teledetección, (pp. s.d). Calatayud, Zaragoza, España:.
2. Bancoldex 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 pimentón en Colombia, a escala 1:100.000. Bogotá, Colombia: Bancoldex.
3. Casilimas, H.; Monsalve, O.; Bojacá, C.; Gil, R.; Villagrán, E.; Arias, L.; Fuentes, L. (2012). Manual de producción de pimentón bajo invernadero. . Bogotá, Colombia. Universidad Jorge Tadeo Lozano.
4. Ciontescu, N. (2012). Instructivo metodológico para la evaluación de atributos ecológicos e integridad ecológica en áreas protegidas. ArcGIS-Fragstats. Bogotá, Colombia: Parques Nacionales Naturales de Colombia.
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 (pp. 68-71). Ámsterdam, Países Bajos: : KIT Publishers BV.
6. Cortés, A. y Malagón, D. (1984). Los levantamientos agrológicos y sus aplicaciones múltiples. Bogotá, Colombia: Universidad Jorge Tadeo Lozano.
7. Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2015). Base de datos cifras de abastecimiento para productos hortofrutícolas priorizados por el PTP en las principales centrales de abastos de Colombia. Bogotá, Colombia: DANE.
8. _____. (2015). El cultivo de pimentón (Capsicum annuum L.) bajo invernadero. Boletín mensual No. 37. Insumos y factores asociados a la producción agropecuaria. . Bogotá, Colombia: 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, Colombia: DNP.
10. _____. (2008). Documento Conpes 3514: Política nacional fitosanitaria y de inocuidad para las cadenas de frutas y de otros vegetales. Bogotá, Colombia: DNP.
11. _____. (2008). Documento Conpes 3527: Política nacional de competitividad y productividad. Bogotá, Colombia: DNP.
12. _____. (2010). Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014: Prosperidad para todos. Bogotá, Colombia: DNP.
13. _____. (2014). Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018: Todos por un Nuevo País. Bogotá, Colombia: DNP.
14. Eastman, J.; Weigen, J.; Kyem, P.; Toledano, J. (1995). Raster procedures for multi-criteria multi-objective decisions. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 61(5), 539-547.
15. Fassbender, H.; Bornemisza, E. (1987). Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. 2.ª ed. San José de Costa Rica, C.R.: IICA.
16. Figueroa, A. (2000). Evaluación del impacto ambiental. Instrumento para el desarrollo. Popayán, Colombia: Toro Ediciones.
17. García, M. A.; Baena, D.; Vallejo, F. (2006). Estudio de la diversidad genética de las accesiones de Capsicum spp. del banco de germoplasma de la Universidad Nacional de Colombia - Sede Palmira. Palmira, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
18. González, M.; Saldarriaga, G. y Jaramillo, Ó. (2010) Estimación de la demanda de agua: conceptualización y dimensionamiento de la demanda hídrica sectorial. En: Ideam. Estudio nacional del agua 2010, (170-230 Bogotá, Colombia: Ideam.

19. Gómez de Enciso M. (2012). Ecofisiología de hortalizas. En: Ligarreto et., al. Manual para el cultivo de hortalizas (pp 55-71). . Bogotá, Colombia: Produmedios.

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

21. Henríquez, S. A. (2012). Fertilización de hortalizas. En Ligarreto et., al. Manual para el cultivo de hortalizas. (pp 73-85). Bogotá, Colombia: Produmedios.

22. Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (Incoder). (2015). Distritos de riego construidos en Colombia. Información municipal. Bogotá, Colombia: Incoder.

23. 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, Colombia: Ideam.

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

25. _____. (2010). Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología Corine Land Cover, adaptada para Colombia, escala 1:100.000. Bogotá, Colombia: Ideam.

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

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

28. 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, Colombia: IdeamConif.

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

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

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

32. Jaramillo, J.; Aguilar, P.; Espitia, E.; Tamayo, P.; Guzmán, M. (2014). Modelo productivo del cultivo de pimentón bajo condiciones protegidas en el oriente antioqueño. Medellín, Colombia:Corpoica.

33. Ligarreto, G. (2012). Ají y pimentón. Familia Solanacea. En: Ligarreto et., al. Manual para el cultivo de hortalizas (pp. 477-497). Bogotá, Colombia: Produmedios.

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

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

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

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

38. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (Minagricultura) (2016). Evaluaciones agropecuarias municipales, base de datos 2009-2015. Bogotá, Colombia: Minagricultura.

39. _____. (2019). Evaluaciones agropecuarias municipales, base de datos 2013-2017. Bogotá, Colombia: Minagricultura.

40. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (Minambiente). (2012). Política para la gestión integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos. Bogotá, Colombia: Minambiente.

41. _____. (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>.

42. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y Asohofrucol (2009). Guía ambiental hortofrutícola de Colombia. Recuperado de: www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_30_guiaambiental.pdf.

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

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

45. _____. (1997). Zonificación agroecológica, Guía general. Boletín de suelos 73. Recuperado de http://www.fao.org/ docrep/W2962S/W2962S00.htm.

46. _____. (2000). New Dimensions in Water Security. Report AGL/ MISC/25/2000. Roma, Italia: FAO.

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

48. _____. (2007). Land evaluation: towards a revised framework. Roma, Italia: FAO.

49. _____. (2019). Base de datos Faostat. Recuperado de: http://www.fao.org/statistics/databases/es/

50. 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, 317-323. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j. ocecoaman.2009.03.004>.

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

52. _____. (1985). Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance. Nueva York, EE.UU: Free Press.

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

54. Rossiter, D. (2009). Land evaluation: towards a revised framework. Land and Water Discussion, Paper 6. Geoderma (148) 428-429.Siraj, S.; Mikhailov, L. y Keane, J. (2013). PriEsT: An interactive decision support tool to estimate priorities from pairwise comparison judgments. International Transactions in Operational Research, . 22(2), 217-235.

55. Trade Statistics for International Business Development (Trademap). (2016). ITC calculations based on UN comtrade and ITC statistics. S.d.

56. _____. (2019). List of exporters for the select product. Recuperado de: <https://www.trademap.org/Index.aspx>.

57. _____. (2019). List of importers for the select product. Recuperado de: <https://www.trademap.org/Index.aspx>.

58. Unidad para la Atención y Reparación Integral a las Víctimas (UARIV). (2014a). Índice de riesgo de victimización 2005-2013. Recuperado de <http:// vgv.unidadvictimas.gov.co/irv/>.

59. Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA). (2013). Ficha de proyecto: revisión y ajuste de la metodología de zonificación forestal con fines comerciales - propuesta técnica y económica. Bogotá, Colombia: UPRA.

60. _____. (2014). Zonificación para plantaciones forestales con fines comerciales en Colombia, escala 1:1000.000. Bogotá, Colombia: UPRA.

61. United States Department of Agriculture (USDA). (1961). Land Capability Classification. Agriculture Handbook 210. Soil Conservation Service. Recuperado de <https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_ DOCUMENTS/nrcs142p2_052290.pdf>.



7. Anexo



Tabla de contenido

1. Fichas metodológicas del componente físico 115

1.1. Criterio condiciones climáticas 115

1.1.1. Variable temperatura media anual 119

1.1.2. Variable precipitación total anual 122

1.1.3. Variable brillo solar medio diario anual 125

1.2. Criterio condiciones de enraizamiento 129

1.2.1. Variable profundidad efectiva 133

1.2.2. Variable textura 137

1.2.3. Variable pedregosidad 141

1.3. Criterio capacidad de laboreo 145

1.3.1. Variable pendiente 149

1.3.2. Variable textura 152

1.3.3 Variable pedregosidad 156

1.4. Criterio riesgo fitosanitario 161

1.4.1. Variable temperatura asociada a *Phytophthora capsici* 167

1.4.2. Variable precipitación asociada a *Phytophthora capsici* 170

1.4.3 Variable temperatura asociada a *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* 173

1.4.4 Variable humedad relativa asociada a *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* 176



1.4.5. Variable temperatura asociada a moscas blancas (*Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci*) 179

1.4.6. Variable temperatura asociada a *Frankliniella occidentalis* 182

1.5 Criterio disponibilidad de oxígeno 186

1.5.1. Variable susceptibilidad a inundaciones 189

1.5.2. Variable drenaje natural 193

1.6 Criterio disponibilidad de humedad 197

1.6.1 Variable régimen de humedad 200

1.6.2. Variable textura 204

1.7. Criterio toxicidad por sales, sodio y aluminio 209

1.7.1. Variable salinidad o sodicidad 213

1.7.2. Variable saturación de aluminio 217

1.8. Criterio disponibilidad de nutrientes 221

1.8.1. Variable acidez (pH) 226

1.8.2. Variable saturación de bases 231

1.8.3. Variable carbono orgánico 234

1.8.4. Variable capacidad de intercambio catiónico (CIC) 237

1.9 Criterio susceptibilidad a la pérdida de suelos 241

1.9.1. Variable pendiente 245

1.9.2. Variable erosión actual 248

1.9.3. Variable susceptibilidad a movimientos en masa 251



2. Fichas metodológicas del componente socioecosistémico 255

2.1. Criterio apropiación de agua 255

2.2. Criterio integridad ecológica 266

2.2.1. Variable Conectividad Estructural de las Coberturas Naturales (CECN) 278

2.2.2 Variable Índice de Naturalidad (Inat) 281

2.2.3 Variable Áreas de Concentración de Especies Sensibles (ACES) 284

2.3. Criterio variación del contenido estimado de carbono 293

2.4. Criterio cambio de cobertura 311

2.5. Criterio amenaza por incendios de la cobertura vegetal 321

3. Fichas metodológicas del componente socioeconómico 325

3.1. Criterio infraestructura y logística 325

3.1.1. Variable existencia de cultivos 328

3.1.2. Variable cercanía a centros de servicios 331

3.1.3 Variable cercanía a puertos marítimos 335

3.1.4 Variable presencia de aeropuertos 339

3.1.5 Variable cercanía a centros de transformación, empaque y comercialización 343

3.1.6 Variable distritos de riego 347

3.2 Criterio mercado laboral 351

3.2.1 Variable cercanía a vías 4G 354

3.2.2. Variable población en edad de trabajar (PET_{20-64}) 358



3.2.3. Variable años promedio de escolaridad 362

3.2.4. Variable oferta educativa a nivel técnico, tecnológico y profesional en áreas agropecuarias 365

3.3. Criterio factores productivos 369

3.3.1. Variable precio de la tierra rural municipal 372

3.3.2. Variable rendimientos 376

3.3.3. Variable costos de internación 379

3.4. Criterio institucionalidad y asociatividad 384

3.4.1. Variable índice de desempeño fiscal 387

3.4.2. Variable programas y servicios ofrecidos por el Sena 391

3.4.3. Variable predios certificados BPA por el ICA 395

3.4.4. Variable programas o servicios ofrecidos por Corpoica 398

3.4.5. Variable extensión y asistencia técnica sectorial 402

3.4.6. Variable organizaciones gremiales o de base del sector 406

3.5. Criterio tamaño de la tierra rural 410

3.5.1. Variable tamaño tipo de los predios rurales 413

3.6. Criterio seguridad ciudadana 417

3.6.1. Variable índice de riesgo de amenazas 420

3.7. Criterio bienestar económico 425

3.7.1 Variable índice de pobreza multidimensional (IPM) 428

3.8. Criterio indicadores económicos 433

3.8.1. Variable grado de participación agropecuaria municipal 435



4. Fichas metodológicas de exclusiones legales 439

4.1. Criterio exclusiones legales 439

4.1.1. Variable ecosistemas estratégicos (páramos) 445

4.1.2. Variable áreas protegidas 449

4.1.3. Otras áreas protegidas locales 452

4.1.4. Variable áreas urbanas 454

4.1.5. Variable parques arqueológicos 457

4.1.6. Variable zonas de Reserva Forestal Nacional de la Ley 2ª de 1959, tipo A 460

5. Fichas metodológicas de condicionantes legales 464

5.1. Criterio condicionantes legales 464

5.1.1. Variable ecosistemas estratégicos (manglares, humedales, rondas hídricas y bosque seco tropical) 468

5.1.2. Variable áreas protegidas 472

5.1.3. Otras áreas protegidas locales 476

5.1.4. Variable zonas de reserva forestal nacional de la Ley 2ª de 1959, tipo B y C 478

5.1.5. Variable distinciones internacionales 482

5.1.6 Variable áreas de interés cultural y social 485

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

Definición

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

Cuando se hace referencia al clima se hace énfasis en los tres elementos climáticos más representativos e importantes desde el punto de vista de la producción del cultivo de pimentón: 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 y desarrollo de frutos de las plantas de pimentón 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 de condiciones climáticas, se concluye que los límites a partir de los cuales no es viable el cultivo de pimentón, son: temperaturas medias inferiores a 14°C/año y supe-

riores a 29°C/año y precipitaciones totales anuales inferiores a 500 mm/año y superiores a 3500 mm/año.

Limitantes de la evaluación del criterio

Escaso cubrimiento de estaciones meteorológicas para el registro de los diferentes parámetros de la atmósfera, 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, la 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), donde un factor es un criterio que mejora o reduce la aptitud de una alternativa específica para la actividad en consideración y una restricción es un criterio que limita, condiciona o excluye dichas alternativas (Eastman *et al.* 1998).

Teniendo en cuenta el postulado anterior, se definen las variables a ser considerados 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 pimentón.

Rangos para la asignación de valores de aptitud

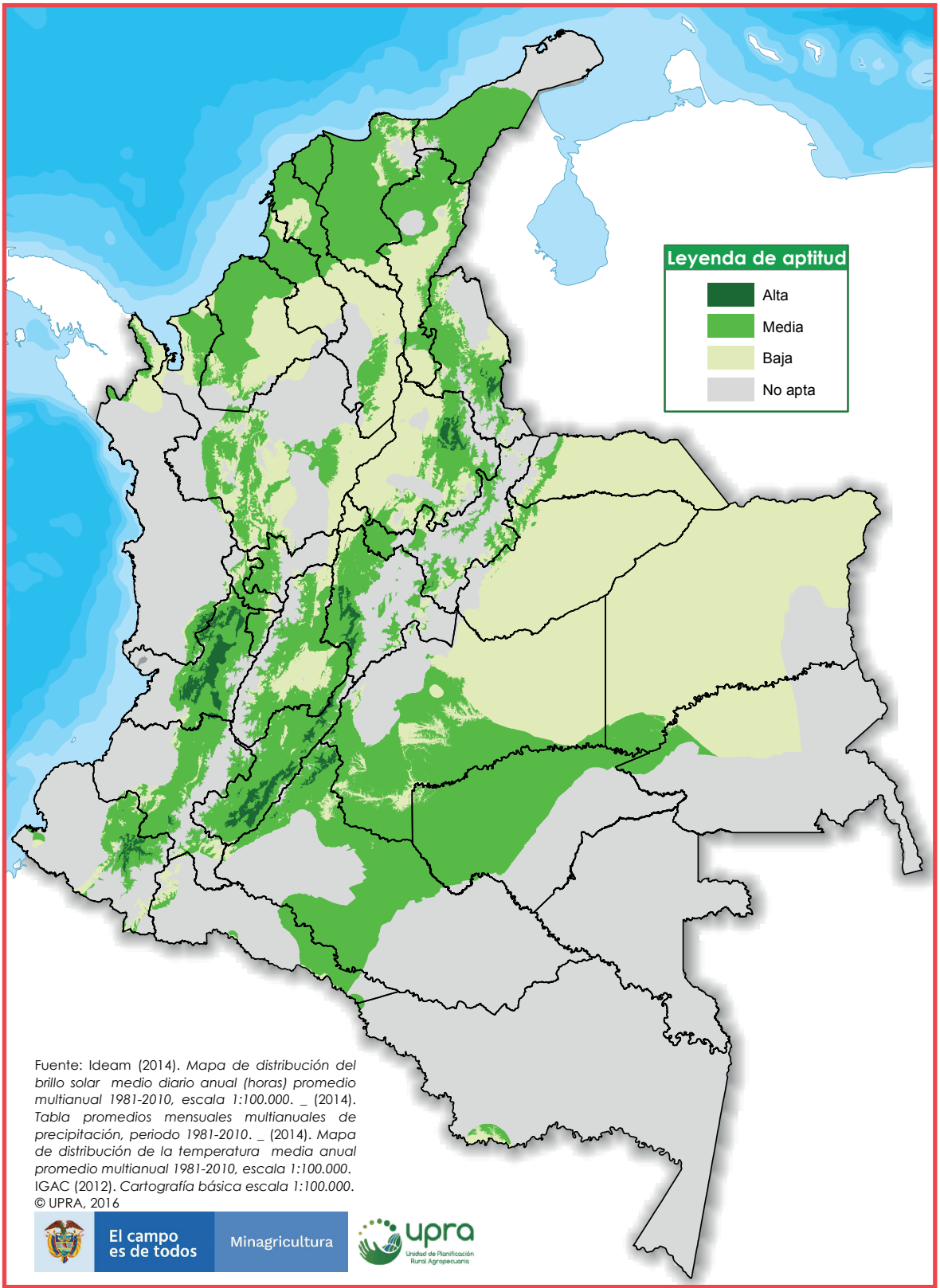
El criterio presenta los siguientes rangos de aptitud:

Árbol de decisión para el criterio			
Precipitación total (mm/año)	**Temperatura media (°C/año)**	**Brillo solar medio diario anual (horas sol/día)**	**Aptitud**
500-1500	20-24	4-5	A1
		3-4	A1
		< 3 y > 5	A2
	18-20 y 24-26	4-5	A2
		3-4	A2
		< 3 y > 5	A2
	14-18 y 26-29	4-5	A2
		3-4	A2
		< 3 y > 5	A2

Árbol de decisión para el criterio			
Precipitación total (mm/año)	**Temperatura media (°C/año)**	**Brillo solar medio diario anual (horas sol/día)**	**Aptitud**
1500-2000	20-24	4-5	A2
		3-4	A2
		< 3 y > 5	A2
	18-20 y 24-26	4-5	A2
		3-4	A2
		< 3 y > 5	A2
	14-18 y 26-29	4-5	A2
		3-4	A2
		< 3 y > 5	A3
2000-3500	20-24	4-5	A2
		3-4	A2
		< 3 y > 5	A2
	18-20 y 24-26	4-5	A2
		3-4	A2
		< 3 y > 5	A3
	14-18 y 26-29	4-5	A3
		3-4	A3
		< 3 y > 5	A3



Representación cartográfica del criterio



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

© UPRA, 2016

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio condiciones climáticas

Fuentes de información

- Eastman, J.; Jin, W.; Kyem, W. y Toledano, P. (1995). «Raster procedures for multi-criteria multi-objective decisions». *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 61(5), 539-547.
- Ideam. (2014d). *Mapa de distribución de la temperatura media anual, promedio multianual 1981-2010, escala: 1:100.000*. Bogotá: Ideam.
- _. (2014e). *Mapa de distribución del brillo solar medio diario anual (horas) promedio multianual 1981-2010, escala 1:100.000.* Bogotá: Ideam.
- _. (2014f). *Mapa de distribución de la precipitación media total anual, promedio multianual 1981-2010, escala 1:100.000.* Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

1.1.1. Variable temperatura media anual

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

Definición

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

La temperatura del aire en la zona ecuatorial 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. Las temperaturas bajas retrasan el desarrollo del cultivo e impiden la fructificación, mientras que las altas temperaturas, inducen quemazones de los frutos.

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 pimentón, de acuerdo con sus requerimientos térmicos.

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

Para el cultivo de pimentón se establecieron, como valores de exclusión, las temperaturas menores a 14°C y superiores a 29°C. Por tal motivo, las zonas delimitadas por debajo y por encima de estos límites térmicos, se consideraron no aptas (N1) para el cultivo comercial de pimentón.

Variable	Unidad de medida	A1	A2	A3	N1
Temperatura media anual	°C/anual	20-24	18-20 y 24-26	14-18 y 26-29	< 14 y > 29

Limitantes de la evaluación de la variable

Baja densidad de las estaciones meteorológicas en algunas zonas con registro de temperatura y la no disposición de bases de datos de temperatura actualizada, lo que causa imprecisiones en la distribución espacial de la temperatura media anual en Colombia.

Metodología de procesamiento de la información

Serie histórica de la información

La información utilizada fue los registros de temperatura media anual a nivel nacional en el período comprendido entre 1980 y 2010, y los mapas de isotermas del “Atlas Climatológico para Colombia” versión 2014 elaborado por el Ideam.

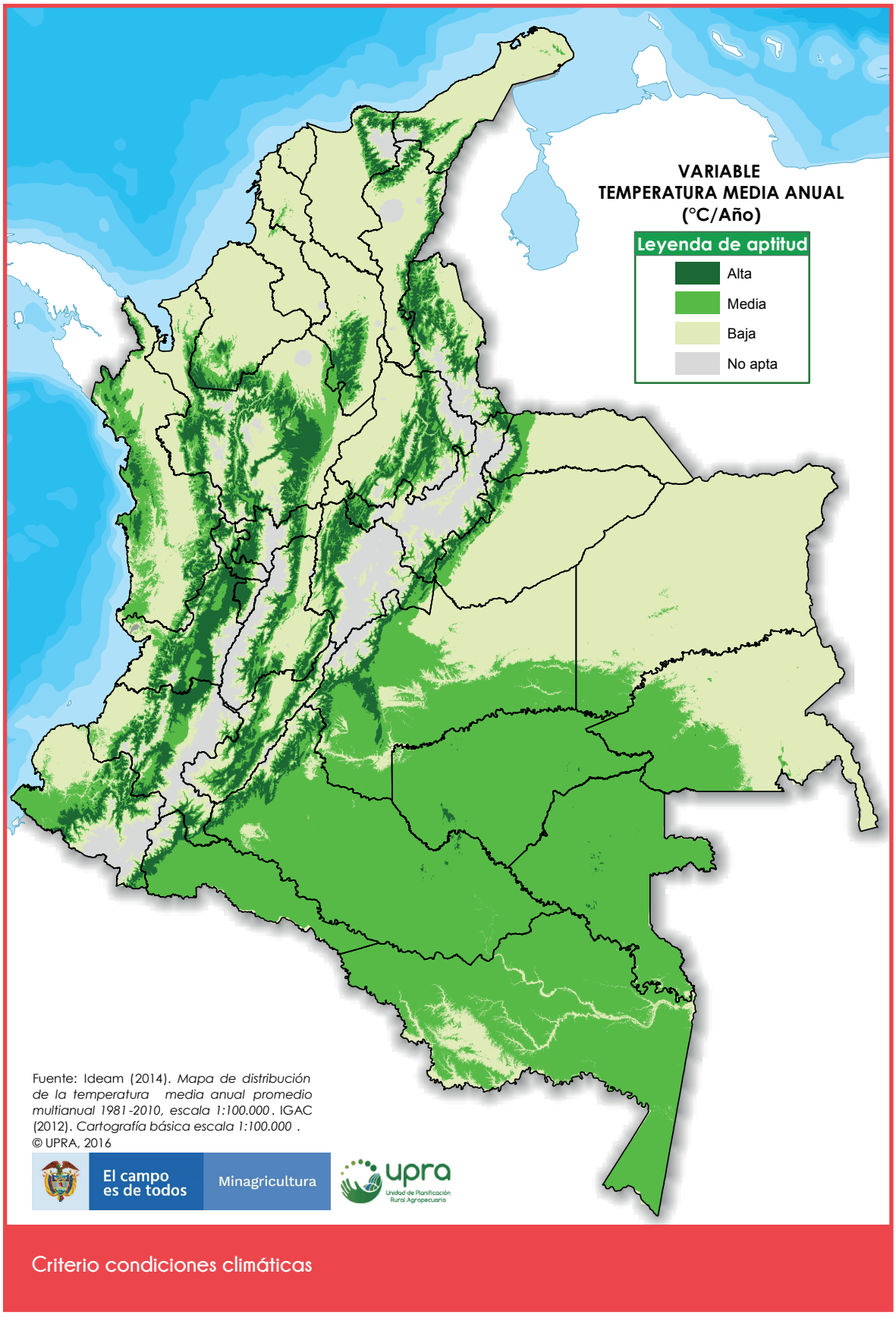
Tratamiento de la información

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 de trabajo del componente físico, actividad que fue soportada por el grupo TIC de la UPRA.

Unidad de análisis

Distribución de la temperatura media anual en el territorio nacional

Representación cartográfica de la variable



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

© UPRA, 2016

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio condiciones climáticas

Fuentes de información

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

1.1.2. Variable precipitación total anual

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
Componente: físico. Subcomponente: climático		
Criterio asociado: condiciones climáticas		
Variable: precipitación total anual	**Unidad de medida:** °C/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 pimentón. La unidad de precipitación es el milímetro (mm). Un milímetro de precipitación equivale a un (1) litro de agua por metro cuadrado de superficie (1 L/m^2), equivalente a 10 m^3/ha.

Importancia de la variable

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. Aunque el cultivo comercial de pimentón requiere de pluviosidad media, un déficit prolongado de agua afecta la floración y el cuajado de los frutos.

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, baja y no apta para el cultivo de pimentón, de acuerdo con sus requerimientos hídricos o uso consuntivo.

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

Se establecieron como valores extremos, las precipitaciones inferiores a 500 mm/año y superiores a 3500 mm/año, ya que ocasionan estrés hídrico tanto por deficiencia como por exceso, lo cual se evidencia en pobre crecimiento y desarrollo del fruto de pimentón, con reducción de la capacidad de absorción de nutrientes que se traducen en bajo rendimiento agronómico del cultivo.

Variable	Unidad de medida	A1	A2	A3	N1
Precipitación total anual	mm/año	500-1500	1500-2000	2000-3500	< 500 y > 3500

Limitantes de la evaluación de la variable

Baja densidad de las estaciones meteorológicas en algunas zonas con registro de pluviométricos y la no disposición de bases de datos de lluvia actualizada, que causa imprecisiones en la distribución espacial de la precipitación en Colombia.

Metodología de procesamiento de la información

Serie histórica 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.

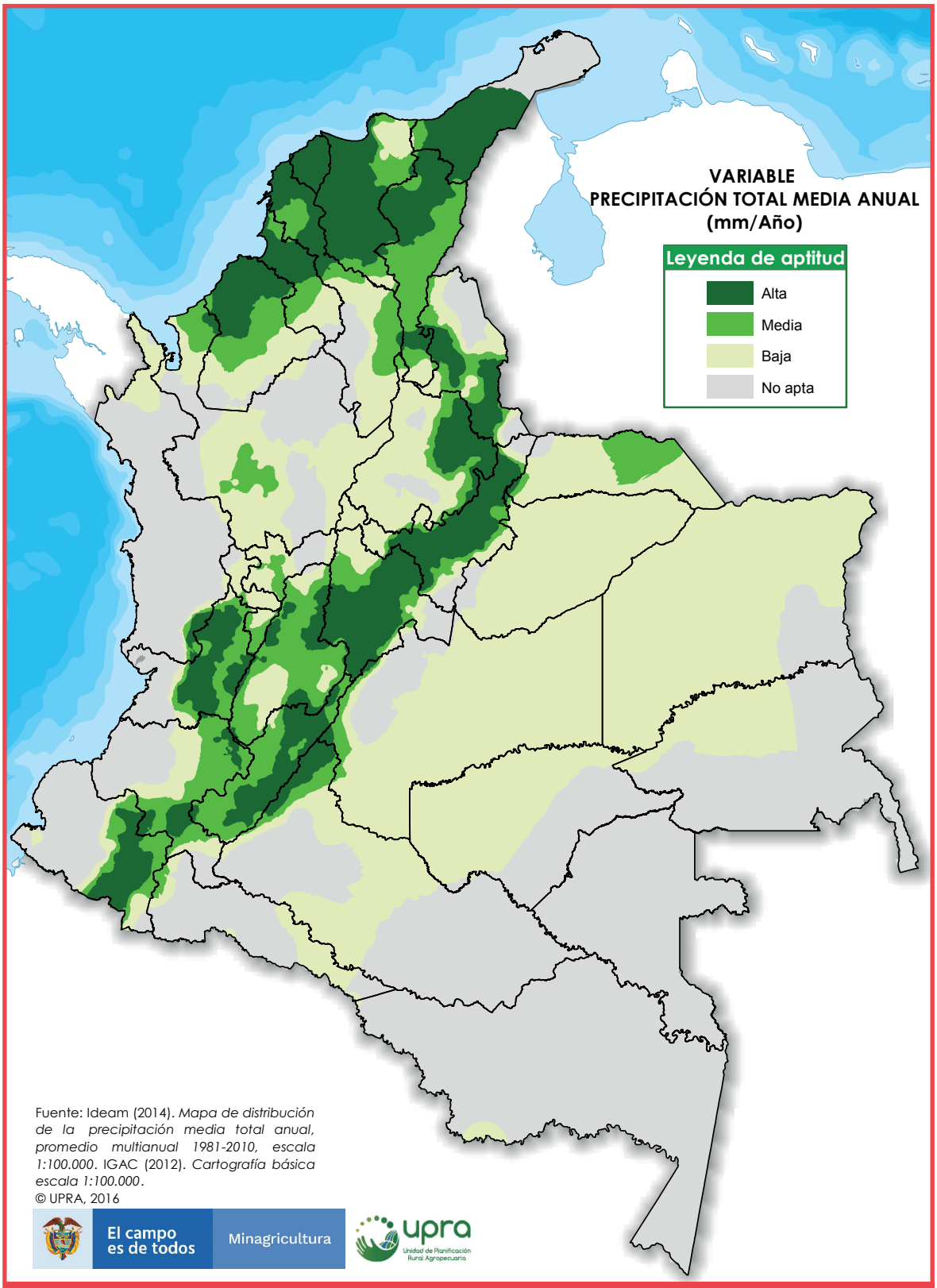
Tratamiento de la información

Se realizó un ejercicio de delimitación a nivel espacial de zonas pluviométricas, que reflejan los rangos de lluvia total anual establecidos por el equipo técnico 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



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

© UPRA, 2016

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio condiciones climáticas

Fuentes de información

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

1.1.3. Variable brillo solar medio diario anual

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
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 entre el alba y el amanecer. También se denomina insolación.

Importancia de la variable

El brillo solar que percibe el cultivo de pimentón es aprovechado para realizar la fotosíntesis; dicha transformación de energía radiante en energía química mediante la asimilación del carbono del CO_2 del aire, contribuye a la fijación de compuestos orgánicos carbonados que inciden en la eficiencia de la planta y en sus procesos metabólicos, condiciones importantes para la zonificación de aptitud, ya que su distribución espacial permite establecer la distribución de insolación con aptitud alta, aptitud media y aptitud baja para este cultivo comercial.

Valores bajos de insolación o de brillo solar disminuyen la eficiencia fotosintética de las plantas, mientras que valores altos, tienden a inducir quemado de frutos.

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

No hay valores de exclusión (N1) para la variable. A continuación, se relacionan los rangos de aptitud para el brillo solar en el cultivo comercial de pimentón:

Variable	Unidad de medida	A1	A2	A3
Brillo solar medio diario anual	horas sol/día	4-5	3-4	< 3 y > 5

Limitantes de la evaluación de la variable

Baja densidad de las estaciones meteorológicas en algunas zonas con registro de eliofania y la no disposición de bases de datos de brillo solar actualizada, que causa imprecisiones en la distribución espacial del brillo solar medio diario anual en Colombia.

Metodología de procesamiento de la información

Serie histórica de la información.

Se basó en la información del "Atlas Climático de Colombia" del Ideam para el período comprendido entre 1981 y 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 una hora con el fin de identificar la distribución espacial del régimen de brillo solar en promedio, en el territorio nacional.

Tratamiento de la información

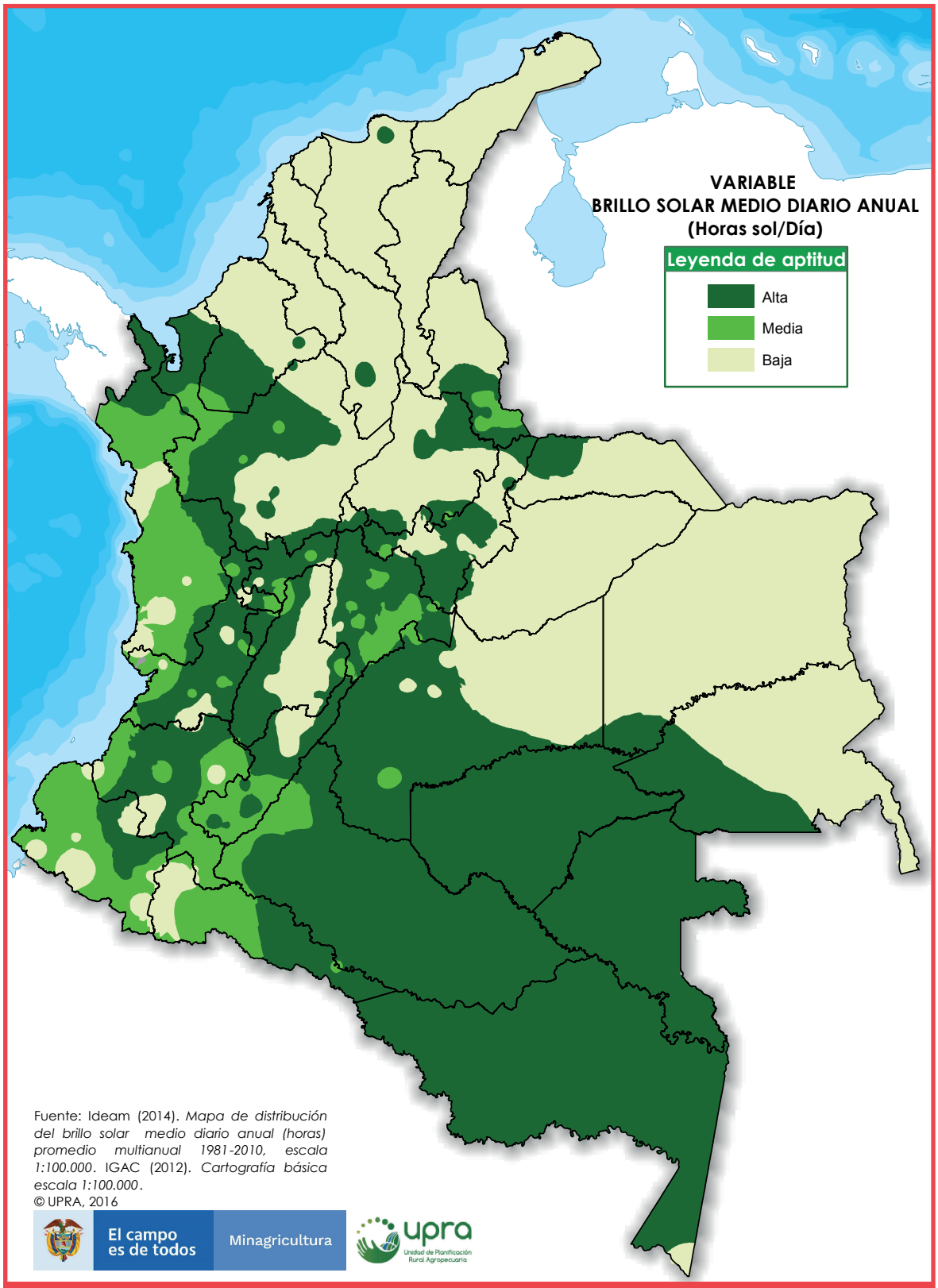
Se realizó un ejercicio de delimitación a nivel espacial de zonas de brillo solar medio diario anual, que reflejan los rangos establecidos por el equipo técnico del componente físico, actividad que fue soportada por el grupo TIC de la UPRA.

Unidad de análisis

Distribución del brillo solar medio diario anual en el territorio nacional



Representación cartográfica de la variable



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

© UPRA, 2016

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio condiciones climáticas

Fuentes de información

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



1.2. Criterio condiciones de enraizamiento

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

Definición

Integra las características físicas del suelo que permiten el desarrollo óptimo de las raíces de las plantas para un buen desarrollo del cultivo. 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 para sostener las plantas y de abastecerse de agua y de nutrientes.

Importancia del criterio para el cultivo

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

El sistema de raíces de pimentón es pivotante y profundo (dependiendo de la profundidad y textura del suelo), con numerosas raíces adventicias que horizontalmente pueden alcanzar una longitud comprendida entre 50 cm y 100 cm. Las buenas condiciones físicas del suelo acompañadas del adecuado suministro de nutrientes, permiten buenos rendimientos del cultivo.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado

En el análisis de cada una de las variables que integran el criterio, se concluye que los límites a partir de los cuales no es posible el establecimiento de cultivos comerciales de pimentón son, profundidad efectiva menor de 25 cm y pedregosidad mayor de 35 % (pedregoso).

Limitantes para la evaluación del criterio

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

Metodología de procesamiento de la información

La información para las variables que conforman este criterio, se obtuvieron del "Mapa de Correlación Nacional de Suelos", escala 1:100.000 (IGAC, 2014b) que corresponde a los límites de variación de las clases de profundidad (cm), fase de pedregosidad y las clases texturales (IGAC, 2010a); la calificación de este criterio se genera por medio de un árbol de decisión.

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

Textura (clase textural)	Aptitud
Franca (F), franco arenosa (FA), franco arcillo arenosa (FArA), Franco arcillo limosa (FArL) franco limosa (FL), y limosa (L)	A1
Arenosa (A), arenosa franca (AF), arcillo arenosa (ArA), arcillo limosa (ArL) y franco arcillosa (FAr)	A2
Arcillosa (Ar)	A3

Fase de pedregosidad	Aptitud
No pedregoso	A1
Pedregoso	N1

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

Rangos para la asignación de valores de aptitud

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

Los suelos oxisoles y ultisoles finos, tienen calificación diferente en la variable textura debido a que en ellos dominan las arcillas de relación 1:1, lo cual disminuye la pegajosidad; igualmente los histosoles tienen comportamiento diferente al momento de la labranza, por su alto contenido de materia orgánica y porosidad.

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

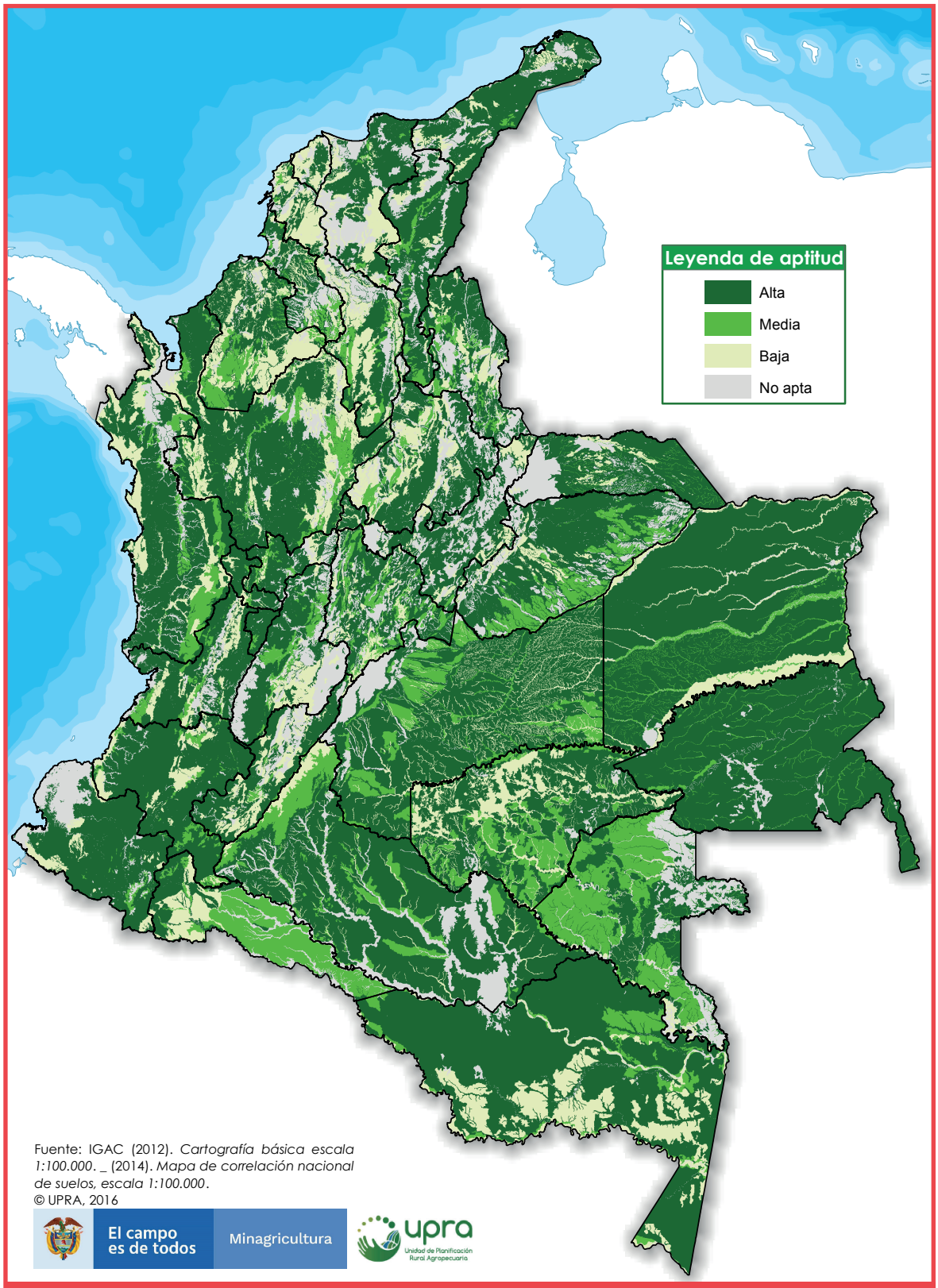
Árbol de decisión

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

Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos

Representación cartográfica del criterio



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

© UPRA, 2016

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio condiciones de enraizamiento

Fuentes de información

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

1.2.1. Variable profundidad efectiva

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
Componente: físico. Subcomponente: edáfico		
Criterio asociado: condiciones de enraizamiento		
Variable: profundidad efectival	**Unidad de medida:** cm	
Tipo de criterio asociado	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

Definición

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

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

Se considera que, para el cultivo de pimentón, el suelo debe tener una profundidad efectiva mayor 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 pimentón, debido a que de ella depende, en gran medida, el buen desarrollo del sistema de raíces, para la obtención de cosechas óptimas.

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

Se definieron las profundidades menores de 25 cm como no aptas (N1) para el establecimiento del cultivo comercial de pimentón, debido a que en estas profundidades hay restricciones en la absorción de agua y nutrientes e inadecuado desarrollo de las raíces.

Limitantes de la evaluación de la variable

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

Metodología de procesamiento de la información

Las clases de profundidad efectiva se obtuvieron a partir del "Mapa de Correlación Nacional de Suelos, escala 1:100.000" (IGAC, 2014b) que corresponde con los límites de variación antes descritos (IGAC, 2010a), dando la calificación de profundidad a los mayores componentes taxonómicos dentro de la unidad cartográfica de suelos.

Se determinaron como tierras con aptitud alta (A1), los suelos con profundidad mayor de 50 cm, aptitud media (A2), la profundidad comprendida entre 25 cm y 50 cm, se excluyeron las profundidades menores a 25 cm (N1), por no ser suficiente para el desarrollo de las raíces.

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

Rangos para la asignación de valores de aptitud

Esta variable presenta los siguientes rangos de aptitud:

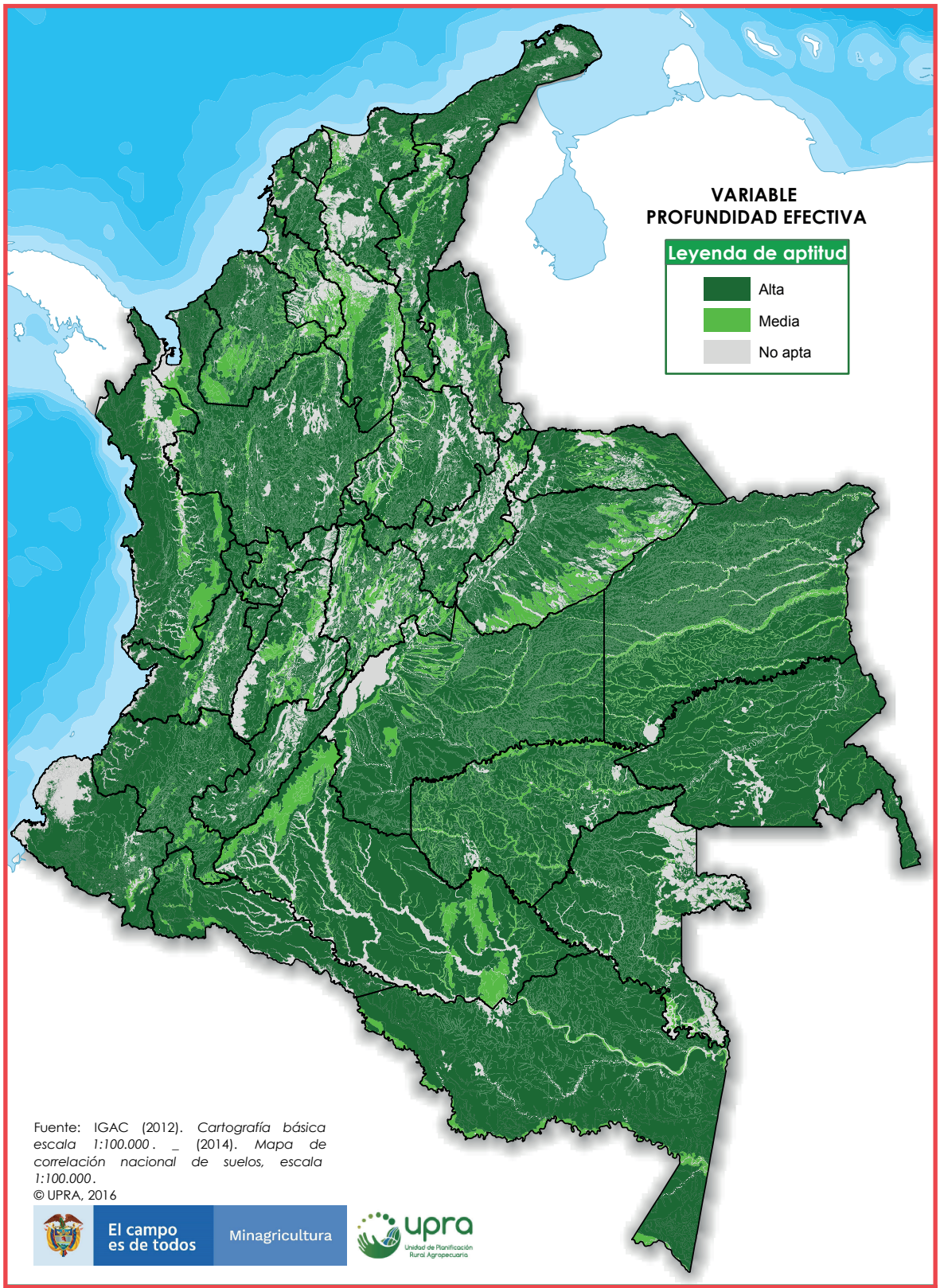
Profundidad efectiva (cm)	Aptitud
> 50	A1
25-50	A2
< 25	N1

Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos.



Representación cartográfica de la variable



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

© UPRA, 2016

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio condiciones de enraizamiento

Fuentes de información

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

1.2.2. Variable textura

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
Componente: físico. Subcomponente: edáfico		
Criterio asociado: condiciones de enraizamiento		
Variable: profundidad efectival	**Unidad de medida:** cm	
Tipo de criterio asociado	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

Definición

Proporción relativa en que se encuentran en una masa de suelo, varios grupos de granos individuales asociados por tamaño. Se refiere específicamente a las proporciones relativas de las partículas o fracciones de arena, limo y arcilla en la fracción fina del suelo, es decir en la tierra tamizada y con diámetro inferior a 2 mm (IGAC, 1985, citado por Ingeominas, 2002).

Las clases texturales se en la siguiente tabla:

Clases texturales

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

Importancia de la variable

La textura del suelo es una propiedad física que se usa 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 las partículas permite la circulación del oxígeno, lo que favorece la aireación y la penetración de las raíces a través del suelo.

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

No se consideran zonas no aptas (N1) por textura del suelo, ya que, en todas las clases texturales, es posible el establecimiento y desarrollo del cultivo comercial de pimentón, aunque con diferentes niveles de aptitud.

Limitantes de la evaluación de la variable

La mayoría de las unidades cartográficas de suelos en los estudios generales, representan asociaciones o complejos de suelos, lo que dificulta su calificación; el criterio utilizado es la dominancia de la clase textural en los horizontes superficiales. Por tanto, es posible tener algunos sectores dentro de cada unidad de suelos con texturas de diferente calificación donde no es posible reflejar la calificación de la unidad.

Metodología de procesamiento de la información

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

La información base para determinar la textura a las unidades de tierra fue el "Mapa Integrado de Geopedología a Nivel Nacional escala 1:100.000" suministrado por el IGAC. A partir de esta base de datos, se hace una clasificación de acuerdo con los rangos definidos.

Rangos para la asignación de valores de aptitud

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

Las clases texturales con aptitud moderada (A2), presentan baja permeabilidad, dificultan el movimiento del agua en suelo y, por tanto, favorecen los en-

charcamientos 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, presentan aptitud baja (A3), debido a la baja macroporosidad y posibles deficiencias de oxígeno al saturarse con agua, lo que impiden el crecimiento de las raíces.

Los suelos clasificados como oxisoles y ultisoles son calificados como de mediana aptitud (A2) debido a sus buenas condiciones físicas para el desarrollo de las raíces; igualmente los histosoles se califican con aptitud alta (A1) por su buena porosidad.

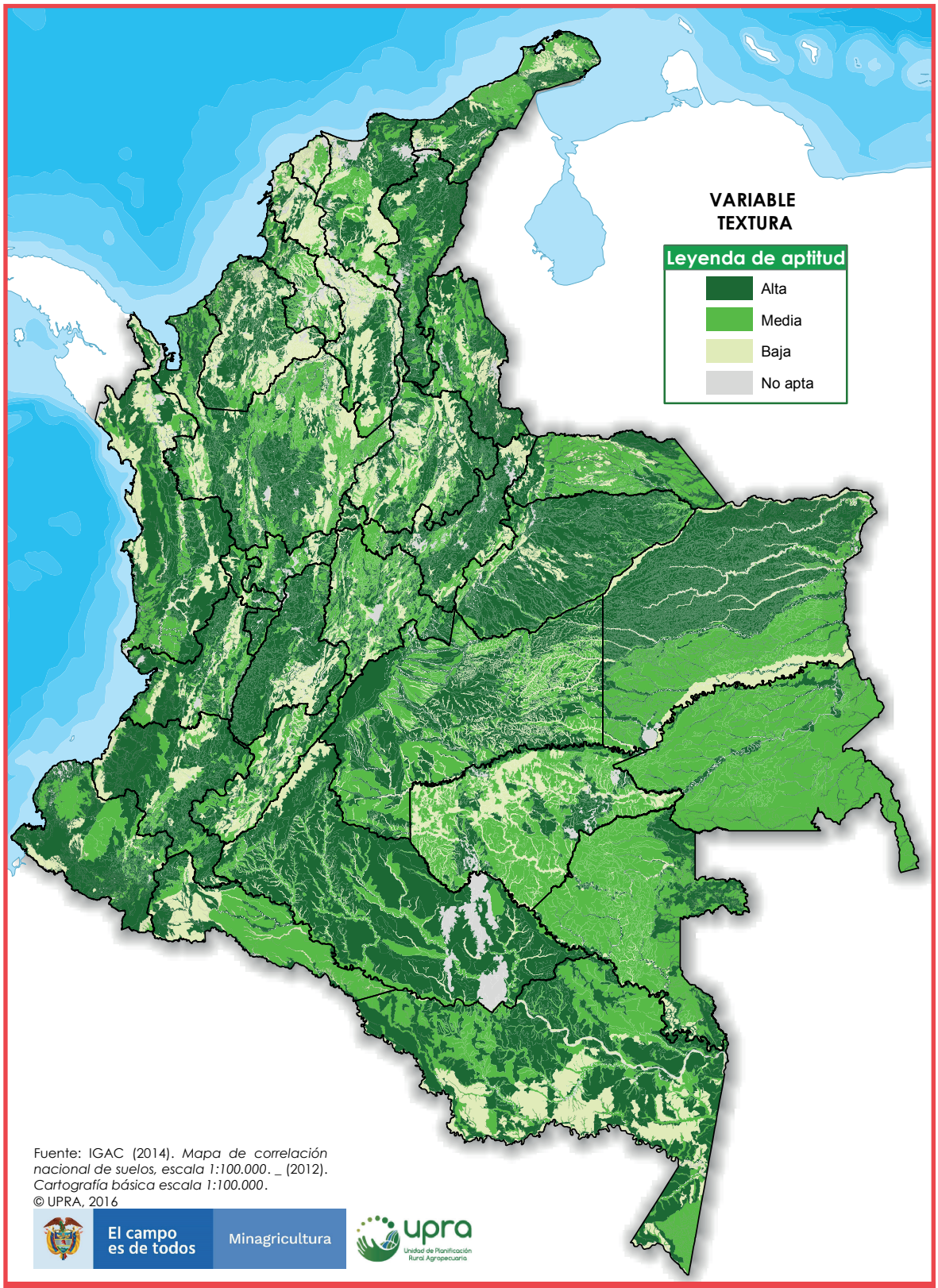
Esta variable presenta los siguientes rangos de aptitud:

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

Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos

Representación cartográfica de la variable



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

© UPRA, 2016

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio condiciones de enraizamiento

Fuentes de información

- IGAC (2010a). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos).* Bogotá: IGAC.
- _. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000.* Bogotá.
- Ingeominas. (2002). *Revisión estado del conocimiento.* Informe final. Bogotá: Ingeominas

1.2.3. Variable pedregosidad

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
Componente: físico. Subcomponente: edáfico		
Criterio asociado: condiciones de enraizamiento		
Variable: pedregosidad	**Unidad de medida:** fase de pedregosidad	
Tipo de criterio asociado	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

Definición

Hace referencia a las cantidades de fragmentos de roca presentes en el suelo. De acuerdo con Van Wambeke y Forbes (1985); los fragmentos de roca son trozos sueltos de roca de 2 mm de diámetro o mayores. Se reconocen de acuerdo a su tamaño como grava, guijarro, piedra y bloques. Para fines prácticos de manejo de suelos, toma la dimensión de fragmentos de roca mayores a 7,6 cm de diámetro, que incluye guijarros, piedras y bloques.

De acuerdo con el IGAC (2010), los contenidos y su denominación son los siguientes:

Clases} por volumen de fragmentos rocosos en el perfil de suelo

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

Importancia de la variable

Los altos contenidos de fragmentos de roca en el suelo tienen efectos negativos en el cultivo de pimentón, 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 a las plantas de agua y nutrientes. Igualmente, los excesos de pedregosidad pueden llegar a afectar la distribución y el arreglo especial de las plantas en el terreno.

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

Se considera que las áreas donde hay fragmentos de roca mayor al 35 % (fase pedregosa), no son aptas (N1) para el cultivo de pimentón, debido a que el volumen de material de suelo es muy poco para proveer de nutrientes y de agua a las plantas e impide el uso de la maquinaria y de los implementos de labranza.

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, donde solamente aparece fase pedregosa y no pedregosa; la pedregosidad no se encuentra expresada en rangos de porcentaje.

Metodología de procesamiento de la información

Las clases de pedregosidad se obtuvieron a partir del "Mapa de Correlación Nacional de Suelos, escala 1:100.000" (IGAC, 2014b). Es importante aclarar que la pedregosidad se tomó únicamente como aparecen en los registros de la información de la base de datos, es decir, fase pedregosa o no pedregosa, pero no especificando rangos por porcentaje.

Rangos para la asignación de valores de aptitud

De acuerdo con diferentes consultas con técnicos, productores, reportes técnicos y Minagricultura, se determinaron como tierras con aptitud alta (A1), los suelos sin pedregosidad (fase no pedregosa), y se excluyeron (N1) los suelos con presencia mayor de 35 % de pedregosidad (fase pedregosa), porque restringe el buen desarrollo radicular de las plantas.

Rangos de aptitud

Fase de pedregosidad	Aptitud
No pedregoso	A1
Pedregoso	N1

Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos

Representación cartográfica de la variable



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

© UPRA, 2016

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio condiciones de enraizamiento

Fuentes de información

- IGAC. (2010a). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos)*. Bogotá: IGAC.
- _. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014b). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC.
- Van Wambeke, A. y Forbes, T. (Ed.). (1985). *Criterios para el uso de la taxonomía de suelos en la denominación de unidades cartográficas*. EUA: SMSS, monografía técnica no. 15. p. 44 - 46.



1.3. Criterio capacidad de laboreo

Ficha metodológica de criterio		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
Componente: físico. Subcomponente: edáfico		
Criterio: capacidad de laboreo		
Tipo de criterio asociado	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Variables asociadas al criterio		
• Pendiente, expresada en porcentaje (%). • Textura, expresada en clase textural. • Pedregosidad, expresada como fase de pedregosidad.		

Definición

Facilidad o dificultad que un terreno presenta en su preparación o adecuación para establecer un cultivo. El establecimiento del cultivo de pimentón implica el uso de maquinaria, especialmente en labores de arada, surcado o construcción de drenajes. 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

Criterio fundamental en el establecimiento y manejo de los cultivos de pimentón, ya que, de acuerdo con los rangos de las variables asociadas, se hará más fácil o más difícil el uso de maquinaria, equipos, implementos o de herramientas para las diferentes actividades culturales desde la preparación del terreno hasta la cosecha.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado

En el análisis de las variables que integran el criterio, la pendiente y la pedregosidad presentan límites que se califican como no aptos (N1): las pendientes mayores de 50 %, porque va en contra de la conservación de suelos por el movimiento de las partículas de suelo a través de la pendiente, y se limita el uso óptimo de la maquinaria; la pedregosidad mayor de 35 % (fase pedregosa) imposibilita el movimiento de la maquinaria y daña los implementos.

Limitantes para la evaluación del criterio

La mayoría de las unidades cartográficas de suelos, a escala 1:100.000, son asociaciones, donde para cada una de las variables que conforman el criterio, se califica el componente taxonómico de mayor representatividad dentro de la uni-

dad; esto significa que dentro de la misma existen áreas que tienen calificaciones diferentes al componente calificado y que corresponden a niveles diferentes de aptitud.

En cuanto a la pedregosidad, solamente se considera la fase pedregosa o no pedregosa, sin especificar rangos en porcentaje.

Metodología de procesamiento de la información

La información para las tres variables que conforman el criterio, se obtuvieron del "Mapa de Correlación Nacional de Suelos, escala 1:100.000" (IGAC, 2014b) que corresponde a los límites de variación de la pendiente, clases de pedregosidad (porcentaje de volumen) y las clases texturales (IGAC, 2010a), dando la calificación de este criterio por medio de un árbol de decisión.

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

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

Fase de pedregosidad	Aptitud
No pedregoso	A1
Pedregoso	N1

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

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

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

Para discriminar los diferentes niveles de aptitud se tuvo en cuenta la limitación que cada variable representa en el manejo de los suelos, ya que se reducen las posibilidades de una buena preparación de la tierra, lo cual repercute en el desarrollo del cultivo comercial de pimentón.

Los suelos oxisoles y ultisoles finos, se incluyeron dentro de calificación A2 debido a que las arcillas dominantes no poseen tanta pegajosidad.

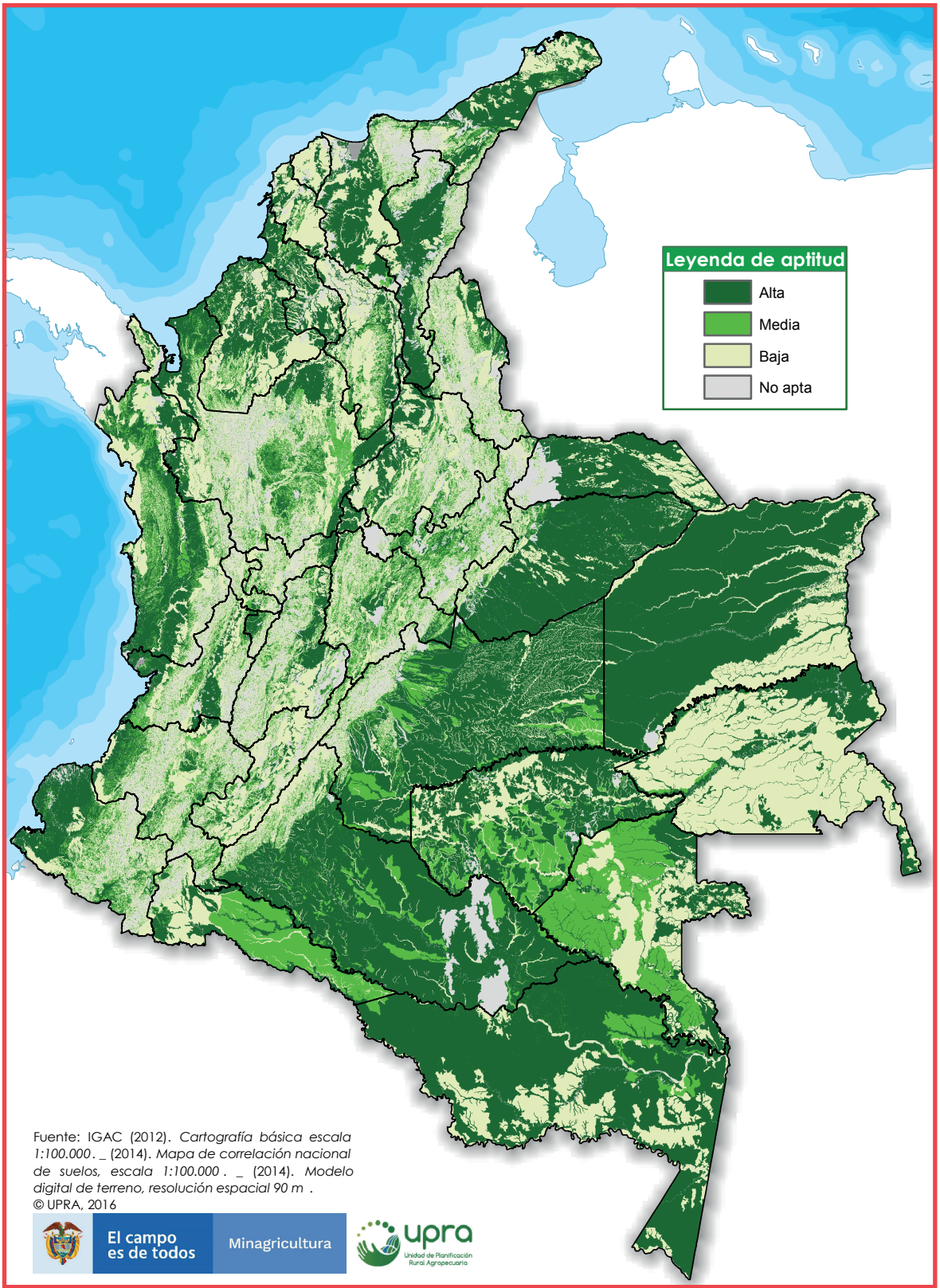
Árbol de decisión

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

Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos

Representación cartográfica del criterio



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

© UPRA, 2016

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio capacidad de laboreo

Fuentes de información

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

1.3.1. Variable pendiente

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
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 (Zúñiga, 2010). El aspecto de la pendiente, su forma y gradiente se manejó de acuerdo con los rangos adoptados por el IGAC (2010a), 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

La pendiente es una variable que influye en la toma de decisiones para el establecimiento del cultivo comercial de pimentón. De acuerdo con el desempeño de la maquinaria agrícola, se puede trabajar en pendientes hasta del 25 % sin mayores dificultades; de ahí en adelante, a medida que aumenta la inclinación del terreno, se dificultan las prácticas culturales tanto para el establecimiento como para el mantenimiento y la cosecha del cultivo. De acuerdo con lo anterior, se debe tener en cuenta esta variable en la zonificación de este cultivo, 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 consideran no aptas (N1) para el cultivo comercial de pimentón, debido a que esta clase de pendientes dificultan el uso de la maquinaria para todas las labores de labranza.

Limitantes de la evaluación de la variable

El proceso de generación del mapa de pendiente se basó en cálculos y análisis espaciales a partir del SRTM con resolución de 90 m. El nivel de aproximación no muestra con claridad las pendientes fuertes en el mapa, 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 utilizados por el IGAC para los estudios de suelos, los cuales se relacionan con las posibilidades de mecanización.

Rangos para la asignación de valores de aptitud

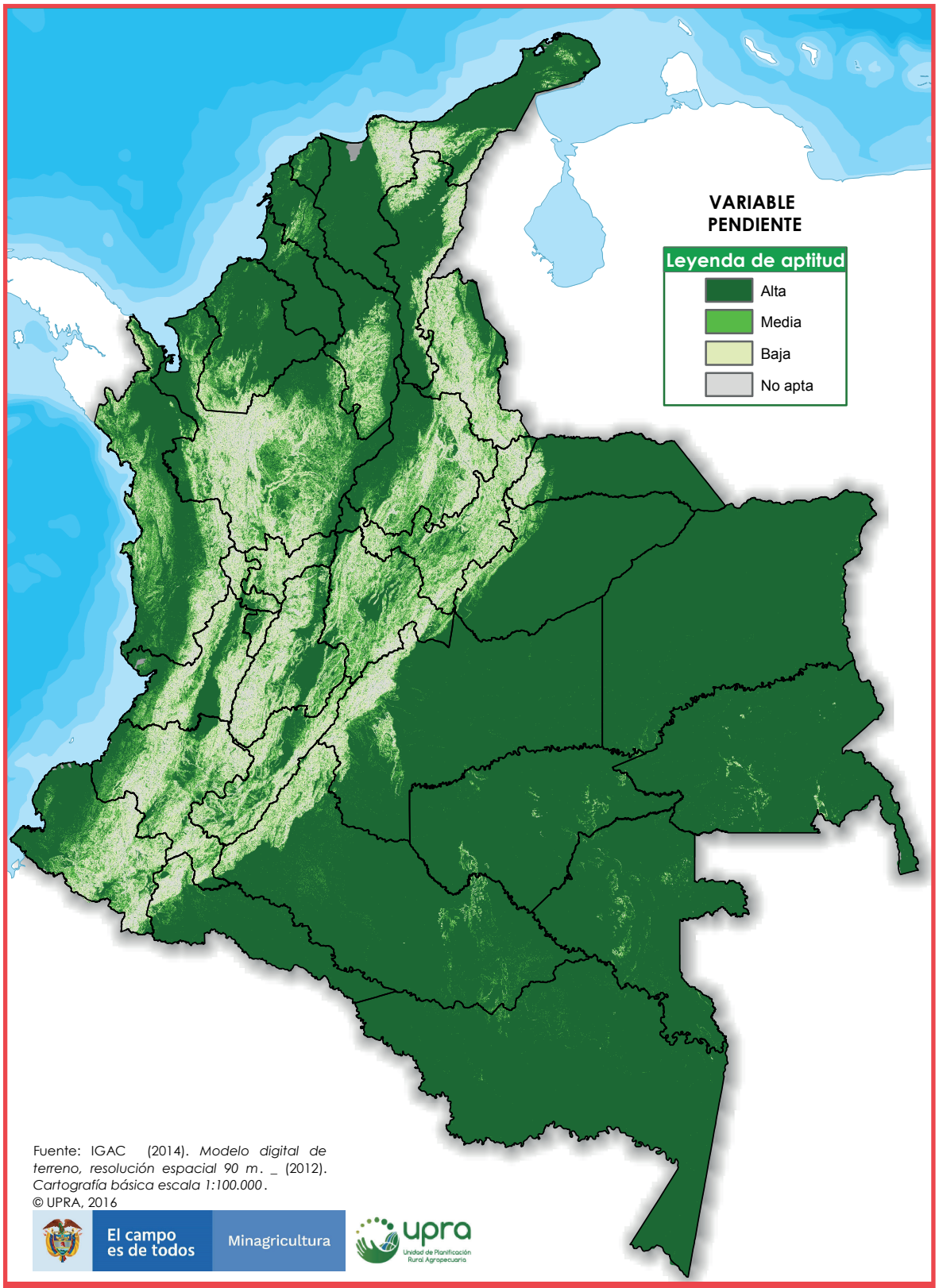
Esta variable presenta los siguientes rangos de aptitud:

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

Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos

Representación cartográfica de la variable



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

© UPRA, 2016

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio capacidad de laboreo

Fuentes de información

- IGAC. (2010a). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos)*. Bogotá: IGAC.
- _. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014d). *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. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Recuperado de: <http://comunidad.udistrital.edu.co/hzuniga/ files/2012/06/pendiente_compleja.pdf>

1.3.2. Variable textura

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
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

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).

De acuerdo con IGAC, 2010a, las clases texturales se clasifican de acuerdo a lo descrito en la siguiente tabla:

Clases texturales

Arenosa (A)
Arenosa franca (AF)
Franco arenosa (FA)
Franca (F)
Franco limosa (FL)
Limosa (L)
Franco arcillo arenosa (FArA)

Franco arcillosa (FAr)
Franco arcillo limosa (FArL)
Arcillo arenosa (ArA)
Arcillo limosa (ArL)
Arcillosa (Ar)

Importancia de la variable

La clase textural es una variable de importancia para establecimiento del cultivo comercial de pimentón, porque de esta y de la forma como se encuentra estructurado el suelo, depende que este ofrezca resistencia al rompimiento o a su deformación.

Para que los implementos, penetren con facilidad en el suelo, se necesita una composición en proporciones similares de arena, limo y arcilla. Suelos con altos contenidos de arcilla se vuelven pesados y pegajosos (cuando las arcillas son de relación 2:1), mientras que los suelos arenosos desgastan los filos de las herramientas y dificultan la construcción de surcos 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 implementos, no se consideran zonas no aptas (N1) 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, donde se califica el componente mayor; el criterio utilizado es la dominancia de la clase textural en los horizontes superficiales. Por tanto, es posible tener algunos sectores dentro de cada unidad de suelos con texturas de diferente calificación, que no es posible reflejar en la calificación de la unidad.

Metodología de procesamiento de la información

La información base para determinar la textura a las unidades de tierra fue el “Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000” (IGAC, 2014b). A partir de esta base de datos, se realizó una reclasificación de acuerdo con los rangos definidos.

Rangos para la asignación de valores de aptitud

Las clases texturales donde las prácticas de laboreo se pueden hacer satisfactoriamente, sin implicar deterioro o daños a las propiedades físicas del suelo ni a los implementos 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 y, en segundo lugar, las gruesas porque no son eficientes en la retención de humedad y se desgastan más rápidamente los implementos.

Los suelos con dominancia de arcillas 1:1 (oxisoles, ultisoles), se incluyeron en la aptitud media (A2), por su baja pegajosidad; los histosoles se ubican en aptitud alta (A1).

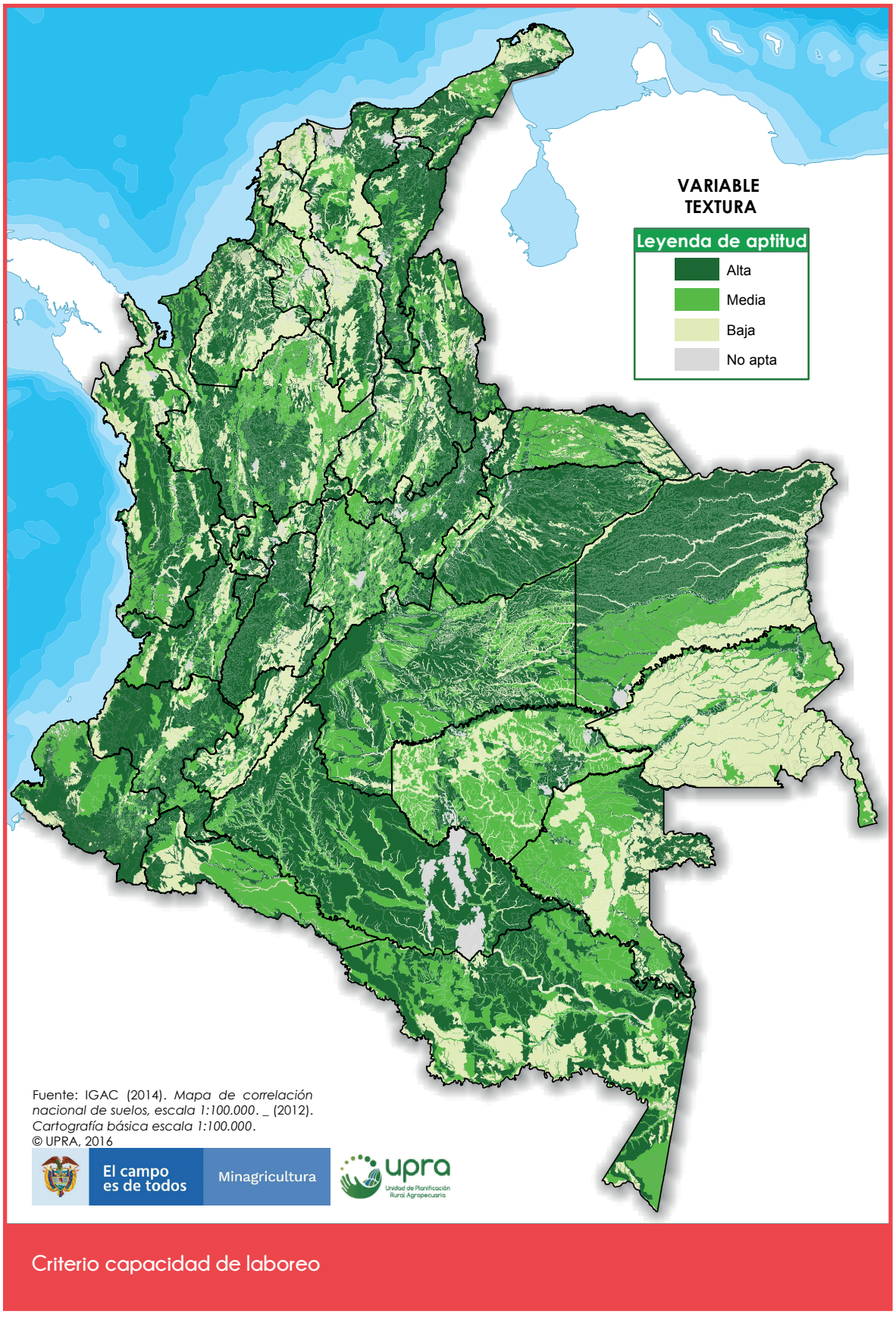
Rangos de aptitud

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

Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos

Representación cartográfica de la variable



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

© UPRA, 2016

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio capacidad de laboreo

Fuentes de información

- IGAC. (1990). *Propiedades físicas de los suelos*. Bogotá: IGAC.
- _. (2010a). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos)*. Bogotá: IGAC.
- _. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014b). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1.100.000.* Bogotá: IGAC.

1.3.3 Variable pedregosidad

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
Componente: físico. Subcomponente: edáfico		
Criterio asociado: capacidad de laboreo		
Variable: pedregosidad	**Unidad de medida:** fase de pedregosidad	
Tipo de criterio asociado	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

Definición

Cantidad de fragmentos de roca presentes en el suelo. De acuerdo con Van Wambeke y Forbes (1987), los fragmentos de roca son trozos sueltos de 2 mm de diámetro o mayores; se reconocen de acuerdo a su tamaño como grava, guijarro, piedra y bloques.

Para fines prácticos de manejo de suelos, se ha tomado la dimensión de fragmentos de roca mayores a 7,6 cm de diámetro, que incluyen guijarros, piedras y bloques (IGAC 2010a). La siguiente tabla muestra las clases de recubrimiento en el suelo:

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 < 5 % del área
Ligeramente pedregoso	
Piedras suficientes para interferir, pero no imposibilitar las labores requeridas para cultivos de arrancar.	Las piedras cubren entre 5 % y 15 % del área.

Clase	Recubrimiento superficial
Moderadamente pedregoso	
Piedras suficientes para imposibilitar las labores requeridas por los cultivos de arrancar, pero el suelo puede prepararse para siembra de cultivos permanentes o semipermanentes, forrajes o pastos mejorados.	Las piedras cubren entre 15 % y 35 % del área.
Pedregoso	
El uso de maquinaria pesada es impedido por la presencia de piedras que imposibilitan las labores requeridas por los cultivos, pero el suelo puede prepararse para siembra de cultivos permanentes o semipermanentes, forrajes o pastos mejorados.	Las piedras cubren entre 35 % y 50 % del área.
Muy pedregoso	
El uso de toda maquinaria está imposibilitado. Puede utilizarse para pastos de corte o bosques.	Las piedras cubren entre 50 % y 75 % del área.
Excesivamente pedregoso	
Superficie prácticamente pavimentada de piedras de difícil remoción. MR: misceláneo rocoso	Las piedras cubren > 75 % del área.

Importancia de la variable

Los fragmentos de roca sobre la superficie del suelo son muy importantes en la zonificación del cultivo comercial de pimentón, porque tienen influencia en las prácticas de laboreo, cuando se usan maquinaria o implementos manuales, y también porque pueden disminuir el área de siembra, alterar la distribución de las plantas dentro del área cultivada y, en general, dificulta las todas las prácticas culturales.

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

Se considera que áreas pedregosas, es decir, donde hay fragmentos de roca mayor al 35 %, no son aptas (N1) para el cultivo de comercial de pimentón, debido a que el porcentaje de recubrimiento es tan alto, que no permite las prácticas de laboreo por la dificultad en el uso de maquinaria y sus implementos.

Limitantes de la evaluación de la variable

La forma como se encuentra registrada la información en la base de geopedología, ya que solamente aparece fase pedregosa y sin fase de pedregosidad, y no está expresada en rangos.

Metodología de procesamiento de la información

Las clases de pedregosidad se obtuvieron a partir del “Mapa de Correlación Nacional de Suelos, escala 1:100.000” (IGAC, 2014b). La variable se tomó como aparece en los registros de la información de la base de datos, es decir, fase pedregosa o no pedregosa, pero sin especificar rangos en porcentaje de pedregosidad. Se asume que cuando es pedregosa, la cantidad de fragmentos de roca

es mayor al 35 %, por lo tanto, las áreas no tienen aptitud (N1) para el cultivo comercial de pimentón.

Rangos para la asignación de valores de aptitud

De acuerdo con diferentes consultas con productores, técnicos, literatura relacionada y Minagricultura, se determinaron como tierras con aptitud alta (A1) los suelos sin pedregosidad (< 35 %), y se excluyeron (N1) las zonas pedregosas (> 35 %) porque impiden el desempeño de la maquinaria.

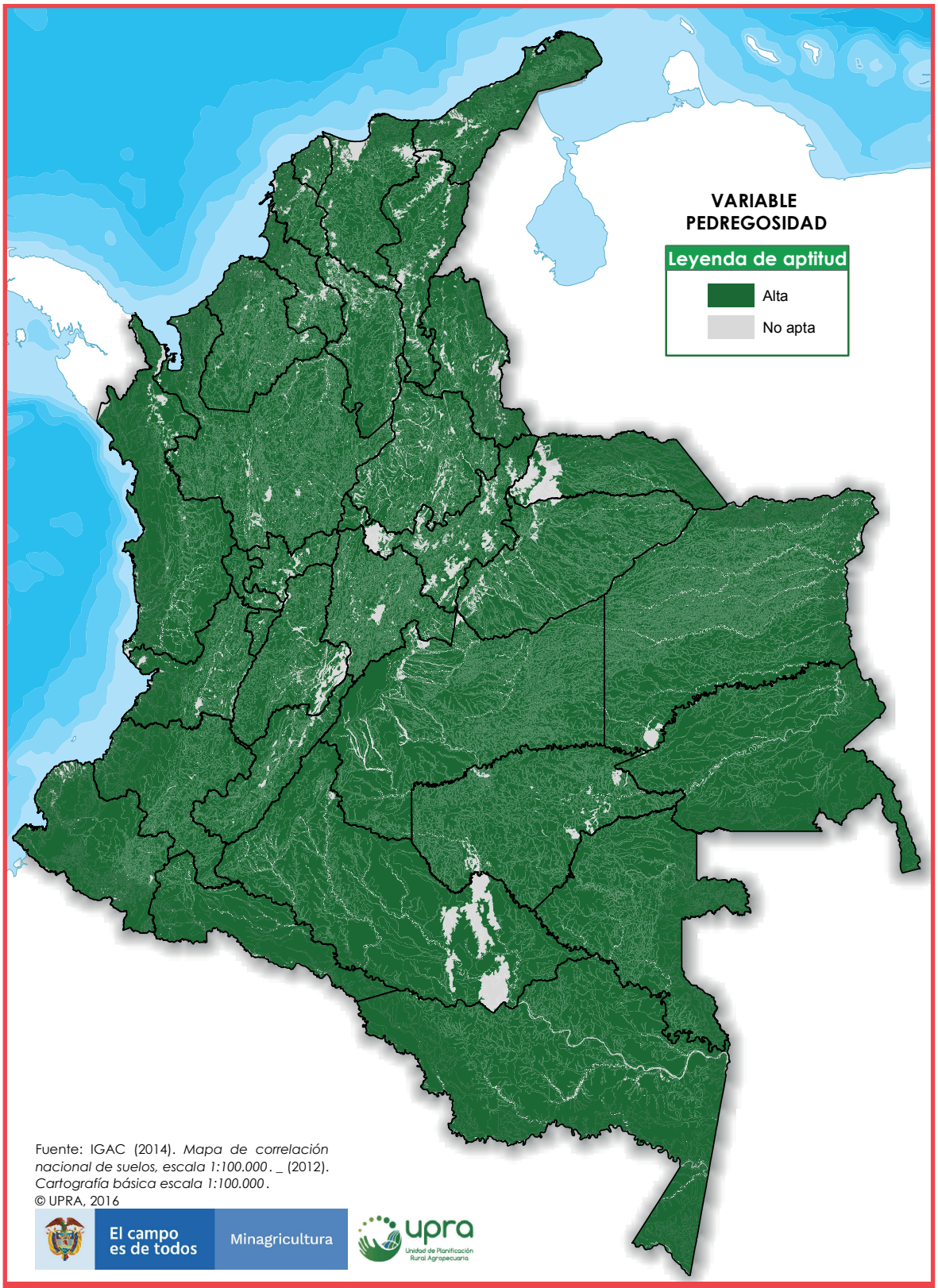
Rangos de aptitud

Fase de pedregosidad	Aptitud
No pedregoso	A1
Pedregoso	N1

Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos

Representación cartográfica de la variable



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

© UPRA, 2016

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio capacidad de laboreo

Fuentes de información

- IGAC. (2010a). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos)*. Bogotá: IGAC.
- _. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014b). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000.* Bogotá: IGAC.
- Van Wambeke, A. y Forbes, T. (Ed.). (1987). *Criterios para el uso de la taxonomía de suelos en la denominación de unidades cartográficas*. EUA: SMSS, monografía técnica No. 15. pp. 44-46.



1.4. Criterio riesgo fitosanitario

Ficha metodológica de criterio		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
Componente: físico. Subcomponente: fitosanitario		
Criterio: riesgo fitosanitario		
Tipo de criterio asociado	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Variables asociadas al criterio		
• Temperatura asociada a Phytophthora capsici, expresada en °C/año. • Precipitación asociada a Phytophthora capsici, expresada en mm/año. • Temperatura asociada a Xanthomonas campestris pv. vesicatoria, expresada en °C/año. • Humedad relativa asociada a Xanthomonas campestris pv. vesicatoria, expresada en porcentaje (%). • Temperatura asociada a moscas blancas (Trialeurodes vaporariorum y Bemisia tabaci), expresada en °C/año. • Temperatura asociada a Frankliniella occidentalis, expresada en °C/año.		

Definición

Conjunto de las principales condiciones ambientales (temperatura, precipitación y humedad relativa) que explican el riesgo de inoculación, infección, propagación y daños causados por por *P. capsici*, *X. campestris* pv. *vesicatoria,* moscas blancas (*T. vaporariorum* y *B. tabaci*) y *F. occidentalis*, en cultivos comerciales de pimentón.

Importancia del criterio

El cultivo de pimentón presenta dos enfermedades y tres insectos de importancia económica, que impactan negativamente el desarrollo de la actividad productiva. Los problemas fitosanitarios están estrechamente relacionados con las condiciones ambientales, ya que la población de los patógenos se incrementa o disminuye con la fluctuación de la temperatura, humedad del ambiente y precipitación, lo cual obedece a los regímenes de clima propios de las diferentes zonas del país.

En las zonas donde se desarrolla la explotación comercial del cultivo de pimentón, se presentan condiciones ambientales que aumentan el riesgo de desarrollo de *P. capsici, X. campestris* pv. *vesicatoria,* moscas blancas *(T. vaporariorum* y *B. tabaci)* y *F. occidentalis,* riesgos sanitarios priorizados por la UPRA que presentan mayor importancia por ser los más limitantes, recurrentes e incidentes en el ámbito nacional, con altos costos para su control.

Por lo anterior, determinar zonas con diferentes niveles de riesgo de aparición y desarrollo de estos organismos fitopatógenos y relacionados con las condiciones ambientales que influyen directamente sobre su ciclo biológico y desarrollo,

permite contemplar diferentes escenarios productivos, así como medidas de mitigación y manejo que pueden ser establecidos para cada zona de acuerdo con el nivel de riesgo.

A mayor riesgo fitosanitario para cualquier plaga o enfermedad, la aptitud del cultivo comercial de pimentón será menor, en tanto que, a menor riesgo fitosanitario, la aptitud del cultivo es más alta dado que el productor tendrá una condición de baja incidencia, severidad y ataque, con beneficios en términos de mejor productividad, competitividad y sostenibilidad.

Limitantes de la evaluación del criterio

La principal limitante del criterio evaluado es la consecución de información epidemiológica de las plagas que afectan el cultivo de pimentón con seriales históricos recientes de clima a nivel nacional.

Metodología de evaluación

El criterio se construyó teniendo en cuenta, los factores climáticos que afectan directamente la aparición de las enfermedades y plagas priorizadas para el cultivo comercial de pimentón, así:

- Temperatura y precipitación que inciden sobre la aparición y desarrollo de *P. capsici.*
- Temperatura y humedad relativa que inciden sobre la aparición y desarrollo de *X. campestris* pv. *vesicatoria.*
- Temperatura que incide sobre la aparición y desarrollo de moscas blancas (*T. vaporariorum* y *B. tabaci*) y de *F. occidentalis.*

Las variables climáticas fueron establecidas de acuerdo con la discusión técnica realizada por parte del grupo del componente físico y revisión bibliográfica, así como la validación con profesionales vinculados a entidades consultadas, expertos independientes y con productores de pimentón.

Para la construcción del criterio, se establecieron rangos de aptitud para las variables de las enfermedades y las plagas; cada variable tiene una ponderación dentro del criterio, a través de la metodología establecida por la UPRA y el concepto técnico de los especialistas del componente fitosanitario de la entidad. Por último, se consolidó el mapa de criterio.

Rangos para la asignación de valores de aptitud

No hay rango o valores de exclusión técnica (N1), dado que las plagas y enfermedades presentan posibilidad de manejo agronómico, incluso en condiciones de baja aptitud para el cultivo. A continuación, se presentan los rangos de aptitud de las variables climáticas asociadas con los patógenos priorizados para el cultivo comercial de pimentón:

Variable temperatura asociada a *Phytophthora capsici*

Variable	Unidad de medida	A1	A2	A3
Temperatura media anual	°C/año	< 14	14-22 y > 28	22-28

Aptitud alta (A1): zonas con riesgo fitosanitario bajo de aparición y desarrollo de la enfermedad, con baja probabilidad de aparición de *P. capsici* por temperatura, involucrando inicialmente solo labores de inspección y monitoreo para su manejo y control.

Aptitud media (A2): zonas con riesgo medio de aparición y desarrollo de *P. capsici*; son definidas como zonas que presentan aptitud moderada para el desarrollo del cultivo comercial de pimentón.

Aptitud baja (A3): zonas con riesgo alto de aparición y desarrollo de *P. capsici*. Se definen como zonas con temperaturas que presentan alta probabilidad de desarrollo de *P. capsici*, ya que la probabilidad de aparición de este limitante fitosanitario está directamente relacionado con condiciones adecuadas de temperatura para el desarrollo de la enfermedad.

Variable precipitación asociada a *Phytophthora capsici*

Variable	Unidad de medida	A1	A2	A3
Precipitación total anual	mm/año	<1000	1000-2000	> 2000

Aptitud alta (A1): zonas con riesgo fitosanitario bajo de aparición y desarrollo de la enfermedad, con baja probabilidad de aparición de *P. capsici* por baja precipitación, involucrando inicialmente solo labores de inspección y monitoreo para su manejo y control.

Aptitud media (A2): zonas con riesgo medio de aparición y desarrollo de *P. capsici*, son definidas como zonas que presentan aptitud moderada para el desarrollo del cultivo comercial de pimentón, ya que la probabilidad de aparición de este limitante fitosanitario está directamente relacionado con condiciones adecuadas de lluvia.

Aptitud baja (A3): zonas con riesgo alto de aparición y desarrollo de *P. capsici*. Se definen como zonas de alta precipitación que presentan alta probabilidad de desarrollo de la enfermedad.

Variable temperatura asociada a *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*

Variable	Unidad de medida	A1	A2	A3
Temperatura media anual	°C/año	< 16 y > 28	16-24	24-28

Aptitud alta (A1): zonas con riesgo bajo de aparición y desarrollo de la mancha bacteriana; son definidas como zonas donde la probabilidad de aparición *X. campestris* pv. *vesicatoria* por temperatura, es muy baja, involucrando inicialmente solo labores de inspección y monitoreo para su manejo y control.

Aptitud media (A2): zonas con riesgo medio de aparición y desarrollo de *X. campestris* pv. *vesicatoria* donde se presenta aptitud moderada por temperatura para el desarrollo de la enfermedad.

Aptitud baja (A3): zonas con riesgo alto de aparición y desarrollo de *X. campestris* pv. *vesicatoria* por temperatura.

Variable humedad relativa asociada a *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*

Variable	Unidad de medida	A1	A2	A3
Humedad relativa	Porcentaje (%)	< 75	75-90	> 90

Aptitud alta (A1): zonas con riesgo bajo de aparición y desarrollo de la mancha bacteriana; son definidas porque la probabilidad de aparición *X. campestris* pv. *vesicatoria* por humedad relativa, es muy baja, involucrando inicialmente solo labores de inspección y monitoreo para su manejo y control.

Aptitud media (A2): zonas con riesgo medio de aparición y desarrollo de *X. campestris* pv. *vesicatoria* donde se presenta aptitud moderada por humedad relativa para el cultivo comercial de pimentón.

Aptitud baja (A3): zonas con riesgo alto de aparición y desarrollo de *X. campestris* pv. *vesicatoria* donde se presenta una alta probabilidad de desarrollo de la enfermedad por alta humedad relativa.

Variable temperatura asociada a moscas blancas (*Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci*)

Variable	Unidad de medida	A1	A2	A3
Temperatura media anual	°C/año	< 10	10-24	> 24

Aptitud alta (A1): zonas con riesgo bajo de aparición y desarrollo de las moscas blancas (*T. vaporariorum* y *B. tabaci*). Estas zonas se encuentran por debajo de 10°C la cual es una temperatura desfavorable tanto para la plaga como para el cultivo comercial de pimentón.

Aptitud media (A2): zonas con riesgo medio de aparición y desarrollo de las moscas blancas (*T. vaporariorum* y *B. tabaci*) por temperatura.

Aptitud baja (A3): zonas con riesgo alto de aparición y desarrollo de las moscas blancas (*T. vaporariorum* y *B. tabaci*), se definen como zonas de altas temperaturas que favorecen el desarrollo de este grupo de insectos.

Variable temperatura asociada a *Frankliniella occidentalis*

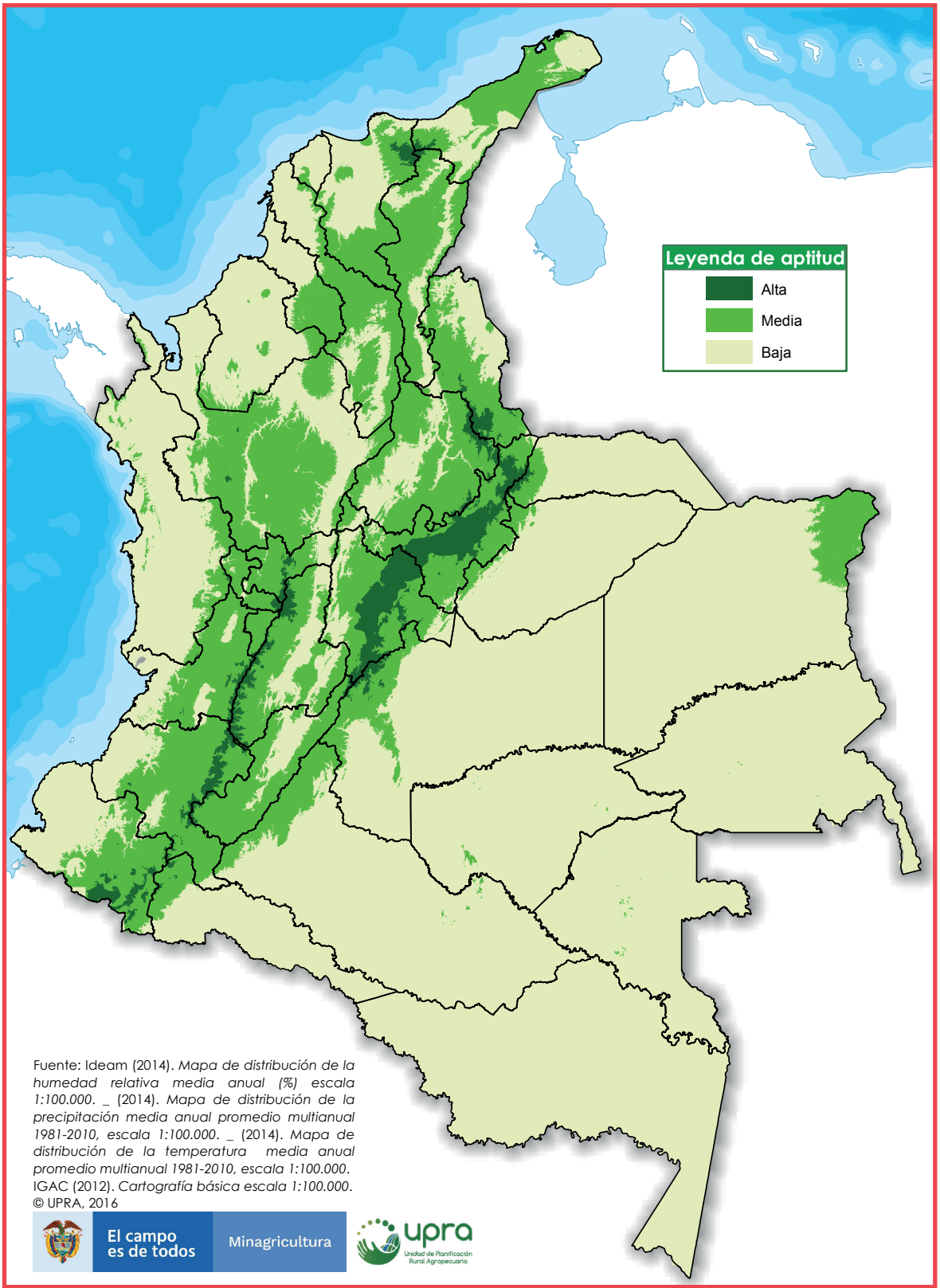
Variable	Unidad de medida	A1	A2	A3
Temperatura media anual	°C	< 18 y > 28	18-24	24-28

Aptitud alta (A1): zonas con riesgo bajo de aparición y desarrollo de *F. occidentalis*. Son definidas como zonas donde la probabilidad de aparición del insecto, por temperatura, es muy baja y su manejo está relacionado con vigilancia fitosanitaria y monitoreo de la población.

Aptitud media (A2): zonas con riesgo medio de aparición y desarrollo de *F. occidentalis*. Son definidas como zonas que presentan una probabilidad moderada de aparición de esta plaga por efecto de la temperatura.

Aptitud baja (A3): zonas con riesgo alto de aparición y desarrollo de *F. occidentalis*, se definen como zonas que presentan una alta probabilidad de desarrollo de este insecto y donde las prácticas de control demandan altos costos.

Representación cartográfica del criterio



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

© UPRA, 2016

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio riesgo fitosanitario

Fuentes de información

- Ideam (2014). *Mapa de distribución de la humedad relativa media anual escala 1:100:000.* Bogotá: Ideam.
- _. (2014). *Mapa de distribución de la precipitación media anual 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.
- IGAC. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

1.4.1. Variable temperatura asociada a *Phytophthora capsici*

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
Componente: físico. Subcomponente: fitosanitario		
Criterio asociado: riesgo fitosanitario		
Variable: temperatura asociada a *Phytophthora capsici*	**Unidad de medida:** °C/año	
Tipo de criterio asociado	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

Definición

Influencia de la temperatura media anual en la aparición, dispersión, infección y desarrollo de *P. capsici* en el cultivo comercial de pimentón.

Importancia de la variable

La temperatura es un elemento climático que puede llegar a generar condiciones favorables o desfavorables para la aparición, crecimiento y desarrollo de enfermedades en el cultivo de pimentón. En general, las enfermedades están favorecidas por rangos de temperatura óptimos para alcanzar su máximo desarrollo. Con condiciones ideales de temperatura *P. capsici* logra infectar y desarrollarse fácilmente en un nuevo hospedero.

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

Se consideraron para *P. capsici,* condiciones de bajo riesgo (A1) las temperaturas inferiores a 14°C; para el riesgo medio (A2) de aparición y desarrollo de *P. capsici,* se determinó el rango comprendido entre 14°C y 22°C, y temperaturas mayores de 28°C, en las cuales se permite el desarrollo del patógeno a una tasa en la cual es posible implementar medidas de mitigación y control. Como zonas de riesgo alto (A3) se consideraron aquellas zonas con un rango de temperaturas

entre 22°C y 28°C, donde las tasas de infección y desarrollo de la enfermedad se encuentran en su máxima expresión, en detrimento del cultivo de pimentón.

También se puede interpretar de la siguiente manera:

Aptitud alta (A1): riesgo fitosanitario bajo para el cultivo, con fuertes restricciones para el desarrollo de *P. capsici* por temperatura. Aptitud media (A2): representa riesgo medio para el cultivo de pimentón, con restricciones moderadas para la presencia de *P. capsici* por condiciones de temperatura. Aptitud baja (A3): riesgo fitosanitario alto para el cultivo de pimentón donde se presentan condiciones óptimas de temperatura para el patógeno.

Rangos de aptitud para la variable temperatura asociada a *P. capsici*

Variable	Unidad de medida	A1	A2	A3
Temperatura media anual	°C	< 14	14-22 y > 28	22-28

Limitantes de la evaluación de la variable

La información térmica del territorio nacional, empleada para el análisis espacial a nivel anual, fue la base de datos actualizada hasta el 2010; en consecuencia, el análisis espacial anual, no refleja la condición térmica de los últimos años en el país.

Metodología de procesamiento de la información

Serie histórica de la información.

Las unidades térmicas se tomaron del mapa de isotermas anuales elaborado por el Ideam, 2014 a escala 1:100.000, el cual se basa en una serie histórica de 1971 al 2010.

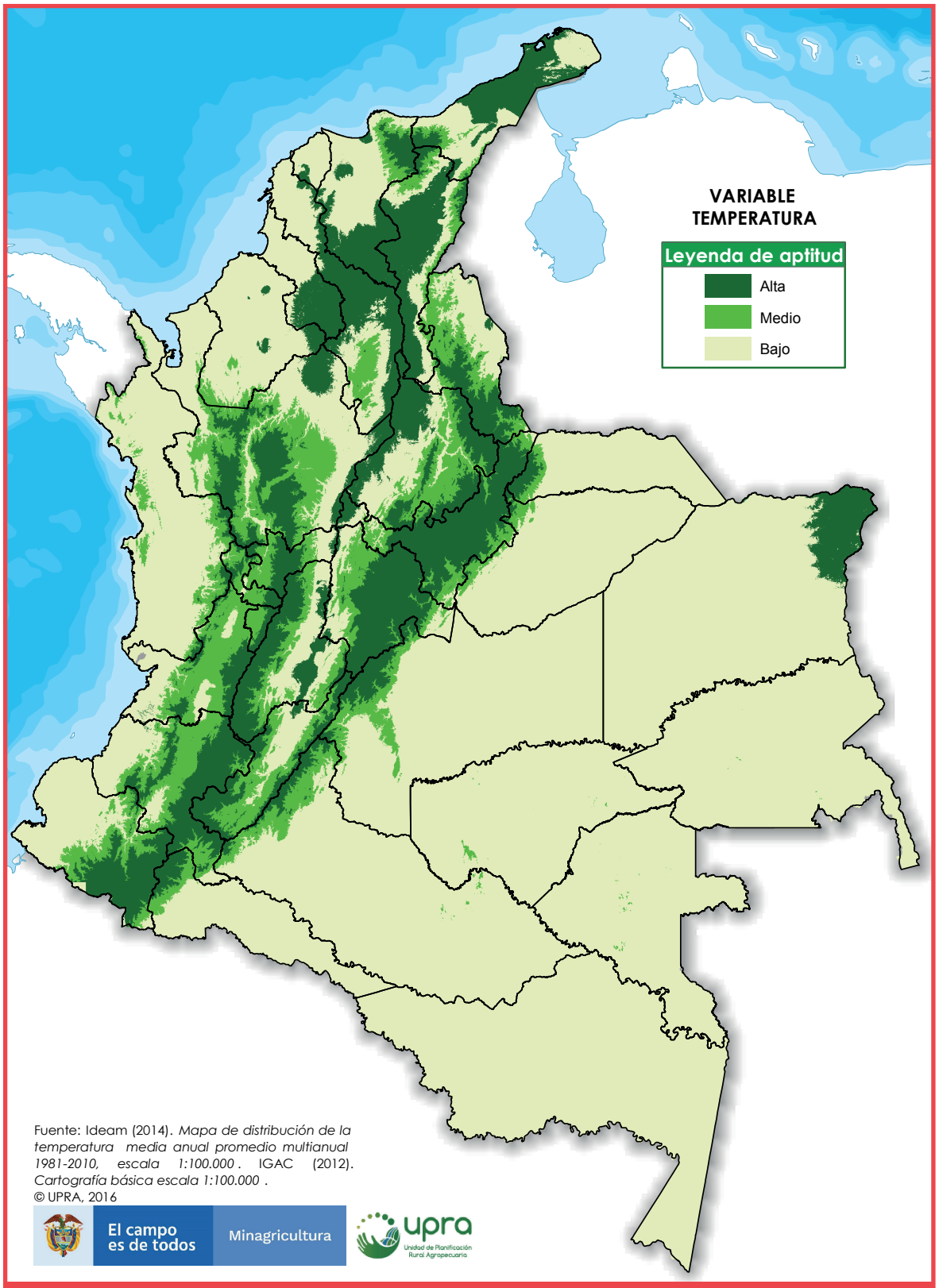
Tratamiento de la información.

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

Unidad de análisis

Territorio nacional dividido en sus diferentes zonas de aptitud, clasificadas de acuerdo con el riesgo de la enfermedad por temperatura media anual.

Representación cartográfica de la variable



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

© UPRA, 2016

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio riesgo fitosanitario

Fuentes de información

- Ideam. (2014). *Mapa de distribución de la temperatura media anual promedio multianual 1981-2010, escala 1:100:000.* Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

1.4.2. Variable precipitación asociada a *Phytophthora capsici*

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
Componente: físico. Subcomponente: fitosanitario		
Criterio asociado: riesgo fitosanitario		
Variable: precipitación asociada a *Phytophthora capsici*	**Unidad de medida:** mm/año	
Tipo de criterio asociado	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

Definición

Influencia de la precipitación total anual en la aparición, dispersión, infección y desarrollo de *P. capsici* en el cultivo comercial de pimentón.

Importancia de la variable

La lluvia es un elemento climático que puede llegar a generar condiciones favorables o desfavorables para la aparición, crecimiento y desarrollo de enfermedades en el cultivo de pimentón. En general, las enfermedades están favorecidas por condiciones de alta precipitación pluviométrica para alcanzar su máximo desarrollo. En el caso específico de *P. capsici,* por tratarse de un oomiceto, encuentra en la lluvia excesiva, condiciones adecuadas para el desplazamiento de la zoospora, logrando infectar y desarrollarse fácilmente en un nuevo hospedero.

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

Los valores establecidos para la zonificación de aptitud del cultivo comercial de pimentón con relación a la precipitación y su influencia sobre el riesgo de ataque de *P. capsici*, correspondieron a tres rangos así: Para condiciones de bajo riesgo (A1), se establecieron zonas con precipitaciones menores a 1000 mm/año, donde la enfermedad presenta el más bajo riesgo de atacar el cultivo comercial de pimentón. Para riesgo fitosanitario medio (A2), se determinaron zonas con precipitaciones comprendidas entre 1000 mm y 2000 mm/año, las cuales evidencian problemas moderados de humedad en los suelos generados por precipitaciones con estos niveles. Como zonas de riesgo alto (A3) para el desarrollo

de *P. capsici,* se determinaron zonas con condición de precipitaciones superiores a 2000 mm/año, en las cuales existe un alto riesgo de ataque de la enfermedad debido a que puede transportarse de forma más eficaz por los excesos de agua libre en el suelo.

También se puede interpretar de la siguiente manera:

Aptitud alta (A1): riesgo fitosanitario bajo para el cultivo, con fuertes restricciones para el desarrollo de *P. capsici* por precipitación. Aptitud media (A2): representa riesgo medio para el cultivo de pimentón, con restricciones moderadas para la presencia de *P. capsici* por condiciones de precipitación. Aptitud baja (A3): riesgo fitosanitario alto para el cultivo de pimentón donde se presentan condiciones óptimas de precipitación para el desarrollo del patógeno.

Rangos de aptitud para la variable precipitación asociada a *P. capsici*

Variable	Unidad de medida	A1	A2	A3
Precipitación total anual	mm/año	< 1000	1000-2000	> 2000

Limitantes de la evaluación de la variable

La información pluviométrica de todo el territorio nacional, empleada para el análisis espacial a nivel anual, fue la base de datos actualizada hasta el 2010; en consecuencia, el análisis espacial anual, no refleja la condición pluviométrica de los últimos años en el país.

Metodología de procesamiento de la información

Serie histórica de la información.

La información utilizada de base para las unidades pluviométricas, se tomó del mapa de isoyetas semestrales elaborado por UPRA, haciendo uso de la base de datos de lluvia del Ideam, 2015 a escala 1:100.000, el cual se basa en una serie histórica de 1971 al 2010.

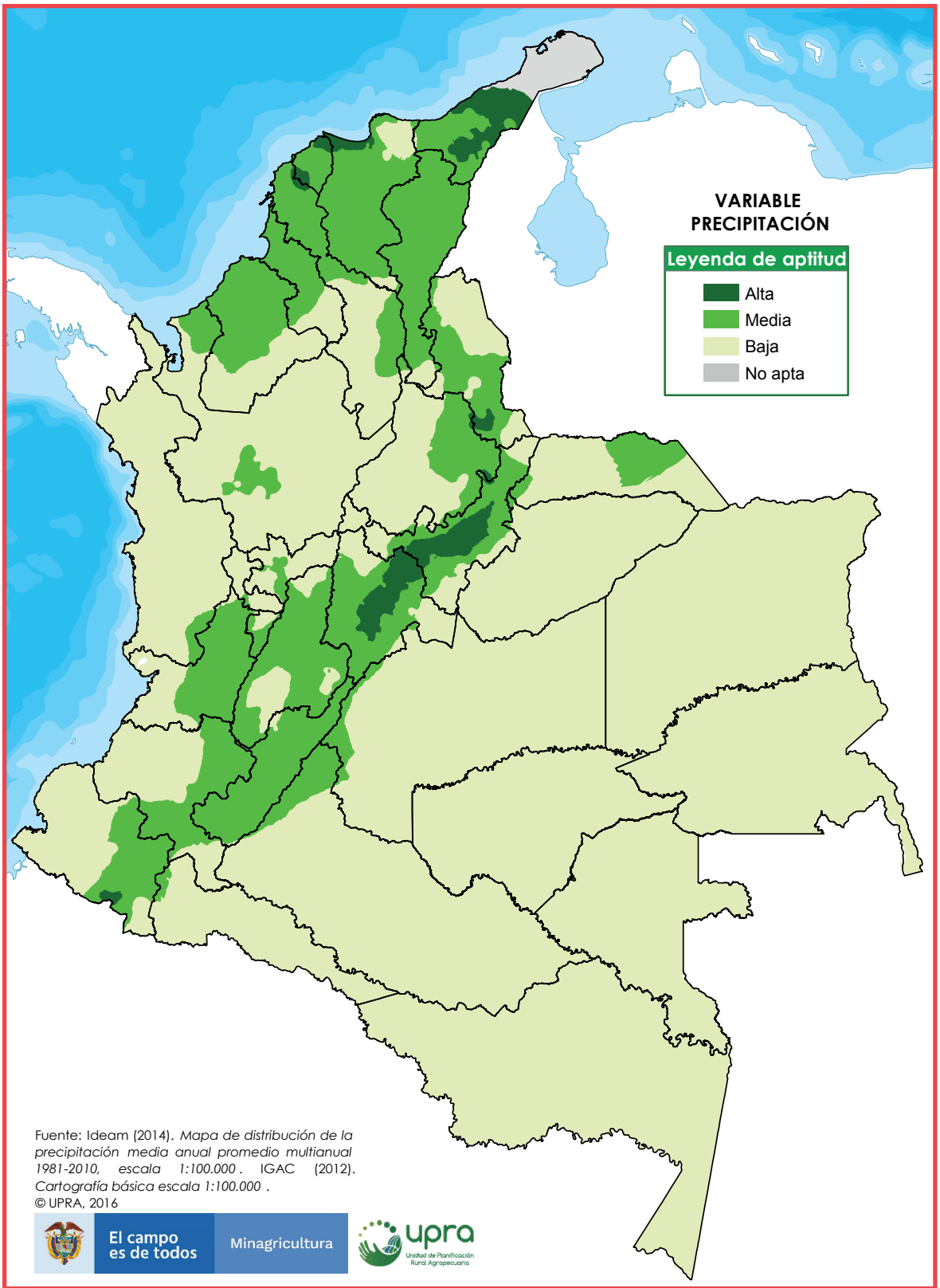
Tratamiento de la información.

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

Unidad de análisis

Territorio nacional, dividido en sus diferentes zonas de aptitud, clasificadas de acuerdo con el riesgo de la enfermedad por precipitación anual.

Representación cartográfica de la variable



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

© UPRA, 2016

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio riesgo fitosanitario

Fuentes de información

- Ideam (2014). *Mapa de distribución de la precipitación media anual promedio multianual 1981-2010, escala 1:100:000.* Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

1.4.3 Variable temperatura asociada a *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
Componente: físico. Subcomponente: fitosanitario		
Criterio asociado: riesgo fitosanitario		
Variable: temperatura asociada a *Xanthomonas campestris pv. vesicatoria*	**Unidad de medida:** °C/año	
Tipo de criterio asociado	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

Definición

Influencia de la temperatura media anual en la inoculación, infección, propagación y daños causados por *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* en el cultivo comercial de pimentón.

Importancia de la variable

X. campestris pv. *vesicatoria,* agente causal de la mancha bacteriana, es una de las principales limitantes fitosanitarias del cultivo de pimentón. La presencia de la bacteria se relaciona directamente con la temperatura del aire, la cual ejerce un efecto directo sobre el crecimiento y desarrollo de las plagas y enfermedades que afectan a los cultivos.

El riesgo fitosanitario es inverso a la aptitud del cultivo, es decir, a mayor riesgo fitosanitario menor aptitud para el cultivo comercial de pimentón.

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

Los rangos establecidos para la zonificación de aptitud del cultivo comercial de pimentón en relación a la temperatura y su influencia sobre el riesgo de ataque de *X. campestris* pv. *vesicatoria* correspondieron a los siguientes valores: zonas con riesgo bajo (A1) de aparición y desarrollo de la mancha bacteriana presentan temperaturas por debajo de 16°C y por encima de 28°C, donde la probabilidad de aparición *X. campestris* pv. *vesicatoria* es muy baja, involucrando

inicialmente solo labores de inspección y monitoreo para su manejo y control. Para aptitud moderada del cultivo (A2) se establecieron zonas con riesgo medio de aparición y desarrollo de *X. campestris* pv. *vesicatoria* con temperatura entre 16°C y 24°C y, finalmente, zonas con riesgo alto (A3) de aparición y desarrollo de *X. campestris* pv. *vesicatoria* donde se presentan temperaturas entre 24°C y 28°C, con una alta probabilidad de desarrollo de la bacteria.

También se puede interpretar de la siguiente manera:

Aptitud alta (A1): riesgo fitosanitario bajo para el cultivo de pimentón con restricciones de temperatura para el desarrollo de *X. campestris* pv. *vesicatoria*. Aptitud media (A2): riesgo fitosanitario medio para el cultivo de pimentón, con restricciones moderadas de temperatura para la enfermedad. Aptitud baja (A3): riesgo fitosanitario alto para el cultivo dadas las condiciones ideales de temperatura para la mancha bacteriana.

Rangos de aptitud para la variable temperatura asociada a *X. campestris* pv. *vesicatoria*

Variable	Unidad de medida	A1	A2	A3
Temperatura media anual	°C/año	< 16 y > 28	16-24	24-28

Limitantes de la evaluación de la variable

El bajo número de estaciones meteorológicas no permitieron un análisis más detallado de la información de la temperatura, así como no disponer de información actualizada que posibilite conocer el comportamiento actual de este elemento climático.

Metodología de procesamiento de la información

Serie histórica de la información.

Se utilizó la información correspondiente al mapa de temperatura promedio multianual generado por el Ideam año 2010.

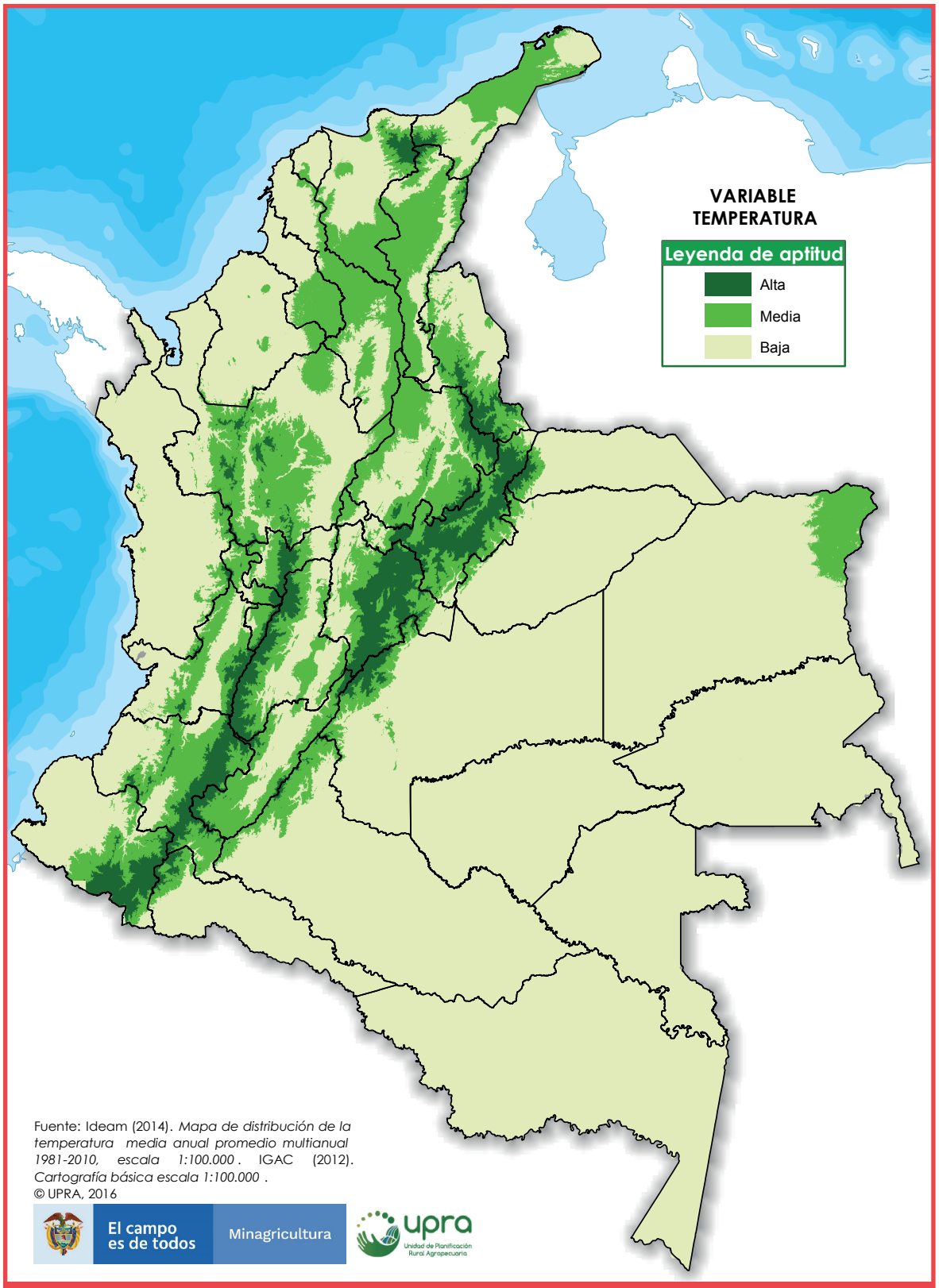
Tratamiento de la información.

Se emplearon los registros de temperatura media y los gradientes de información con rangos de 5%. Se realizó un ejercicio de delimitación espacial de acuerdo con los rangos establecidos por el equipo profesional del componente físico, soportado en la experiencia profesional y la revisión bibliográfica, actividad soportada por el grupo TIC de la UPRA.

Unidad de análisis

Territorio nacional, dividido en sus diferentes zonas de aptitud, clasificadas de acuerdo con el riesgo de la enfermedad por temperatura media anual.

Representación cartográfica de la variable



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

© UPRA, 2016

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio riesgo fitosanitario

Fuentes de información

- Ideam. (2014). *Mapa de distribución de la temperatura media anual promedio multianual 1981-2010, escala 1:100:000.* Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

1.4.4 Variable humedad relativa asociada a *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
Componente: físico. Subcomponente: fitosanitario		
Criterio asociado: riesgo fitosanitario		
Variable: Humedad relativa asociada a *Xanthomonas campestris pv. vesicatoria*	**Unidad de medida:** mm/año	
Tipo de criterio asociado	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

Definición

Influencia de la humedad relativa en la inoculación, infección, propagación y daños causados por *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* en el cultivo comercial de pimentón.

Importancia de la variable

X. campestris pv. *vesicatoria,* agente causal de la mancha bacteriana, es una de las principales limitantes fitosanitarias del cultivo de pimentón. Esta enfermedad presenta relación con la humedad relativa, la cual, al aumentar, favorece el desarrollo de la población bacteriana.

El aumento de humedad relativa, incide en el contenido de agua en los tejidos de la planta, que, al ser mayor, aumenta los niveles de permeabilidad celular, facilitando así la entrada de diversos patógenos, incluida *X. campestris* pv. *vesicatoria.*

El riesgo fitosanitario es inverso a la aptitud del cultivo, es decir, a mayor riesgo fitosanitario menor aptitud para el cultivo de pimentón.

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

Los rangos establecidos para la zonificación de aptitud del cultivo comercial de pimentón en relación a la humedad relativa y su influencia sobre el riesgo de ataque de *X. campestris* pv. *vesicatoria*, corresponden a los siguientes valores:

Para bajo riesgo fitosanitario (A1) de *X. campestris,* se establecieron zonas con humedades menores de 75 %; para riesgo fitosanitario medio (A2) para la aparición y desarrollo de la mancha bacteriana, se determinaron humedades entre 75 % y 90 %, valores en los cuales es posible implementar medidas de mitigación y control. Las zonas de riesgo fitosanitario alto (A3) para el desarrollo de la mancha bacteriana en el cultivo de pimentón son aquellas donde las condiciones de humedades relativas superan el 90 % y se presentan las más altas tasas de infección y desarrollo de la enfermedad.

También se puede interpretar de la siguiente forma:

Aptitud alta (A1): riesgo fitosanitario bajo para el cultivo de pimentón con restricciones de humedad relativa para el desarrollo de *X. campestris* pv. *vesicatoria*. Aptitud media (A2): riesgo fitosanitario medio para el cultivo de pimentón, con restricciones moderadas de humedad relativa para la enfermedad. Aptitud baja (A3): riesgo fitosanitario alto para el cultivo dadas las condiciones ideales de humedad relativa para la mancha bacteriana.

Rangos de aptitud para la variable humedad relativa asociada a *X. campestris* pv. *vesicatoria*

Variable	Unidad de medida	A1	A2	A3
Humedad relativa	Porcentaje (%)	< 75	75-90	> 90

Limitantes de la evaluación de la variable

El bajo número de estaciones meteorológicas no permitieron un análisis más detallado de la información de la humedad relativa, así como no disponer de información actualizada que posibilite conocer el comportamiento actual de este elemento climático.

Metodología de procesamiento de la información

Serie histórica de la información.

Se utilizó la información correspondiente al mapa de humedad relativa promedio multianual generado por el Ideam año 2010.

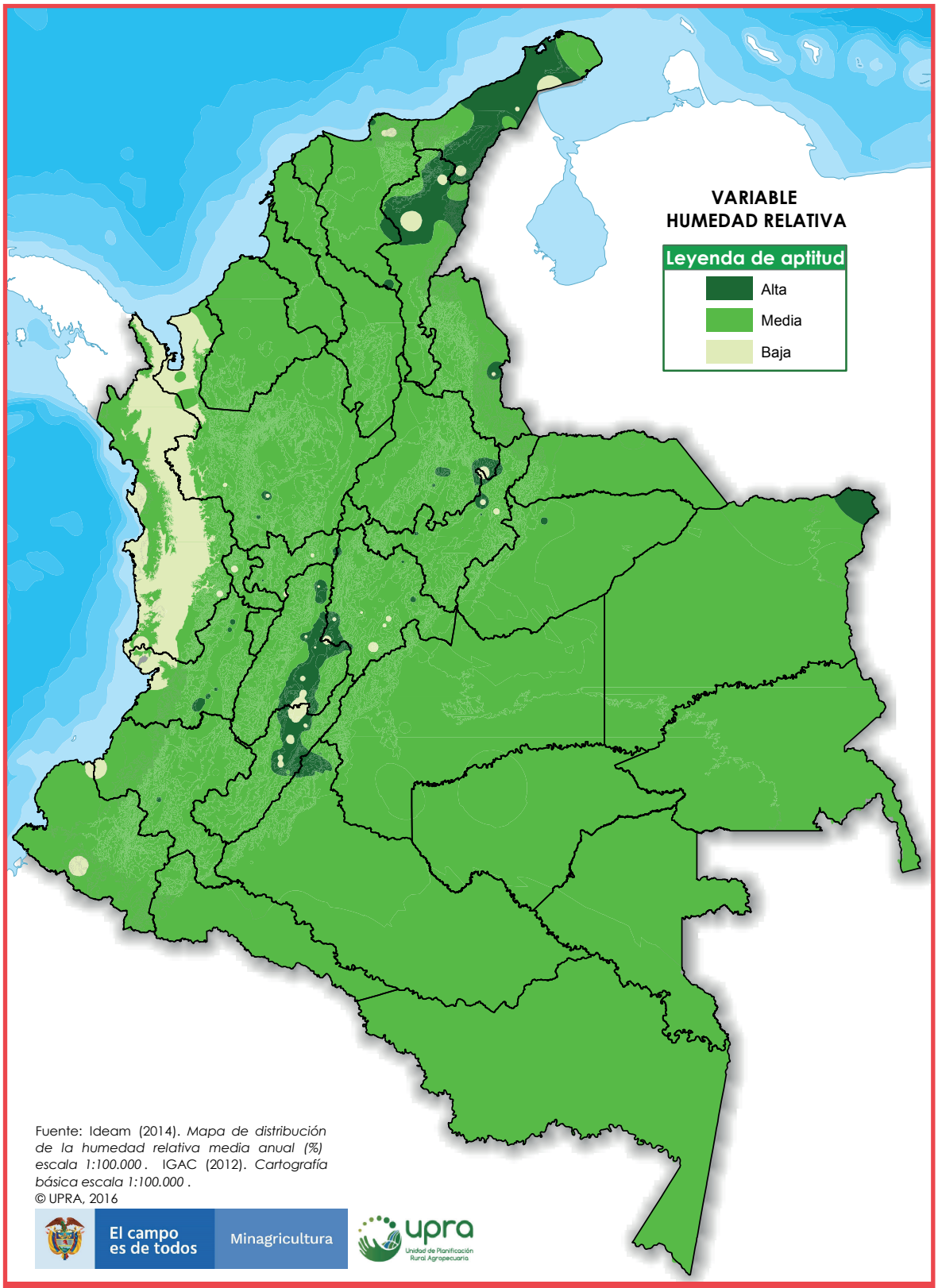
Tratamiento de la información.

Se emplearon los registros de humedad relativa y los gradientes de información con rangos de 5 %. Se realizó un ejercicio de delimitación espacial de acuerdo con los rangos establecidos por el equipo profesional del componente físico, soportado en la experiencia profesional y la revisión bibliográfica, actividad soportada por el grupo TIC de la UPRA.

Unidad de análisis

Territorio nacional, dividido en sus diferentes zonas de aptitud, clasificadas de acuerdo con el riesgo de la enfermedad por humedad relativa.

Representación cartográfica de la variable



Fuente: Ideam (2014). *Mapa de distribución de la humedad relativa media anual (%) escala 1:100.000*. IGAC (2012). *Cartografía básica escala 1:100.000*.

© UPRA, 2016

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio riesgo fitosanitario

Fuentes de información

- Ideam. (2014). *Mapa de distribución de la humedad relativa media anual escala 1:100:000.* Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

1.4.5. Variable temperatura asociada a moscas blancas (*Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci*)

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
Componente: físico. Subcomponente: fitosanitario		
Criterio asociado: riesgo fitosanitario		
Variable: temperatura asociada a moscas blancas *(Trialeurodes vaporariorum y Bemisia tabaci)*	**Unidad de medida:** °C/año	
Tipo de criterio asociado	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

Definición

Influencia de la temperatura media anual que condiciona la aparición, infección y desarrollo de las moscas blancas en el cultivo comercial de pimentón.

Importancia de la variable

La temperatura del aire ejerce una influencia directa sobre el crecimiento y desarrollo de las poblaciones de moscas blancas, lo que afecta al cultivo de pimentón; sin embargo, fuera del rango óptimo de temperatura el crecimiento poblacional de la plaga disminuye o se detiene notablemente. En general, a mayor temperatura (sin exceder la temperatura de supervivencia de la plaga), los ciclos biológicos de los insectos y enfermedades son más rápidos.

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

Para las moscas blancas (*T. vaporariorum* y *B. tabaci*) se establecieron tres rangos de aptitud para el riesgo fitosanitario en el cultivo comercial de pimentón:

Las condiciones de bajo riesgo (A1) fueron determinadas con temperaturas menores de 10°C las cuales son desfavorables para este grupo de insectos. No obstante, estas temperaturas están muy por debajo del rango de adaptación del cultivo comercial de pimentón. Como condición de riesgo medio (A2), se establecieron temperaturas comprendidas entre 10°C y 24°C, en las cuales se puede realizar manejo de la población de la plaga. Como condiciones de riesgo alto

(A3) para el desarrollo de estos insectos se determinaron zonas con temperaturas superiores a 24°C, en las cuales se presenta su mayor tasa de desarrollo y reproducción, representando la condición más desfavorable para el cultivo de pimentón.

También se puede explicar de la siguiente manera:

Aptitud alta (A1): riesgo fitosanitario bajo para el cultivo, con restricciones fuertes para el desarrollo de moscas blancas. Aptitud media (A2): riesgo fitosanitario medio para el cultivo, con restricciones moderadas para las plagas. Aptitud baja (A3): riesgo fitosanitario alto para el cultivo, dadas las condiciones ideales de temperatura para el desarrollo de las poblaciones de moscas blancas.

Rangos de aptitud para la variable temperatura asociada a moscas blancas (*T. vaporariorum* y *B. tabaci*)

Variable	Unidad de medida	A1	A2	A3
Temperatura media anual	°C/año	< 10	10-24	> 24

Limitantes de la evaluación de la variable

No se dispuso de una base de datos actualizada por lo menos al 2014, de la información térmica de todo el territorio nacional generada por la red de estaciones meteorológicas. En consecuencia, el análisis espacial a nivel anual, no refleja la condición térmica actual del país.

Metodología de procesamiento de la información

Serie histórica de la información.

La información utilizada de base para las unidades térmicas se tomó del mapa de isotermas anuales elaborado por el Ideam, 2014 a escala 1:100.000, el cual se basa en una serie histórica de 1971 al 2010.

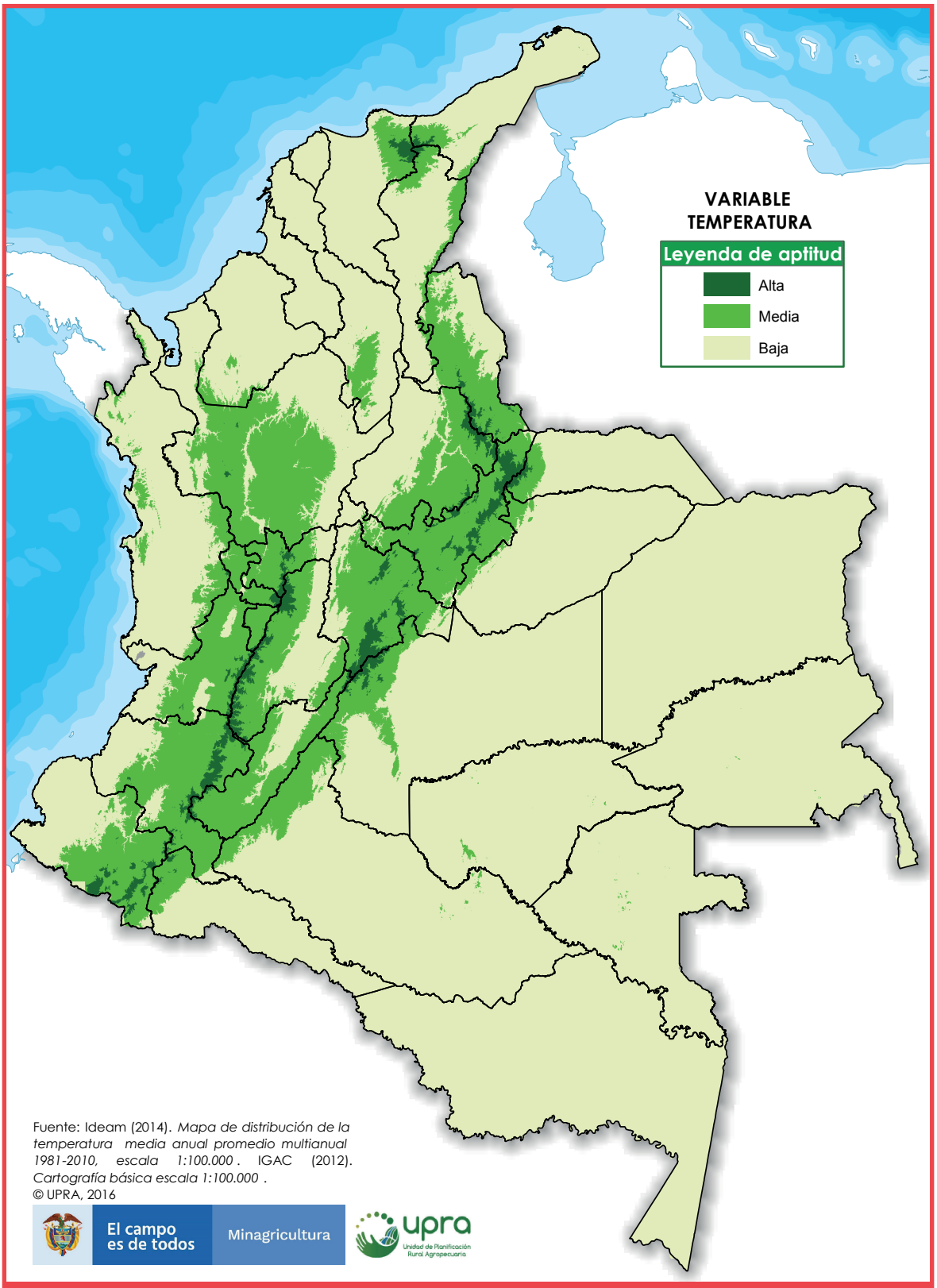
Tratamiento de la información.

Se realizó un ejercicio de delimitación espacial de acuerdo con los rangos establecidos por el equipo profesional del componente físico 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, clasificadas de acuerdo con el riesgo de moscas blancas por temperatura media anual.

Representación cartográfica de la variable



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

© UPRA, 2016

El campo es de todos Minagricultura upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio riesgo fitosanitario

Fuentes de información

- Ideam. (2014). *Mapa de distribución de la temperatura media anual promedio multianual 1981-2010, escala 1:100:000.* Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

1.4.6. Variable temperatura asociada a *Frankliniella occidentalis*

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
Componente: físico. Subcomponente: fitosanitario		
Criterio asociado: riesgo fitosanitario		
Variable: temperatura asociada a *Frankliniella occidentalis*	**Unidad de medida:** mm/año	
Tipo de criterio asociado	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

Definición

Influencia de la temperatura media anual que condiciona la aparición, infección y desarrollo del trips en el cultivo comercial de pimentón.

Importancia de la variable

La temperatura del aire ejerce influencia directa sobre el crecimiento y desarrollo de las poblaciones de trips que afectan al cultivo de pimentón; sin embargo, fuera del rango óptimo de temperatura el crecimiento poblacional de la plaga disminuye o se detiene notablemente. En general, a mayor temperatura (sin exceder la temperatura de supervivencia de la plaga como tal), los ciclos biológicos de los insectos y enfermedades son más rápidos.

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

Para el trips *F. occidentalis* se establecieron tres rangos de aptitud que se relacionan directamente con el riesgo fitosanitario potencial en el cultivo comercial de pimentón.

Las condiciones de bajo riesgo (A1), corresponden a temperaturas por debajo de 18°C y por encima de 28°C, debido a que su desarrollo los trips se limita en estos niveles. Como condición de riesgo medio (A2) de aparición y desarrollo de este insecto, se establecieron temperaturas entre 18°C y 24°C, en las cuales se presenta posibilidades de control de su población. Como zonas de riesgo alto (A3) para el desarrollo de *F. occidentalis* se determinaron zonas con un rango de

temperatura entre 24°C y 28°C, en las cuales se presenta su mayor tasa de desarrollo y reproducción, con ciclos biológicos más cortos, en detrimento del cultivo comercial de pimentón.

También se puede explicar de la siguiente manera:

Aptitud alta (A1): riesgo fitosanitario bajo para el cultivo, con restricciones fuertes para el desarrollo del trips. Aptitud media (A2): riesgo fitosanitario medio para el cultivo, con restricciones moderadas para la plaga. Aptitud baja (A3): riesgo fitosanitario alto para el cultivo, dadas las condiciones ideales de temperatura para el desarrollo de las poblaciones del insecto.

Rangos de aptitud para la variable temperatura asociada a *F. occidentalis*

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

Limitantes de la evaluación de la variable

Disponer de una base de datos actualizada por lo menos al 2014, de la información térmica de todo el territorio nacional generada por la red de estaciones meteorológicas. En consecuencia, el análisis espacial a nivel anual, no refleja la condición térmica actual del país.

Metodología de procesamiento de la información

Serie histórica de la información.

La información utilizada de base para las unidades térmicas se tomó del mapa de isotermas anuales elaborado por el Ideam, 2014 a escala 1:100.000, el cual se basa en una serie histórica de 1971 al 2010.

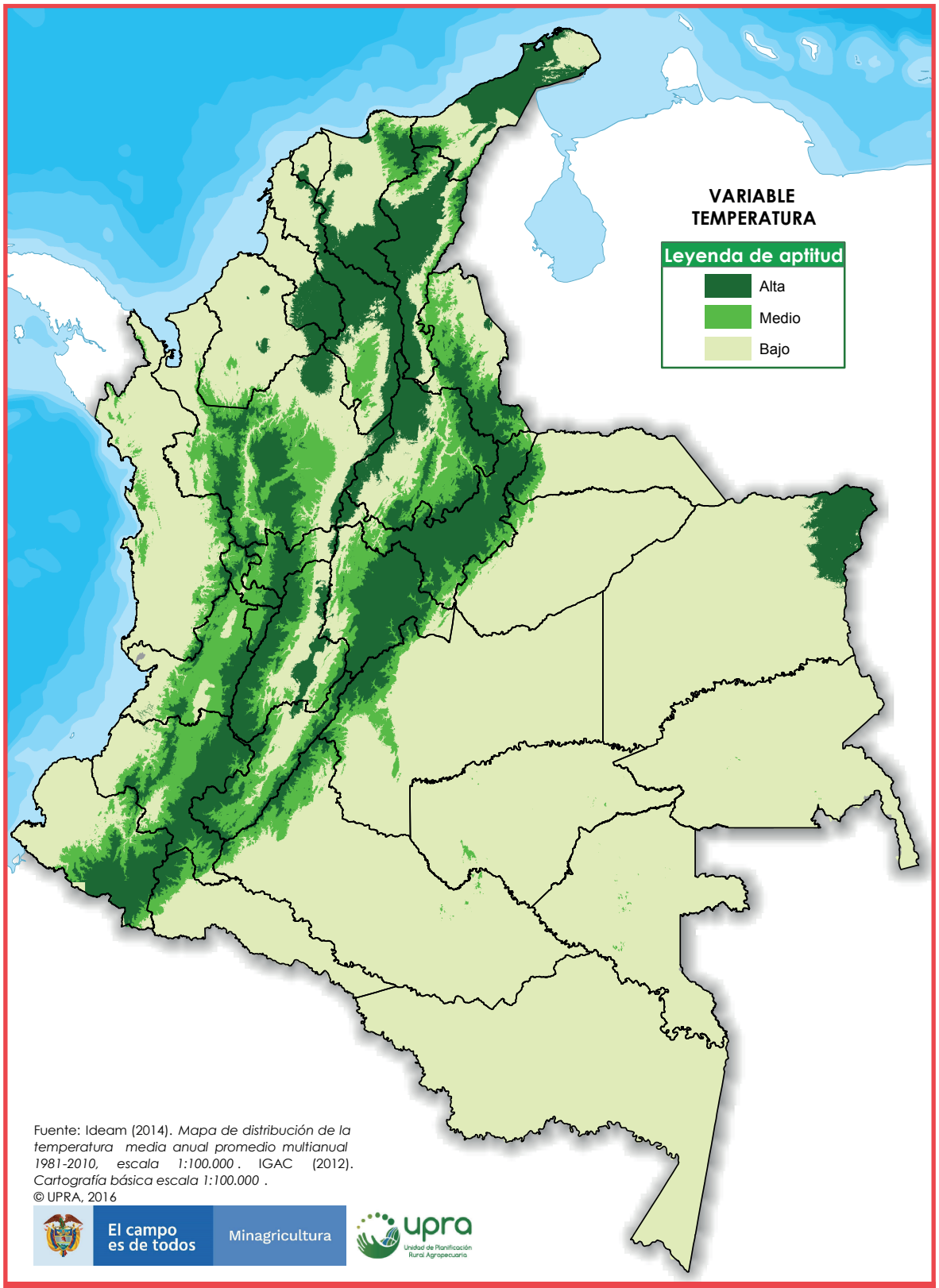
Tratamiento de la información.

Se realizó un ejercicio de delimitación espacial de acuerdo con los rangos establecidos por el equipo profesional del componente físico 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, clasificadas de acuerdo con el riesgo del insecto por temperatura media anual.

Representación cartográfica de la variable



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

© UPRA, 2016

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio riesgo fitosanitario

Fuentes de información

- Ideam. (2014). *Mapa de distribución de la temperatura media anual promedio multianual 1981-2010, escala 1:100:000.* Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.



1.5 Criterio disponibilidad de oxígeno

Ficha metodológica de criterio		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
Componente: físico. Subcomponente: edáfico		
Criterio: disponibilidad de oxígeno		
Tipo de criterio asociado	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Variables asociadas al criterio		
• Susceptibilidad a inundaciones, expresada como frecuencia/año. • Drenaje natural, expresado como tipo de drenaje.		

Definición

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

Importancia del criterio para el cultivo

La aireación del suelo permite el desarrollo de las raíces aeróbicas y, por consiguiente, todas las funciones fisiológicas de las plantas que determinan la producción de frutos. Por otro lado, la tendencia de los terrenos planos a ser inundados y permanecer encharcados, puede afectar el desarrollo normal de las plantas de pimentón porque la ausencia de oxígeno en la matriz del suelo, se considera una intoxicación para estas.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado

Debido a los largos períodos de saturación de agua, se considera que suelos con drenaje natural muy pobre, no tienen aptitud (N1) para establecer cultivos de pimentón, ya que representan ausencia de oxígeno; lo que conlleva grandes pérdidas en la producción del cultivo o la muerte de las plantas.

Igualmente, los terrenos que son susceptibles a inundaciones frecuentes y muy frecuentes, también se consideran no aptos (N1) para el cultivo comercial de pimentón.

Limitantes para la evaluación del criterio

La mayoría de las unidades cartográficas de suelos, a escala 1:100.000, son asociaciones, donde para cada variable del 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 con calificaciones distinta al componente evaluado, por consiguiente, con niveles diferentes de aptitud.

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

Metodología de procesamiento de la información

Para las clases de aptitud por susceptibilidad a inundaciones, se tomó como base el mapa de susceptibilidad de los suelos a inundaciones contenido en el "Estudio de Conflictos de Uso del Territorio Colombiano" (IGAC *et., al*. 2012) y para el drenaje natural, el "Mapa de Correlación Nacional de Suelos, escala 1:100.000" (IGAC, 2014b), dando la calificación que técnicamente se consideró en cada una de las variables así:

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

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

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

Rangos para la asignación de valores de aptitud

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

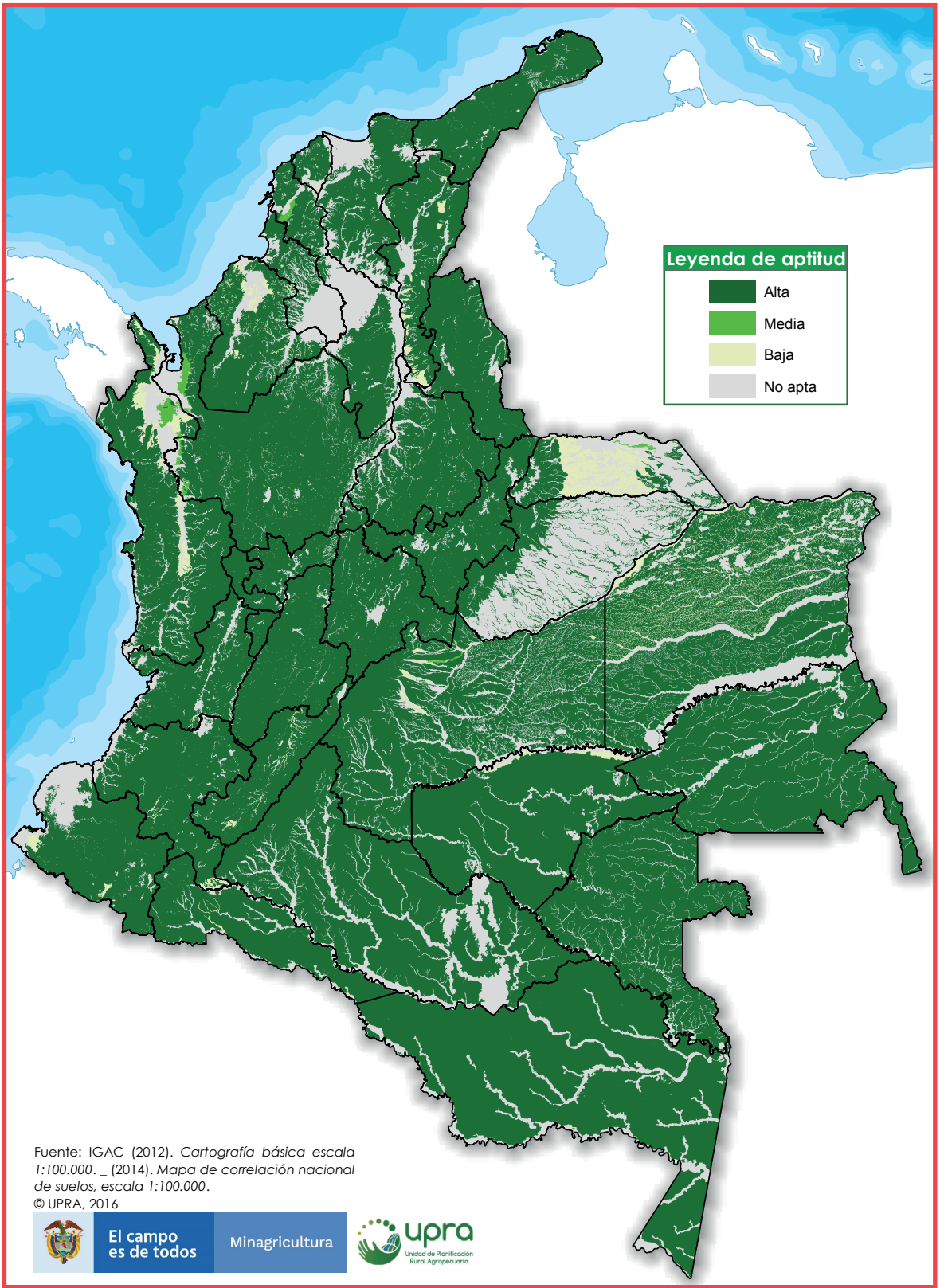
Árbol de decisión

Drenaje natural	Susceptibilidad a las Inundaciones	Aptitud
Bueno y excesivo	No hay	A1
	Ocasionales	A1
	Frecuentes y muy frecuentes	N1
Moderado	No hay	A2
	Ocasionales	A2
	Frecuentes y muy frecuentes	N1
Imperfecto y pobre	No hay	A3
	Ocasionales	A3
	Frecuentes y muy frecuentes	N1
Muy pobre	Cualquiera	N1

Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos

Representación cartográfica del criterio



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

© UPRA, 2016

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio disponibilidad de oxígeno

Fuentes de información

- IGAC. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014b). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC.

1.5.1. Variable susceptibilidad a inundaciones

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

Definición

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

El IGAC clasifica las inundaciones y encharcamientos de acuerdo a la frecuencia con que ocurren y a su duración, teniendo en cuenta 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 2 por año
Muy frecuente	Más de 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

Las inundaciones, afectan el desarrollo de la mayor parte de las especies vegetales, especialmente si duran largos períodos de tiempo. La tolerancia a las inundaciones y a encharcamientos depende de cada especie vegetal. El cultivo de pimentón no es tolerante a los encharcamientos e inundaciones ya que provocan enfermedades y hasta la muerte de las plantas.

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

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

Limitantes de la evaluación de la variable

En la base de datos del mapa geopedológico muchas unidades cartográficas no registran información sobre fases por inundación o encharcamiento; por lo tanto, en la zonificación de aptitud para el cultivo comercial de pimentón, se incluye su análisis, tomando como base algunas formas de terreno, tipos de relieve, información de los perfiles modales y también el régimen de humedad que proporciona la taxonomía de suelos, 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 el mapa de susceptibilidad de los suelos a inundaciones contenido en el estudio de "Conflictos de Uso del Territorio Colombiano" (IGAC *et al.* 2012). Posteriormente se completó la base de datos con la presencia o no presencia de inundaciones, se procedió a inferir el tiempo de duración con las variables de paisaje, drenaje natural y nemotecnia de los nombres taxonómicos.

Rangos para la asignación de valores de aptitud

El establecimiento de los rangos de aptitud se discrimina por la frecuencia de las inundaciones, según la evaluación de su probable ocurrencia. En las áreas donde no se registran inundaciones la aptitud es alta (A1), donde son ocasiona-

les son consideradas de aptitud media (A2), mientras que los terrenos inundables frecuentemente y muy frecuentemente, no son aptos (N1) para el establecimiento y desarrollo del cultivo comercial de pimentón.

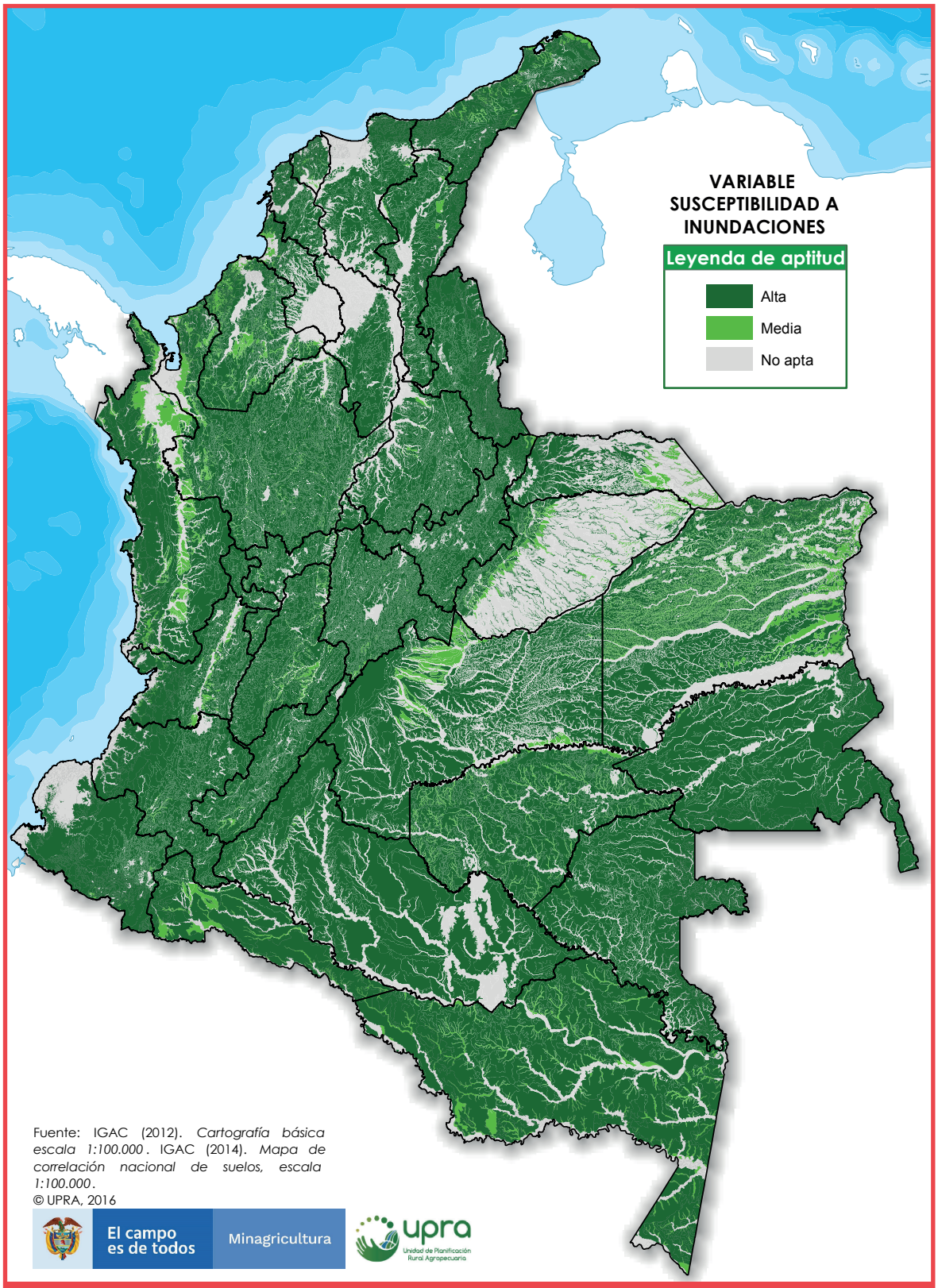
Rangos de aptitud

Susceptibilidad a inundaciones (frecuencia/año)	Aptitud
No hay	A1
Ocasionales	A2
Frecuentes y muy frecuentes	N1

Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos

Representación cartográfica de la variable



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

© UPRA, 2016

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio disponibilidad de oxígeno

Fuentes de información

- IGAC. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC. Bogotá: IGAC.
- _. (2014b). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC.
- OMM y Unesco. (2012). *Glosario hidrológico internacional*. Ginebra, Suiza. Recuperado de: <http://unesdoc.unesco.org/images/0022/002218/221862M.pdf>

1.5.2. Variable drenaje natural

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

Definición

Tiempo en el que el agua permanece en la superficie del suelo; también se asocia a la remoción natural del exceso de agua acumulada sobre la superficie y a lo largo del perfil de suelo. El drenaje natural combina el drenaje interno y externo del suelo, tiene en cuenta la relación entre pendiente, escorrentía e infiltración y las evidencias de procesos de óxido-reducción y colores gley; 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

El cultivo comercial de pimentón 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 pimentón se consideran no aptos (N1) los suelos con drenaje natural 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, donde se califica la profundidad del componente que ocupa la mayor área dentro de la unidad, lo que significa que algunos sectores, que pueden ser favorables o desfavorables para el establecimiento del cultivo, no se pueden representar espacialmente.

Metodología de procesamiento de la información

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

Rangos para la asignación de valores de aptitud

Los suelos bien drenados y excesivamente drenados tienen aptitud alta (A1), debido a que no tienen 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 y pobre tiene aptitud baja (A3) por falta de oxígeno disponible y por requerir de obras de mayor envergadura para adecuarlo. Se considera que el drenaje muy pobre no es apto (N1) para el cultivo por tener agua en o cerca de la superficie del suelo, la mayor parte del tiempo.

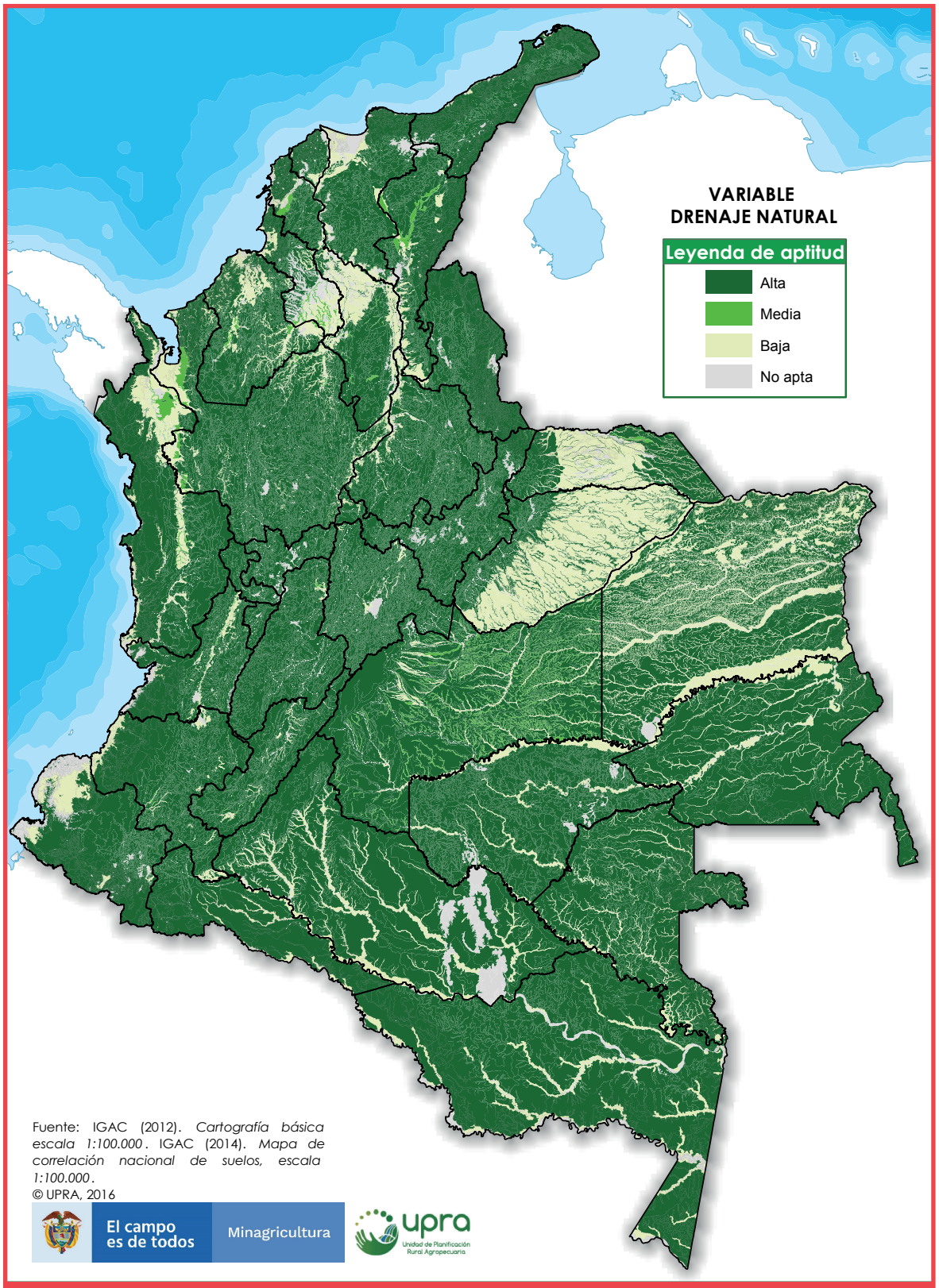
Rangos de aptitud

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

Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos.

Representación cartográfica de la variable



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

© UPRA, 2016

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio disponibilidad de oxígeno

Fuentes de información

- Cortés, A y Malagón, D. (1984). *Los levantamientos agrológicos y sus aplicaciones múltiples.* Bogotá: Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.
- IGAC. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC.



1.6 Criterio disponibilidad de humedad

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

Importancia del criterio para el cultivo

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

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

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado

Se considera que los regímenes de humedad arídico y perácuico no tienen aptitud (N1) para establecer cultivos comerciales de pimentón. En el primer caso, no hay condiciones para el almacenamiento de humedad; en el segundo, el suelo está saturado con agua, lo que es desfavorable para la planta de pimentón que es susceptible a los encharcamientos e inundaciones, ya que estas situaciones provocan que se asfixie con facilidad y se torne vulnerable al ataque de patógenos de la raíz conllevando a grandes pérdidas en la producción.

La textura no tiene niveles restrictivos, para establecer cultivos comerciales de pimentón.

Limitantes para la evaluación del criterio

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

Metodología de procesamiento de la información

Las clases de aptitud de las variables involucradas en el criterio se extractaron del "Mapa de Correlación Nacional de Suelos, escala 1:100.000" (IGAC, 2014b), que da la calificación técnicamente considerada para cada una de las variables:

Régimen de humedad	Aptitud
Údico	A1
Ústico	A2
Ácuico	A3
Arídico y perácuico	N1

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

Los suelos oxisoles y ultisoles finos tienen calificación diferente, debido a que la dominancia de arcillas de relación 1:1 implica que tengan menor retención de humedad.

Los rangos de aptitud de las variables, están dados de acuerdo con diferentes consultas con técnicos, productores y literatura relacionada.

Rangos para la asignación de valores de aptitud

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

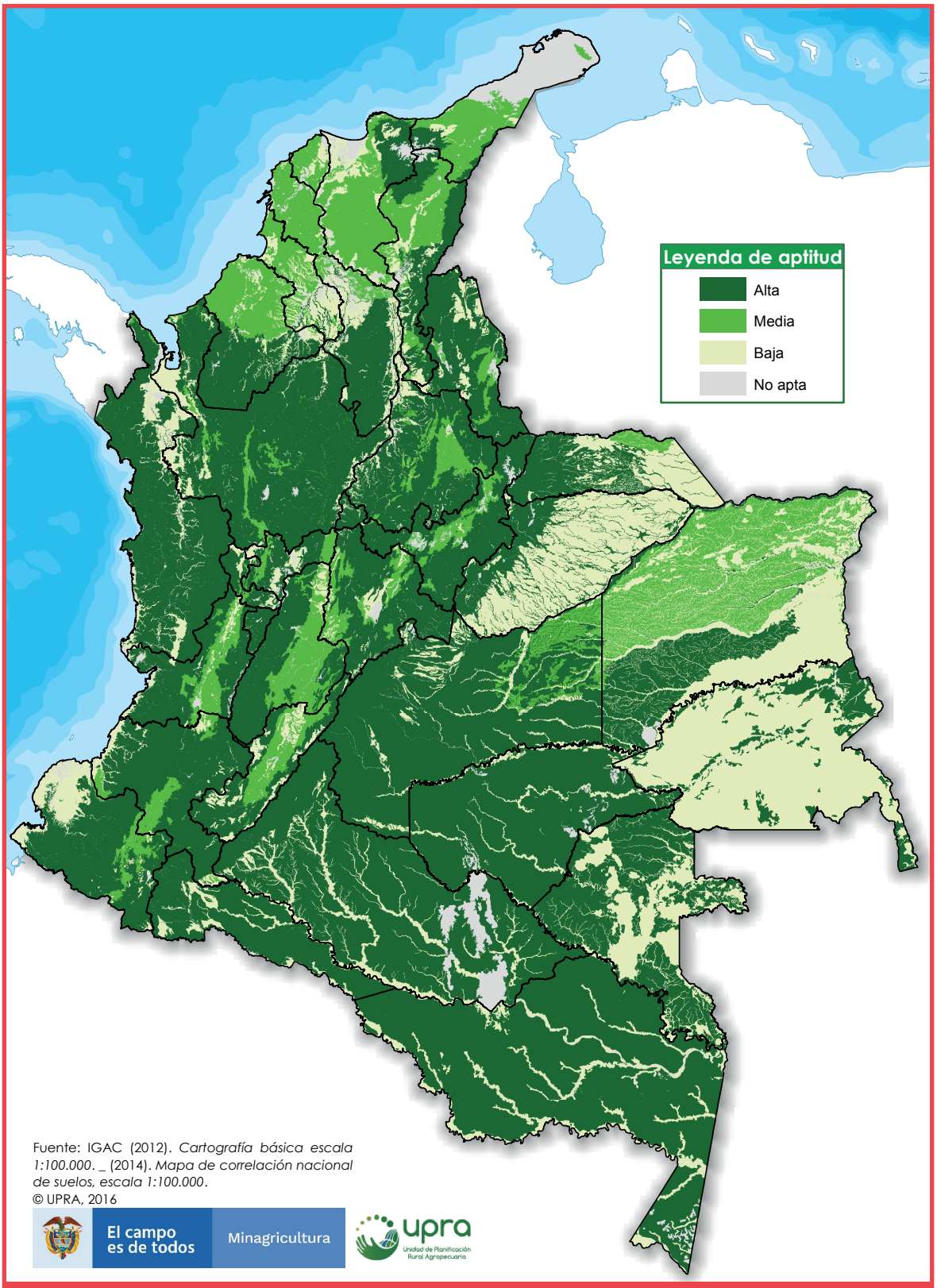
Árbol de decisión

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

Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos

Representación cartográfica del criterio



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

© UPRA, 2016

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio disponibilidad de humedad

Fuentes de información

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

1.6.1 Variable régimen de humedad

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
Componente: físico. Subcomponente: edáfico		
Criterio asociado: disponibilidad de humedad		
Variable: régimen de humedad	**Unidad de medida:** clases de drenaje	
Tipo de criterio asociado	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

Definición

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

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

Údico: del latín *udus* y húmedo. Régimen en el cual la sección control de humedad del suelo no está seca en cualquier parte durante tanto tiempo como 90 días acumulativos en años normales.

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

Ústico**:** del latín *ustus*, quemado; implica sequedad. Es intermedio entre el régimen arídico y el régimen 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 de 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 de 90 o más días consecutivos.

Ácuico**:** del latín *aqua*, agua. Es un régimen de reducción en un suelo que está virtualmente libre de oxígeno disuelto porque está saturado por 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, y depresiones cerradas alimentadas por arroyos perennes.

Arídico: del latín *aridus,* seco, y *torridus*, caliente y seco. Regímenes de humedad Arídico y tórrido; estos términos de humedad del suelo se utilizan para el mismo régimen de humedad, pero en diferentes categorías de la taxonomía. En el régimen de humedad, la sección de control humedad en años normales es:

- Seca en todas las partes por más de la mitad de los días acumulativos por año, cuando la temperatura del suelo a una profundidad de 50 cm está por encima de 5°C.
- Húmeda en alguna, o en todas partes, por menos de 90 días consecutivos cuando la temperatura del suelo a una profundidad de 50 cm, está por encima de 8°C.

Importancia de la variable

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 cada una de las regiones y al número de días secos consecutivos durante el año. El régimen de humedad údico es el óptimo para el cultivo de pimentón, debido a que se asocia al régimen de lluvias bimodal.

La importancia de esta variable se fundamenta en que para el establecimiento del cultivo comercial de pimentón hay muy poca infraestructura de riego, por lo tanto, la disponibilidad natural de agua en el suelo es indispensable para el desarrollo del cultivo.

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

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

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 régimen de humedad del componente taxonómico de mayor porcentaje; esto significa que, dentro de un área determinada, existen regímenes de humedad diferentes al componente calificado.

Metodología de procesamiento de la información

El proceso de evaluación de la variable se realizó a partir de la información del "Mapa de Correlación Nacional de Suelos, escala 1:100.000" (IGAC, 2014b). En los casos que no tienen definido el régimen de humedad dentro de la capa de geopedología, se complementaron interpretando la nemotecnia que brinda la clasificación taxonómica de los suelos presentes en las unidades cartográficas.

Rangos para la asignación de valores de aptitud

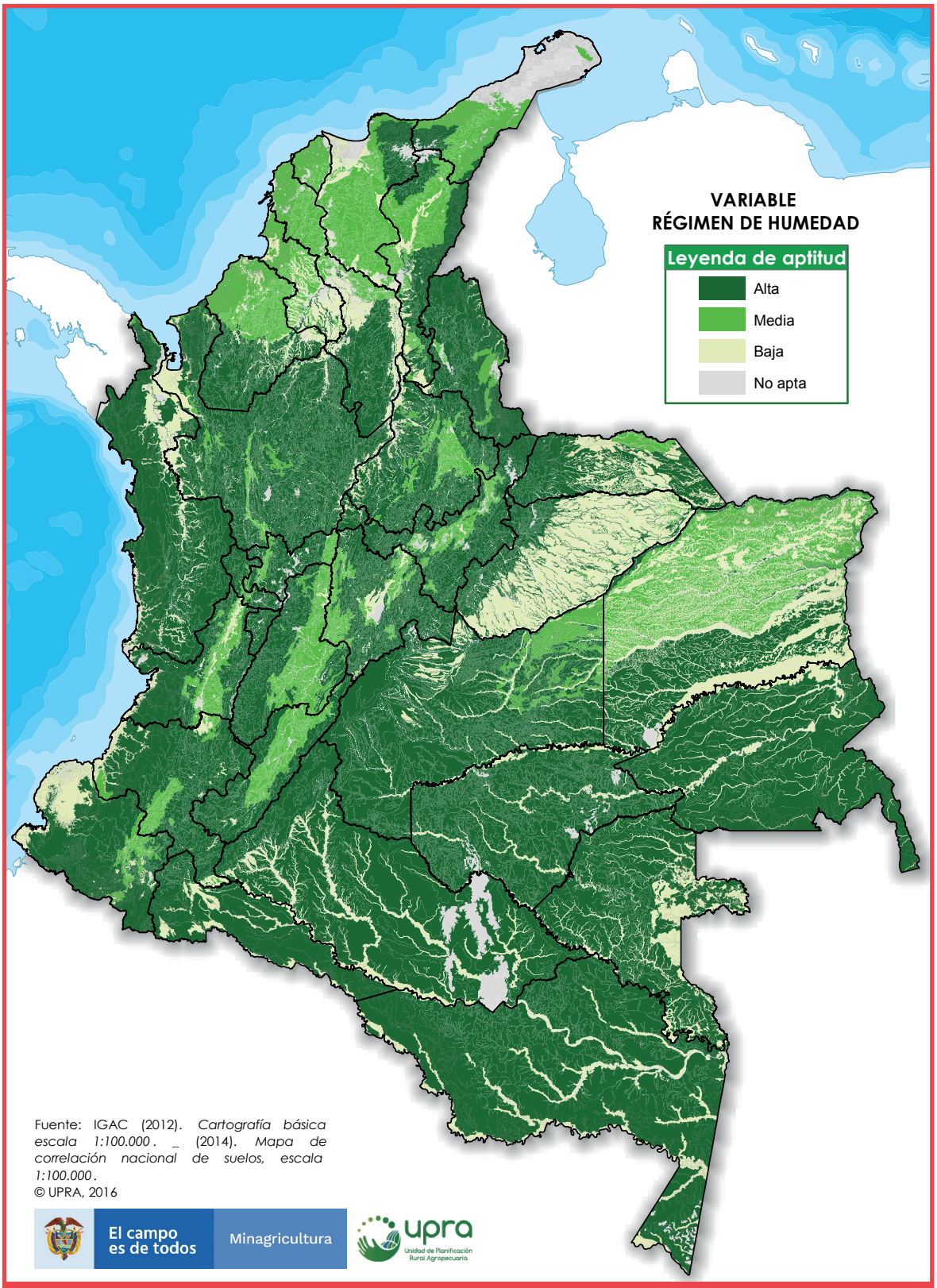
Se consideran para el cultivo comercial de pimentón, los siguientes rangos de aptitud:

Clase de régimen de humedad	Aptitud
Údico	A1
Ústico	A2
Ácuico	A3
Arídico y perácuico	N1

Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos

Representación cartográfica de la variable



Criterio disponibilidad de humedad

Fuentes de información

- IGAC. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014b). *Mapa de correlación nacional de suelos escala 1:100.000.* Bogotá: IGAC.
- USDA. (2014). Claves para la taxonomía de suelos (12.a ed.). (C. A. Ortiz-Solorio, E. Gutiérrez-Castorena, y M. Gutiérrez-Castorena, Trads.) Departamento de Agricultura de USDA. Recuperado de: <https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/ nrcs142p2_051546.pdf>

1.6.2. Variable textura

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

Definición

Proporción relativa en que se encuentran, en una masa de suelo, varios grupos de granos individuales asociados por tamaño. Se refiere específicamente a las proporciones relativas de las partículas o fracciones de arena, limo y arcilla en la fracción fina del suelo, es decir, en la tierra tamizada y con diámetro inferior a 2 mm (IGAC, 1990).

Las clases texturales se presentan en la siguiente tabla (IGAC, 2010a):

Clases texturales

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

Importancia de la variable

Es una variable de importancia en la zonificación para el establecimiento del cultivo de pimentón, ya que 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 del suelo es una propiedad física que se utiliza con el propósito de evaluar la capacidad del mismo, para retener agua (texturas finas retienen más agua que texturas gruesas), la capacidad de intercambio catiónico (capacidad para retener elementos nutritivos), la permeabilidad e índices de plasticidad; en taxonomía se usa como parámetro para clasificar los suelos. 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.

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

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

Si bien es cierto que las diferentes clases texturales tienen capacidades diferentes de retener agua, no se considera que existan zonas no aptas (N1) por su mínima o máxima capacidad de retención de humedad.

Limitantes de la evaluación de la variable

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

Metodología de procesamiento de la información

Esta variable se definió con base en los requerimientos del cultivo de pimentón consultados a técnicos y productores, en relación con su crecimiento y desarrollo durante el ciclo de producción.

La asignación de los rangos se estableció teniendo en cuenta que, a mayor contenido de arcillas, el suelo tiene mayor capacidad de retener humedad, la cual servirá de reserva para los períodos de disminución de lluvia.

La información base para determinar la textura en las unidades de tierra fue el “Mapa de Correlación Nacional de Suelos, escala 1:100.000” (IGAC, 2014b), a partir de la cual se realizó una reclasificación de acuerdo con los rangos definidos.

Rangos para la asignación de valores de aptitud

Las clases texturales con mayor contenido de arcillas se califican con aptitud alta (A1), ya que 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), porque el dominio de los porcentajes de arena sobre los de limo y arcilla, desfavorece la retención de agua necesaria para el normal crecimiento y desarrollo del cultivo comercial de pimentón.

Los suelos oxisoles y ultisoles finos tienen calificación diferente, debido a que la dominancia de arcillas de relación 1:1 implica que tienen menor retención de humedad.

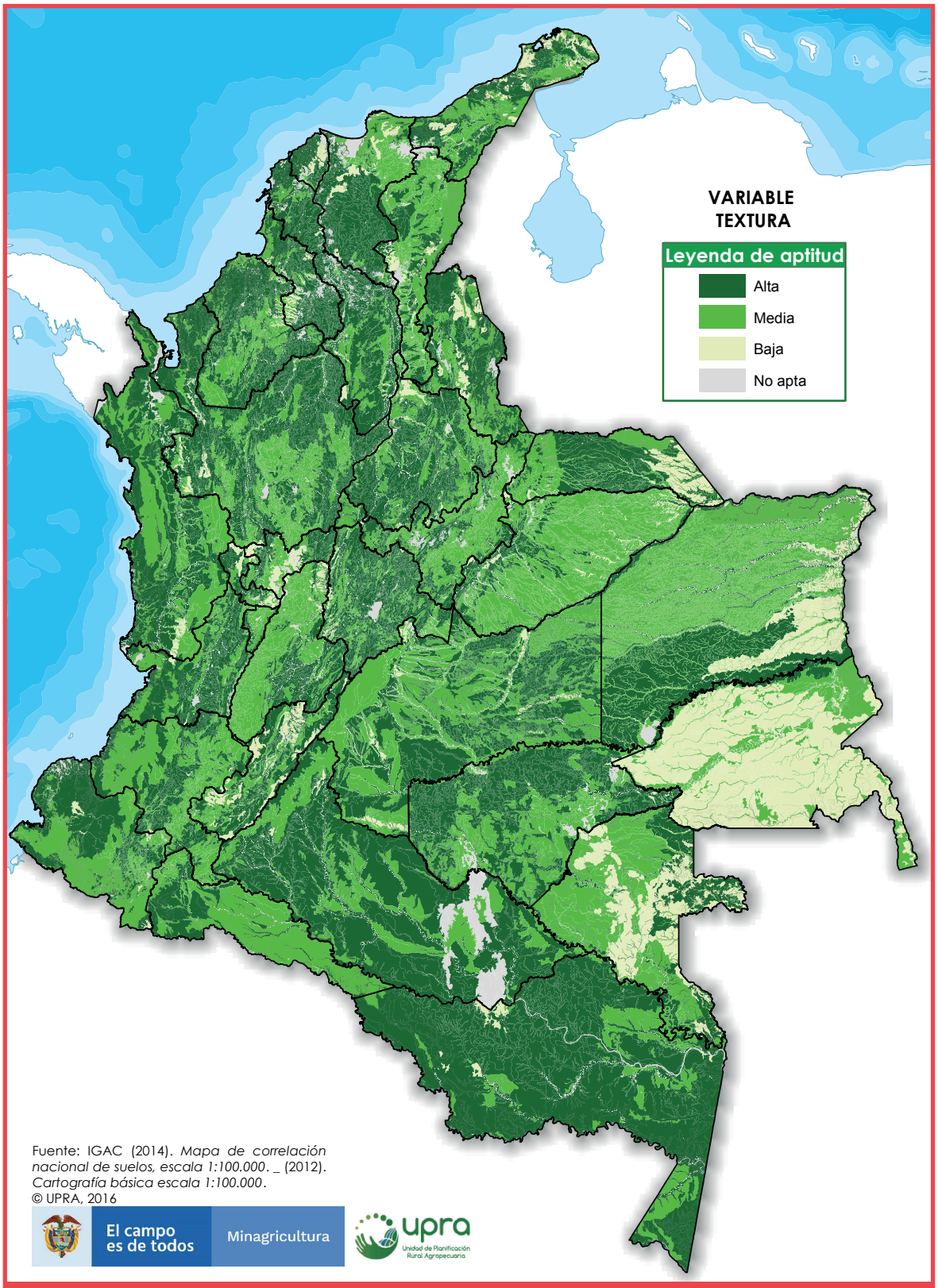
Rangos de aptitud

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

Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos

Representación cartográfica de la variable



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

© UPRA, 2016

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio disponibilidad de humedad

Fuentes de información

- IGAC. (1990). *Propiedades físicas de los suelos*. Bogotá: IGAC.
- _. (2010a). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos)*. Bogotá: IGAC.
- _. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014b). *Mapa de correlación nacional de suelos, 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 pimentón**	
Componente: físico. Subcomponente: edáfico		
Criterio: toxicidad por sales, sodio y aluminio		
Tipo de criterio asociado	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Variables asociadas al criterio		
• Salinidad o sodicidad, expresadas como conductividad eléctrica (dS/m) y PSI (%). • Saturación de aluminio, expresado en porcentaje de saturación (%).		

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 (hierro, manganeso, cloro, zinc y níquel), las sales (cloruros, sulfatos, bicarbonatos, carbonatos, nitratos), así como una alta saturación de sodio y de aluminio.

En el ámbito de los suelos colombianos, tiene gran importancia en suelos ácidos de clima húmedo, la presencia de altas saturaciones de aluminio y, en suelos básicos generalmente de climas secos, las altas concentraciones de sales y de sodio.

Importancia del criterio para el cultivo

El sodio (Na) además de ser un elemento perjudicial para la estructura del suelo, debido al efecto dispersante, produce disminución del crecimiento de las raíces y necrosis en las hojas.

El aluminio (Al^{+++}) es uno de los elementos que se encuentra en mayor concentración en el suelo, especialmente en suelos ácidos. En plantas susceptibles, se reduce el crecimiento de las raíces, tallos y 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 fósforo e impide la absorción de calcio, magnesio y potasio.

Las sales aumentan el pH y afectan la absorción de otros elementos K^{+}, NO_3, PO_4 y Ca^{++} por la planta, aumentan la presión osmótica en la solución del suelo e inhibe 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 el porcentaje de sodio, tienen rangos donde no es posible el cultivo comercial de pimentón. Se consideran suelos no aptos (N1) para el cultivo comercial de pimentón, con saturación de sodio superior a 15 PSI y aquellos con salinidad mayor a 8 dS/m.

Limitantes para la evaluación del criterio

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

En cuanto a los contenidos de sales y sodio, la base geopedológica refiere presencia o no presencia, sin indicar rangos como los propuestos. En la concentración de aluminio sí existe una correlación con los rangos propuestos y las calificaciones cualitativas.

Metodología de procesamiento de la información

Las clases de aptitud de cada una de las variables involucradas en el criterio, se extractaron del "Mapa de Correlación Nacional de Suelos, escala 1:100.000" (IGAC, 2014b), que da la calificación técnicamente considerada en cada una de las variables:

Saturación de sodio (PSI)	Aptitud
< 10	A1
10-15	A2
> 15	N1

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

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

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

Rangos para la asignación de valores de aptitud

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

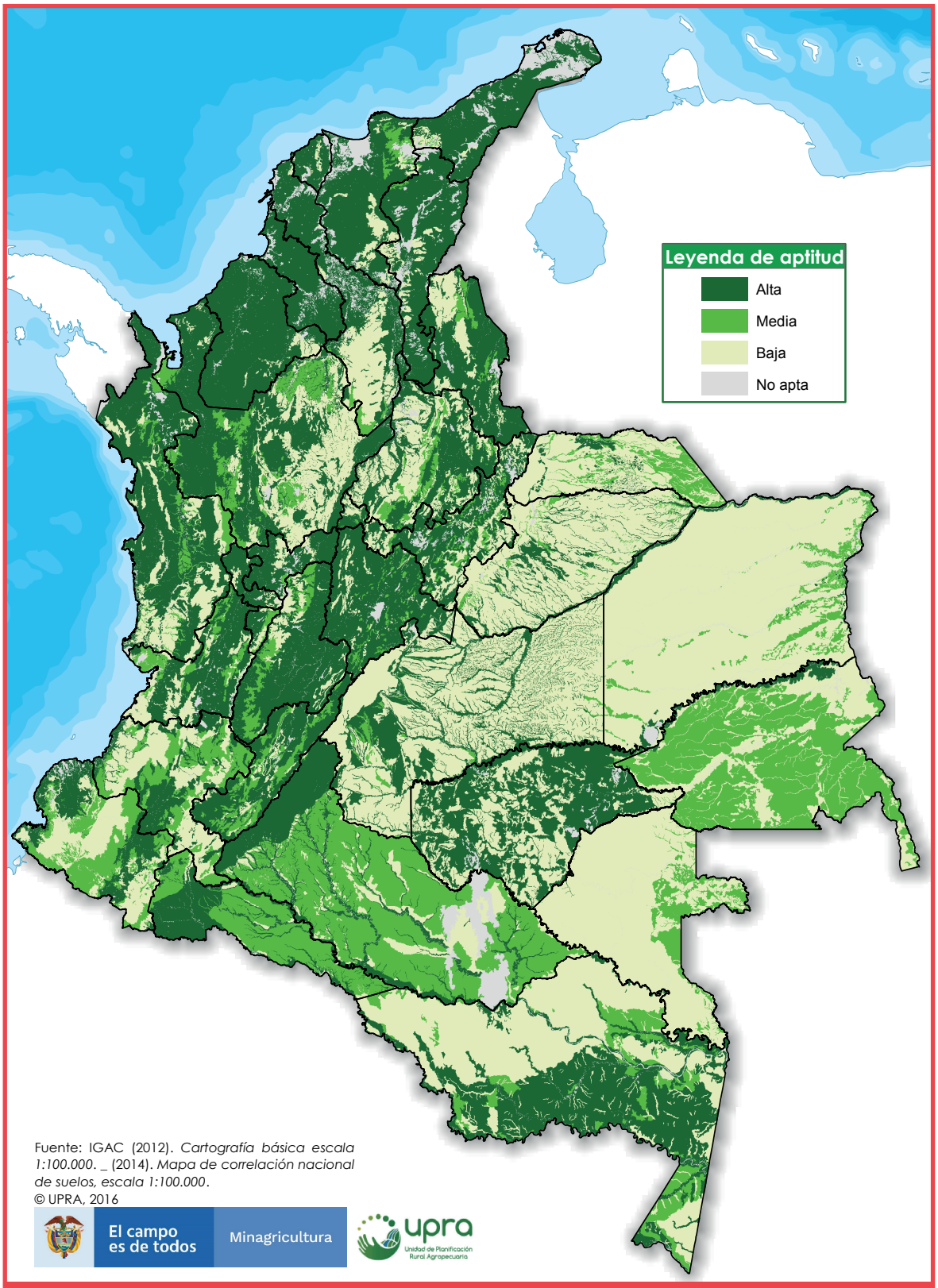
Árbol de decisión

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



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

© UPRA, 2016

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio toxicidad por sales, sodio y aluminio

Fuentes de información

- IGAC. (2010a). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos).* Bogotá: IGAC.
- _. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014b). *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 pimentón**	
Componente: físico. Subcomponente: edáfico		
Criterio asociado: toxicidad por sales, sodio y aluminio		
Variable: salinidad o sodicidad	**Unidad de medida:** conductividad eléctrica (dS/m) y PSI (%)	
Tipo de criterio asociado	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

Definición

Se define como el alto contenido de sales solubles o sodio intercambiable en el suelo. El contenido de sales se determina normalmente en términos de la conductividad eléctrica, pero puede expresarse como cantidad o porcentaje de sales en el suelo, como también cantidad de aniones en la fracción de cambio. El sodio se determina como el porcentaje de sodio intercambiable (PSI).

La salinidad y 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 sodio es el que predomina en la solución del suelo, mientras que el calcio y el magnesio, debido a su mayor fuerza de absorción, ocupan la mayor proporción de los iones dentro de la doble capa difusa (forma intercambiable) (IGAC,1979).

Importancia de la variable

Los contenidos altos de sales solubles o sodio intercambiable, elevan de forma considerable el pH del suelo, lo que a su vez afecta en forma significativa los rendimientos del cultivo comercial de pimentón; el principal efecto perjudicial de

las sales es la alta presión osmótica que se desarrolla en la solución del suelo (IGAC, 1979).

Los altos contenidos de sales o de sodio 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 los iones potasio (K^+) y calcio (Ca^{++}), del nitrato (NO_3) y del fosfato (PO_4).
- Afecta la translocación y el reciclado de iones en la planta.

Las raíces no se desarrollan de manera adecuada, ya que no profundizan lo suficiente; presentan menos ramificaciones, disminuyen los procesos de división y crecimiento celular, por lo tanto, las plantas son de menor tamaño.

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

Se consideró que unidades de tierra con presencia con conductividad eléctrica mayor de 8 dS/m y saturación de sodio mayor de 15 % no son aptas (N1) para el establecimiento del cultivo comercial de pimentón.

Limitantes de la evaluación de la variable

La principal dificultad para evaluar esta variable es la poca información disponible; los estudios generales de suelos escala 1:100.000 hacen referencia solamente a presencia o no de sales. Además, la presencia de sales no se encuentra de manera uniforme, dado que varía tanto de forma horizontal como vertical y también en el transcurso del año.

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

Las anteriores características dificultan la toma de información por parte de los edafólogos en el campo para realizar su respectivo mapeo.

Metodología de procesamiento de la información

Los suelos salinos o no salinos, y sódicos o no sódicos se obtuvieron a partir del "Mapa de Correlación Nacional de Suelos, escala 1:100.000" (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 nemotecnia que ofrecen los nombres taxonómicos.

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

Rangos para la asignación de valores de aptitud

De acuerdo con diferentes consultas con técnicos, productores y literatura relacionada se determinaron como tierras con aptitud alta (A1), los suelos con conductividad eléctrica menor o igual de 2 dS/m, no salinos, y menos de 10 % de sodio intercambiable; con aptitud (media (A2), los suelos ligeramente salinos con más de 2 dS/m y menos o igual a 4 dS/m y de 10 % a 15 % de saturación de Na; los suelos con aptitud baja (A3) son los que tienen entre 4 dS/m y 8 dS/m de salinidad. Los suelos que tengan más de 8 dS/m y más de 15 PSI se consideran no aptos (N1).

Salinidad o sodicidad de los suelos

Salinidad (dS/m)	Aptitud	Saturación de sodio (PSI)	Aptitud
< 2	A1	< 10	A1
2-4	A2	10-15	A2
4-8	A3	> 15	N1
> 8	N1		

Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos.

Representación cartográfica de la variable



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

© UPRA, 2016

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio toxicidad por sales, sodio y aluminio

Fuentes de información

- IGAC. (1979). *Propiedades químicas de los suelos*. 2ª ed. Bogotá: IGAC.
- _. (2010a). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos).* Bogotá: IGAC.
- _. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014b). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000.* Bogotá: IGAC.

1.7.2. Variable saturación de aluminio

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
Componente: físico. Subcomponente: edáfico		
Criterio asociado: toxicidad por sales, sodio y aluminio		
Variable: saturación de aluminio	**Unidad de medida:** porcentaje (%)	
Tipo de criterio asociado	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

Definición

Proporción de Al^{+++} en el complejo de cambio y en la solución del suelo. Corresponde a la acidez intercambiable: se debe a los iones Al^{+++} e H^{+} intercambiables (desplazables) con una sal neutra (KCl). También incluye pequeñas cantidades de hierro, manganeso y zinc intercambiables (IGAC, 1979).

La saturación de aluminio del suelo hace referencia a la acidez debida al ion aluminio (Al^{+++}), abundante en suelos ácidos con pH menor de 5,5, que afecta el desarrollo de las plantas, inhibe la división celular, causa deficiencias de fósforo e impide la absorción de calcio, magnesio y potasio (Cortés y Malagón, 1984).

Se ha establecido que cuando se encuentra menos de 1 ppm de Al^{+++} en la solución del suelo, la saturación es menor de 60 % y no hay efecto tóxico en las plantas de tolerancia moderada a Al y cuando es mayor de 60 %, la concentración de Al en la solución del suelo aumenta rápidamente (Cortés y Malagón, 1984).

Importancia de la variable

El aluminio es el factor más restrictivo en el crecimiento y la producción de los suelos ácidos. Limita la degradación microbiana de la materia orgánica, inhibe el crecimiento de las raíces y como consecuencia reduce la toma de agua y de nutrientes, 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 variedades que sean tolerantes a esta condición (Cortés y Malagón, 1984).

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

No existe valor de exclusión (N1) para esta variable, debido a que se puede mejorar su efecto, mediante la incorporación de enmiendas al suelo. Todas las unidades cartográficas con más del 60 % de saturación de aluminio, se calificaron con aptitud baja (A3) para el cultivo comercial de pimentón, debido a que los contenidos de aluminio en la solución del suelo son muy altos y es muy costosa la adecuación mediante el encalamiento.

Limitantes de la evaluación de la variable

Debido a que la mayoría de las unidades cartográficas de suelos en la escala 1:100.000 son asociaciones, se califica el componente taxonómico de mayor representatividad dentro de la unidad; esto significa que dentro de la misma existen áreas de diversos tamaños con contenidos de aluminio diferente al componente calificado, los cuales pueden o no ser restrictivos para el cultivo.

Metodología de procesamiento de la información

La calificación se hace con los valores de aluminio (Al^{+++}), obtenidos de la información química de los perfiles contenidos en el "Mapa de Correlación Nacional de Suelos, escala 1:100.000" (IGAC, 2014).

Los rangos se obtienen de la tabla para el cálculo de la fertilidad en el "Manual de Códigos" del IGAC (2010a). La calificación de estos rangos, se le dio al mayor componente taxonómico dentro de la unidad cartográfica de suelos. Las unidades cartográficas que no presentaron información se infirieron, correlacionando otras variables, como pH, clima y la interpretación de los nombres taxonómicos.

Rangos para la asignación de valores de aptitud

Con base en las diferentes consultas con técnicos, productores y reportes, se determinaron como tierras con aptitud alta (A1), los suelos con saturación de aluminio menor o igual de 30 %, con aptitud moderada (A2), suelos con contenidos entre el 30 %y el 60 % y, aptitud baja (A3), suelos con saturaciones de aluminio mayores de 60 %.

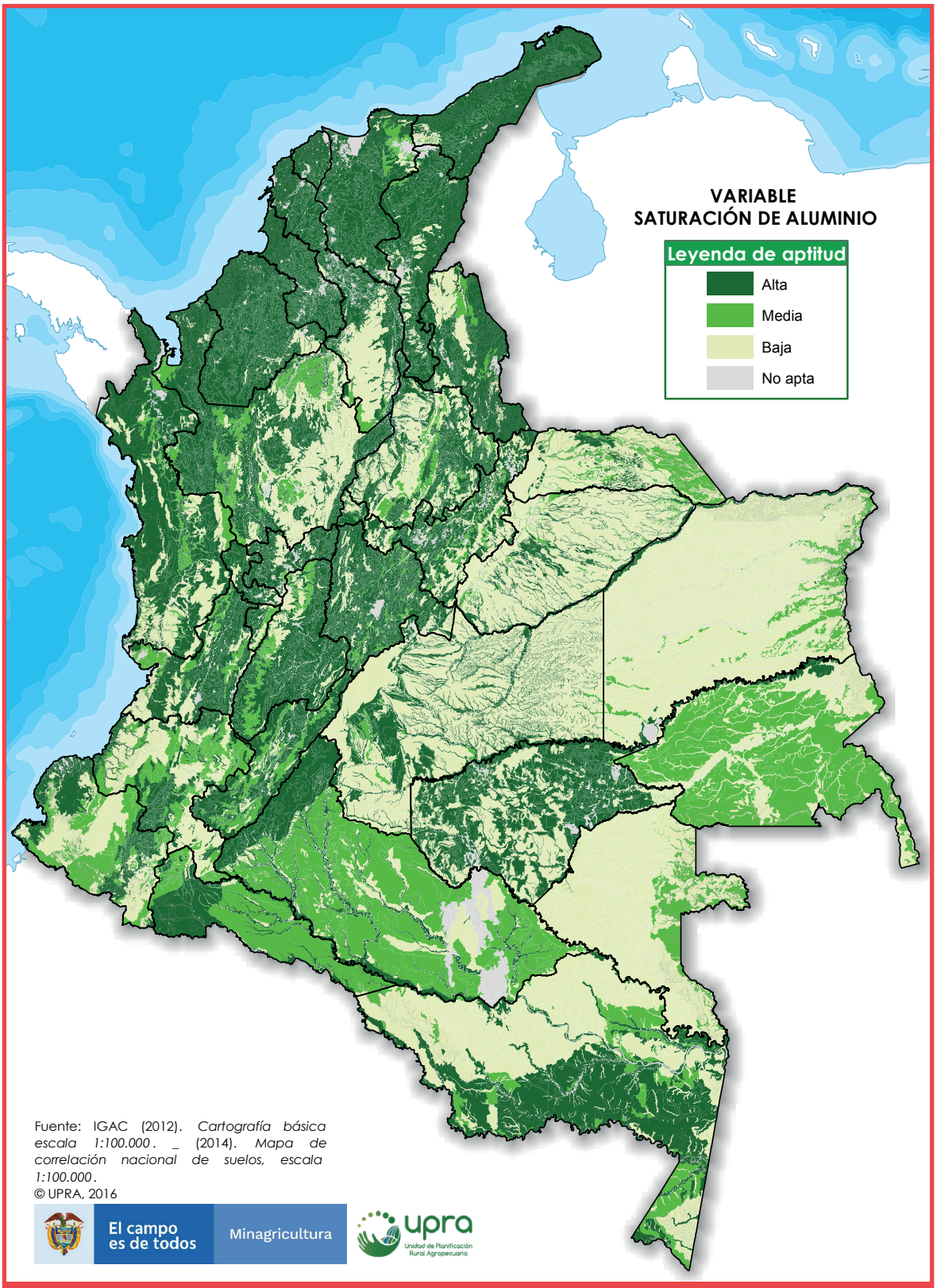
Rangos de aptitud

Saturación de aluminio (%)	Aptitud
≤ 30	A1
30-60	A2
> 60	A3

Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos.

Representación cartográfica de la variable



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

© UPRA, 2016

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio toxicidad por sales, sodio y aluminio

Fuentes de información

- Cortés, A. y Malagón, D. (1984). *Los levantamientos agrológicos y sus aplicaciones múltiples*. Bogotá: Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.
- IGAC. (1979). *Propiedades químicas de los suelos* (2.ª ed.). Bogotá: IGAC.
- _. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2013). Capa de geopedología unificada del territorio colombiano, a escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014b). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000.* Bogotá: IGAC



1.8. Criterio disponibilidad de nutrientes

Ficha metodológica de criterio		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
Componente: físico. Subcomponente: edáfico		
Criterio: disponibilidad de nutrientes		
Tipo de criterio asociado	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Variables asociadas al criterio		
• Acidez (pH), expresada como pH. • Saturación de bases, expresada en porcentaje (%). • Carbono orgánico, expresado en porcentaje (%). • Capacidad de intercambio catiónico (CIC), expresado en cmol/kg de suelo.		

Definición

Cualidad de un suelo que le permite proporcionar compuestos, en cantidades adecuadas y en un balance apropiado, para el crecimiento de plantas específicas, cuando otros factores de crecimiento tales como la luz, la humedad, la temperatura y la condición física del suelo son favorables (USDA, 1961). Contiene las variables que inciden en el aporte y almacenamiento de los nutrientes y está relacionada directamente con los contenidos en el suelo de los elementos mayores y los elementos menores, necesarios para el desarrollo de los frutos.

Considera las relaciones químicas en la zona radicular, frente a las posibilidades de absorción de nutrientes disponibles para el crecimiento y desarrollo de las plantas cultivadas. Estas relaciones, según las características de las unidades de tierra a escala 1:100.000, podrían estar en función de la acidez o pH, la saturación de bases, el contenido de carbono orgánico y la CIC que se utiliza como un criterio para la capacidad de amortiguación para los fertilizantes (FAO, 1976).

Importancia del criterio para el cultivo

En la medida en que los suelos tengan mayores contenidos de nutrientes, es decir que la saturación de bases sea alta y esté acompañada de una CIC 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 desarrollo de los cultivos. Por otro lado, cuando las plantas están bien desarrolladas, tienen mayores oportunidades de superar ataques de plagas y enfermedades.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado

Se consideran no aptas (N1), áreas donde los pH sean menores de 4,0 y mayores de 8,4, para el cultivo comercial de pimentón.

Limitantes para la evaluación del criterio

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

En los análisis de suelos de los estudios generales de suelos se encuentran solamente los contenidos de los elementos mayores y las variables que son responsables de su almacenamiento como la materia orgánica y la CIC, 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 se extractaron del "Mapa de Correlación Nacional de Suelos, escala 1:100.000" (IGAC, 2014b), dando la calificación que se consideró en cada una de las variables:

Acidez (pH)	Aptitud
6,0-6,5	A1
5,0-6,0 y 6,5-7,8	A2
4,0-5,0 y 7,8-8,4	A3
< 4,0 y > 8,4	N1

Saturación de bases (%)	Aptitud
> 35	A1
10-35	A2
< 10	A3

Carbono orgánico (%)	Aptitud
2,9-10; andisoles 2,9-15	A1
1,7-2,9; > 10; andisoles > 15	A2
< 1,7; histosoles	A3

CIC (cmol/kg de suelo)	Aptitud
> 20	A1
10-20	A2
< 10	A3

Debido a los altos contenidos de materia orgánica de los histosoles y andisoles, reciben una calificación diferente, ya que el elemento interfiere en la absorción de los elementos, especialmente los menores.

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

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 de cada variable en el desarrollo del cultivo (pH y CIC, 30 % cada una, y carbono orgánico y saturación de bases 20 %, cada una).

Árbol de decisión

Acidez (pH)	CIC (cmol/kg de suelo)	Saturación de bases (%)	Carbono orgánico (%)	Aptitud
6,0-6,5	> 20	> 35	2,9-10; andisoles 2,9-15	A1
			1,7-2,9; > 10; andisoles >15	A1
			< 1,7; histosoles	A1
		10-35	2,9-10; andisoles 2,9-15	A1
			1,7-2,9; > 10; andisoles >15	A1
			< 1,7; histosoles	A2
		< 10	2,9-10; andisoles 2,9-15	A1
			1,7-2,9; > 10; andisoles >15	A2
			< 1,7; histosoles	A2
	10-20	> 35	2,9-10; andisoles 2,9-15	A1
			1,7-2,9; > 10; andisoles >15	A2
			< 1,7; histosoles	A2
		10-35	2,9-10; andisoles 2,9-15	A2
			1,7-2,9; > 10; andisoles >15	A2
			< 1,7; histosoles	A2
		< 10	2,9-10; andisoles 2,9-15	A2
			1,7-2,9; > 10; andisoles >15	A2
			< 1,7; histosoles	A3
	< 10	> 35	2,9-10; andisoles 2,9-15	A2
			1,7-2,9; > 10; andisoles >15	A2
			< 1,7; histosoles	A3
		10-35	2,9-10; andisoles 2,9-15	A2
			1,7-2,9; > 10; andisoles >15	A3
			< 1,7; histosoles	A3
		< 10	2,9-10; andisoles 2,9-15	A3
			1,7-2,9; > 10; andisoles >15	A3
			< 1,7; histosoles	A3
5,0-6,0 y 6,5-7,8	> 20	> 35	2,9-10; andisoles 2,9-15	A1
			1,7-2,9; > 10; andisoles >15	A2
			< 1,7; histosoles	A2
		10-35	2,9-10; andisoles 2,9-15	A2
			1,7-2,9; > 10; andisoles >15	A2
			< 1,7; histosoles	A2
		< 10	2,9-10; andisoles 2,9-15	A2
			1,7-2,9; > 10; andisoles >15	A2
			< 1,7; histosoles	A3

Acidez (pH)	CIC (cmol/kg de suelo)	Saturación de bases (%)	Carbono orgánico (%)	Aptitud
5,0-6,0 y 6,5-7,8	10-20	> 35	2,9-10; andisoles 2,9-15	A2
			1,7-2,9; > 10; andisoles >15	A2
			< 1,7; histosoles	A3
		10-35	2,9-10; andisoles 2,9-15	A2
			1,7-2,9; > 10; andisoles >15	A3
			< 1,7; histosoles	A3
		< 10	2,9-10; andisoles 2,9-15	A3
			1,7-2,9; > 10; andisoles >15	A3
			< 1,7; histosoles	A3
	< 10	> 35	2,9-10; andisoles 2,9-15	A2
			1,7-2,9; > 10; andisoles >15	A3
			< 1,7; histosoles	A3
		10-35	2,9-10; andisoles 2,9-15	A3
			1,7-2,9; > 10; andisoles >15	A3
			< 1,7; histosoles	A3
		< 10	2,9-10; andisoles 2,9-15	A3
			1,7-2,9; > 10; andisoles >15	A3
			< 1,7; histosoles	A3
4,0-5,0 y 7,8-8,4	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	A3
< 4,0 y > 8,4	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	N1

Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos

Representación cartográfica del criterio



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

© UPRA, 2016

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio disponibilidad de nutrientes

Fuentes de información

- IGAC. (2010a). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos)*. Bogotá. IGAC.
- _. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- FAO. (1976). «A framework for land evaluation». Soils Bulletin, 32. Recuperado de: <http://www.fao.org/docrep/x5310e/x5310e00.HTM>
- USDA. (1961). *Land-Capability Classification: Agriculture Handbook no. 210. Soil Conservation Service.* Recuperado de: <https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_ DOCUMENTS/nrcs142p2_052290.pdf>
- _. (2014b). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000.* Bogotá: IGAC.

1.8.1. Variable acidez (pH)

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
Componente: físico. Subcomponente: edáfico		
Criterio asociado: disponibilidad de nutrientes		
Variable: acidez (pH)	**Unidad de medida:** (pH)	
Tipo de criterio asociado	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	✓
	Condicionante	

Definición

La acidez se define como el logaritmo negativo de la actividad de iones H^+ en la solución o suspensión del suelo.

pH: este término fue introducido por Sörensen en 1909 para expresar las actividades de los iones H^+ (αH^+) como una función logarítmica.

El pH puede definirse como:

$pH = \log 1/\log(\alpha H^+) = -\log(\alpha H^{+)} = -\log(\alpha H^+)$

Según el anterior análisis para soluciones diluidas, se define pOH como:

$pOH = -\log(OH^-)$.

Para el agua pura a 25°C, se tiene que:

$(H^+)x(OH^-) = 1 \times 10^{-14}$

Tomando logaritmos:

$\log (H^+) + \log (OH^-) = \log (1 \times 10^{-14})$

$\log (H^+) + \log (OH^-) = -14$

Multiplicando por - 1:

$-\text{Log} (H^+) - \log (OH^-) = 14$

Sustituyendo: pH + pOH = 14

Cuando la concentración de H^+ es igual a la concentración de OH^- se establece que el medio es neutro. Un medio ácido es aquel en que la concentración de iones H^+ es mayor que la concentración de OH^-. Un medio básico es en el que la concentración de H^+ es menor que la concentración de OH^-. Según esto, el agua es una sustancia neutra y a 25°C, el pH de la neutralidad es 7 (Fassbender y Bornemisza, 1987).

El IGAC (2010a) 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

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).

Importancia de la variable

El pH es una de las propiedades más importantes de los suelos: de él depende en gran parte la disponibilidad de nutrientes para las plantas ya sea porque

determina su solubilidad, 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 porque afecta principalmente:

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

El pH es el factor principal que determina el suministro de nutrientes en el suelo. Debido a que las reservas de nutrientes son generalmente insuficientes para cubrir la demanda del cultivo, deben ser complementadas o corregidas con la aplicación de enmiendas que permitan asegurar que el cultivo disponga de los elementos necesarios para alcanzar los rendimientos y la calidad esperados.

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

Los suelos con pH de < 4,0 y > 8,4 se consideraron como no aptos (N1) para el cultivo comercial de pimentón, debido a que con estos valores extremos se presentan restricciones para la disponibilidad y asimilación de la mayor parte de los nutrientes.

Limitantes de la evaluación de la variable

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

Metodología de procesamiento de la información

La variable se construyó a partir de la información de los resultados de laboratorio de suelos que proporciona la base de datos del “Mapa Integrado de Geopedología a Nivel Nacional a escala 1:100.000” que fue suministrado por el

IGAC. 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.

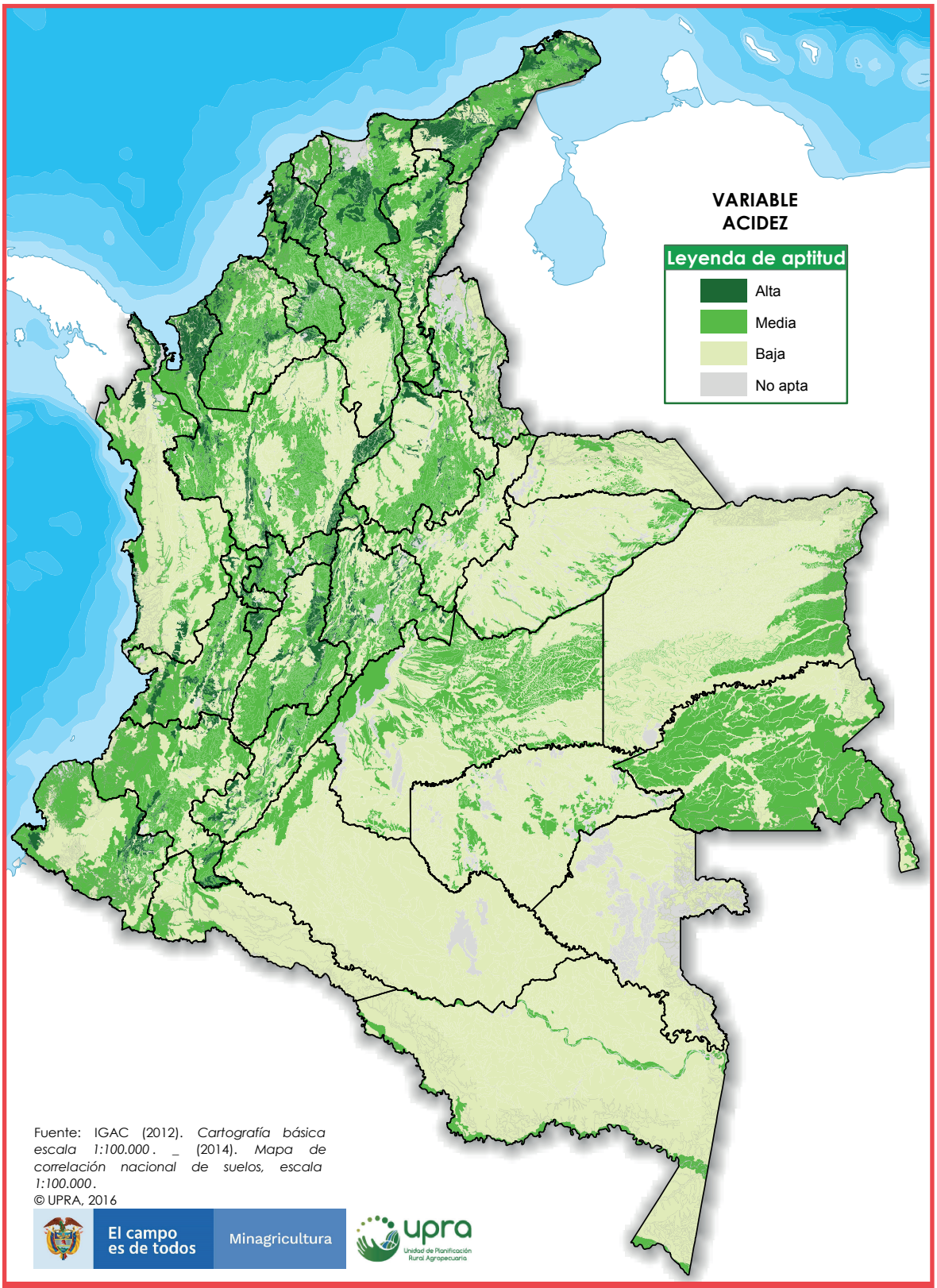
Acidez (pH)	Aptitud
6,0-6,5	A1
5,0-6,0 y 6,5-7,8	A2
4,0-5,0 y 7,8-8,4	A3
< 4,0 y > 8,4	N1

Unidad de análisis

- Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos



Representación cartográfica de la variable



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

© UPRA, 2016

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio disponibilidad de nutrientes

Fuentes de información

- Fassbender, H.; Bornemisza, E. (1987). *Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina*. (2.ª ed.). San José de Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Recuperado de: <http://orton.catie.ac.cr/ repdoc/A9793e/A9793e.pdf>
- IGAC. (1979). *Propiedades químicas de los suelos*. (2.ª ed.). Bogotá: IGAC.
- _. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos)*. Bogotá: IGAC.
- _. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014b). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC.

1.8.2. Variable saturación de bases

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
Componente: físico. Subcomponente: edáfico		
Criterio asociado: disponibilidad de nutrientes		
Variable: saturación de bases	**Unidad de medida:** porcentaje (%)	
Tipo de criterio asociado	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

Definición

Suma de las bases cambiables calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K) y sodio (Na), expresada como porcentaje de la capacidad total de intercambio catiónico; el porcentaje de acidez intercambiable [aluminio (Al) e hidrógeno (H)] corresponde al complemento del 100 % (Fassbender y Bornemisza, 1987).

Importancia de la variable

El porcentaje de saturación de bases es un indicador de la fertilidad del suelo y tiene relación directa con el pH.

En la medida que la saturación de bases sea mayor, el complejo de cambio está saturado con estos elementos nutritivos para las plantas de pimentón. Una mayor saturación de bases indica mejor disponibilidad de nutrientes para las plantas, especialmente cuando la capacidad de intercambio catiónica es elevada.

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

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

No se determinó área no apta (N1) por esta variable, debido a que, en las unidades de tierras con baja saturación, se puede aplicar fertilizantes para regular el contenido de bases, como parte del manejo del cultivo.

Limitantes de la evaluación de la variable

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

Metodología de procesamiento de la información

La variable se construyó a partir de la información de los resultados de laboratorio de suelos que proporciona la base de datos del "Mapa Integrado de Geopedología a Nivel Nacional escala 1:100.000" que fue suministrado por el IGAC. Los valores de saturación de bases se tomaron de los horizontes superficiales de cada uno de los perfiles modales.

Rangos para la asignación de valores de aptitud

Los rangos seleccionados de acuerdo con los límites de variación considerados en la tabla de clasificación de la fertilidad (IGAC, 2010) y los talleres con los técnicos y productores, son los siguientes:

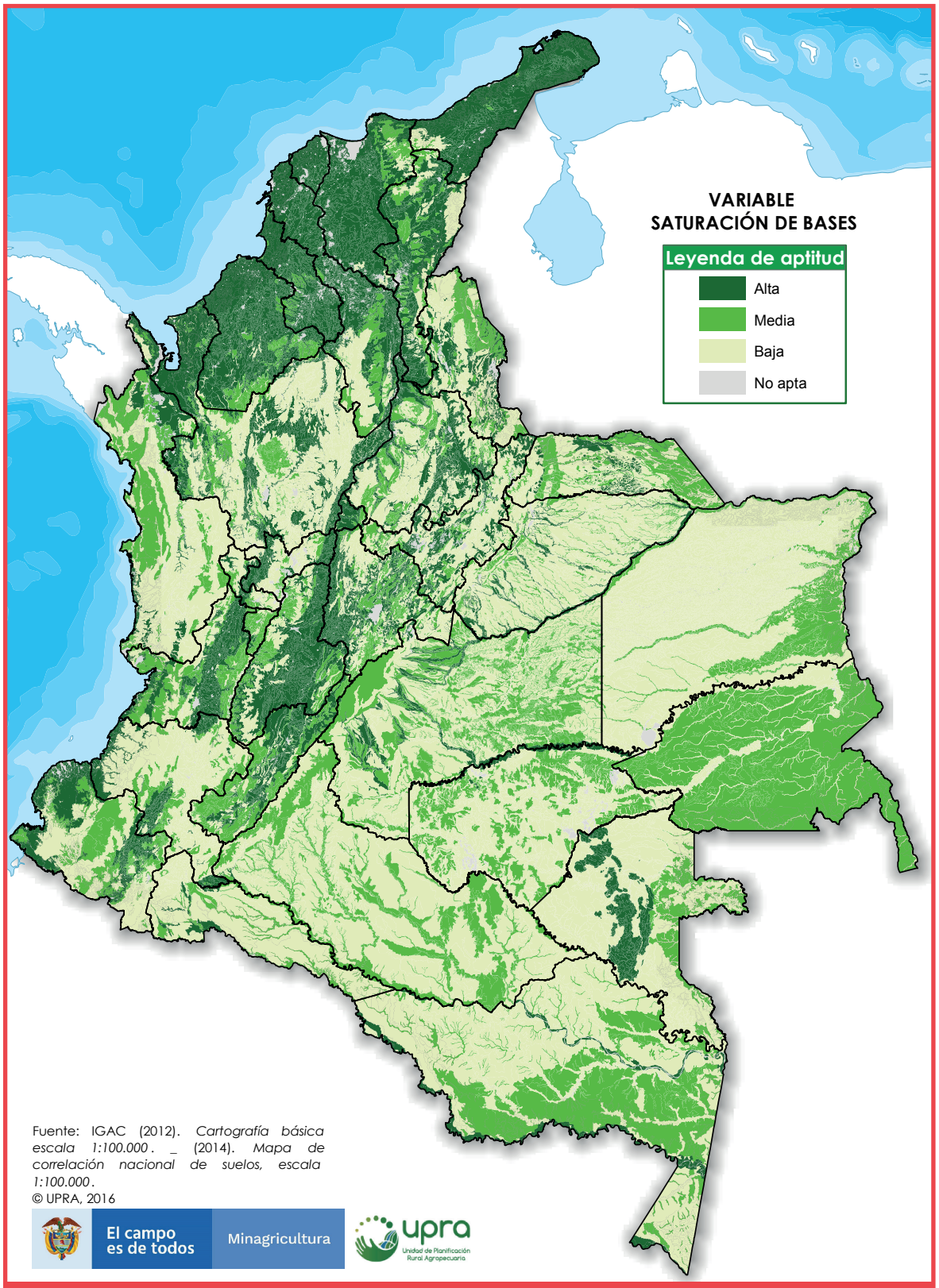
Rangos de aptitud

Saturación de bases (%)	Aptitud
> 35	A1
10-35	A2
< 10	A3

Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos

Representación cartográfica de la variable



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

© UPRA, 2016

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio disponibilidad de nutrientes

Fuentes de información

- Fassbender, H.; Bornemisza, E. (1987). *Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina* (2.ª ed.). San José de Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Recuperado de: <http://orton.catie.ac.cr/ repdoc/A9793e/A9793e.pdf>
- IGAC (1995). *Suelos de Colombia: origen, evolución, clasificación, distribución y uso.* Bogotá: IGAC.
- _. (2010a). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos).* Bogotá: IGAC.
- _. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014b). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000.* Bogotá: IGAC.

1.8.3. Variable carbono orgánico

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
Componente: físico. Subcomponente: edáfico		
Criterio asociado: disponibilidad de nutrientes		
Variable: carbono orgánico	**Unidad de medida:** porcentaje (%)	
Tipo de criterio asociado	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

Definición

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

La materia orgánica del suelo es el conjunto de residuos orgánicos de origen animal o vegetal que están en diferentes etapas de descomposición, que se acumulan en la superficie y dentro del perfil del suelo (Rosell, 1999; citado por Martínez *et al*., 2008). Además, incluye una fracción viva (biota) que participa en la descomposición y transformación de los residuos orgánicos (Aguilera, 2000; citado por Martínez *et al*., 2008).

El contenido de materia orgánica en el suelo se mide por medio del porcentaje de carbono orgánico. En términos generales, el contenido de materia orgánica es cerca del doble del carbono orgánico.

Importancia de la variable

La materia orgánica del suelo, expresada como el contenido de carbono orgánico del suelo, es importante en la zonificación del cultivo comercial de pimentón por relacionarse con la cantidad y disponibilidad de nutrientes al aportar nitrógeno, cuyo aporte mineral es escaso.

La materia orgánica modifica el grado de acidez hacia valores cercanos a neutros, aumenta la solubilidad de varios nutrientes, proporciona coloides de alta CIC; en las propiedades físicas, modifica la estructura y regula la distribución de los poros; en cuanto la parte biológica, el carbono es esencial (Aguilera, 2000; citado por Martínez *et al*., 2008), 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, participan en la formación y estabilización de la estructura y porosidad del suelo (Singer y Munns, 1996).

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

No se determinaron unidades de tierra no aptas (N1) por esta variable, debido a que, en los sectores o lugares con bajos contenidos de carbono orgánico, se puede aplicar materia orgánica, 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 donde se califica el componente taxonómico de mayor representatividad dentro de la unidad; esto significa que, en la misma, existen áreas de diversos tamaños que tienen diferentes cantidades de carbono orgánico, por lo tanto, tienen 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 la base de datos del "Mapa Integrado de Geopedología a nivel Nacional Escala 1:100.000" que fue suministrado por el IGAC. Los valores de los contenidos de carbono orgánico del suelo se tomaron de los horizontes superficiales del perfil modal.

Rangos para la asignación de valores de aptitud

Los rangos seleccionados de acuerdo con la tabla de calificación de fertilidad (IGAC, 2010) y los talleres con técnicos y productores son los siguientes:

Carbono orgánico (%)	Aptitud
2,9-10; andisoles 2,9-15	A1
1,7-2,9; >10; andisoles >15	A2
< 1,7; histosoles	A3

Los altos contenidos de andisoles e histosoles implican que tengan categorías diferentes de aptitud.

Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos.

Representación cartográfica de la variable



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

© UPRA, 2016

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio disponibilidad de nutrientes

Fuentes de información

- Fassbender, H.; Bornemisza, E. (1987). *Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina* (2.ª ed). San José de Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Recuperado de: <http://orton.catie.ac.cr/ repdoc/A9793e/A9793e.pdf>
- IGAC. (2010a). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos).* Bogotá: IGAC.
- (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- (2013). *Mapa de geopedología de Colombia, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC.
- (2014b). *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,* 8(1), 68-96. Recuperado de: <http://www.repositorio.uchile.cl/ handle/2250/120129>
- Singer, M. y Munns, D. (1996). *Soils. An introduction.* (3.ª ed.). Pearson Prentice Hall.

1.8.4. Variable capacidad de intercambio catiónico (CIC)

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
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

Mide la capacidad del suelo para retener e intercambiar cationes (Ca, Mg, K, Cu, Zn, Fe, Mn y amonio), algunos de los cuales son necesarios para la nutrición de las plantas y regularización de la disponibilidad de nutrientes. Se expresa en cmol/kg suelo.

La capacidad de intercambio de cationes y aniones constituye una de las características más importantes del suelo ya que, independientemente de otras interpretaciones, determina la retención de la mayoría de los elementos requeridos para la nutrición vegetal y constituye gran parte de la capacidad reguladora del medio (Cortés y Malagón, 1984).

Importancia de la variable

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

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

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

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

No se determinó área no apta (N1) por esta variable, debido a que las unidades de tierras con baja CIC se pueden mejorar con la adición principalmente de materia orgánica humificada. La práctica más usada en suelos con poca capacidad de almacenamiento de nutrientes, consiste en la fertilización fraccionada, para evitar que éstos 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 diversos tamaños que tienen saturaciones con diferente aptitud al componente calificado.

Metodología de procesamiento de la información

La variable se abordó a partir de la información de los resultados de laboratorio de los perfiles de suelos que proporciona la base de datos del mapa integrado de geopedología a nivel nacional y a escala 1:100.000 del IGAC. Los valores de capacidad de intercambio catiónico, se tomaron de los horizontes superficiales de los perfiles modales.

Rangos para la asignación de valores de aptitud

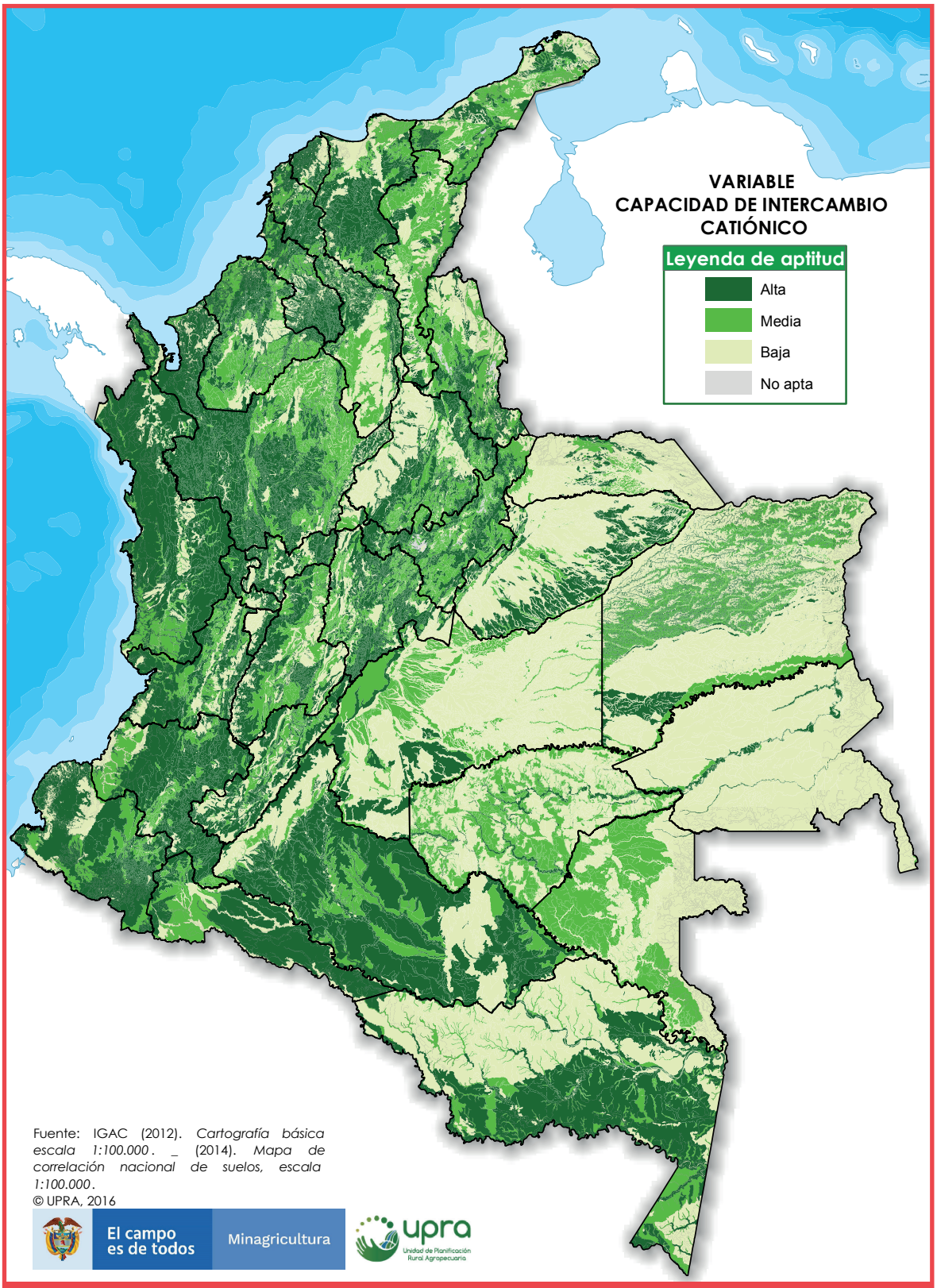
Los rangos seleccionados de acuerdo con la tabla de calificación de la fertilidad (IGAC, 2010a) y los talleres con técnicos y productores, son los siguientes:

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



Criterio disponibilidad de nutrientes

Fuentes de información

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



1.9 Criterio susceptibilidad a la pérdida de suelos

Ficha metodológica de criterio		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
Componente: físico. Subcomponente: edáfico		
Criterio: susceptibilidad a la pérdida de suelos		
Tipo de criterio	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Variables asociadas al criterio		
• Pendiente, expresada en porcentaje (%). • Erosión actual, expresada en grado de erosión. • Susceptibilidad a movimientos en masa, expresada en grado de susceptibilidad.		

Definición

Grado o nivel de vulnerabilidad de las tierras a ser afectadas por los agentes erosivos; integra las variables que causan o que originan dichos procesos.

El cultivo comercial de pimentón involucra el uso intensivo del suelo, por lo cual se presentan períodos sin cobertura vegetal, dejándolo expuesto a la erosión por escorrentía, principalmente. Esto ocurre durante la siembra y desyerba.

Importancia del criterio para el cultivo

Para el establecimiento del cultivo comercial de pimentón lo ideal es que no haya erosión, o que el grado sea ligero o moderado; la erosión se intensifica si la pendiente y la alta pluviosidad le favorecen. La pérdida de suelo implica disminución de la profundidad de enraizamiento y pérdida de la fertilidad, lo cual repercute en el crecimiento y desarrollo normal de los cultivos.

Por otro lado, el desgaste de suelo significa generación de sedimento que influye en la calidad de las aguas, una vez que son contaminadas por el proceso de escorrentía.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado

En el análisis de cada una de las variables que integran el criterio, se considera que la pendiente y la erosión actual presentan límites que se califican como no aptos (N1). La pendiente superior al 75 % hace imposible el establecimiento del cultivo de pimentón; igualmente los grados de erosión severa y muy severa, son considerados exclusiones técnicas ya que prácticamente no existe capa productiva.

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 distintas al componente calificado y, por lo tanto, corresponden a aptitudes diferentes.

Metodología de procesamiento de la información

La información para las tres variables que conforman este criterio se obtuvieron de los "Mapas de Susceptibilidad a Deslizamientos en Masa", elaborados por el SGC y el Ideam; el mapa de pendientes se genera a partir del SRTM con resolución de 90 m, utilizando los límites de variación de las pendientes (IGAC, 2010a). La calificación de este criterio se realizó por medio de un árbol de decisión.

Pendiente (%)	Aptitud
≤ 25	A1
25-50	A2
50-75	A3
> 75	N1

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

Susceptibilidad a movimientos en masa	Aptitud
Baja y muy baja	A1
Media	A2
Alta y muy alta	A3

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

Rangos para la asignación de valores de aptitud

La determinación de la clase de aptitud en el criterio, se realiza tomando las tres variables (pendiente, susceptibilidad a los movimientos en masa y erosión actual), comparando los rangos de aptitud entre sí.

El fundamento para discriminar los diferentes niveles de aptitud, radica en el efecto que cada variable tiene sobre la pérdida de suelo, ya que reduce las posibilidades de mantener un área productiva.

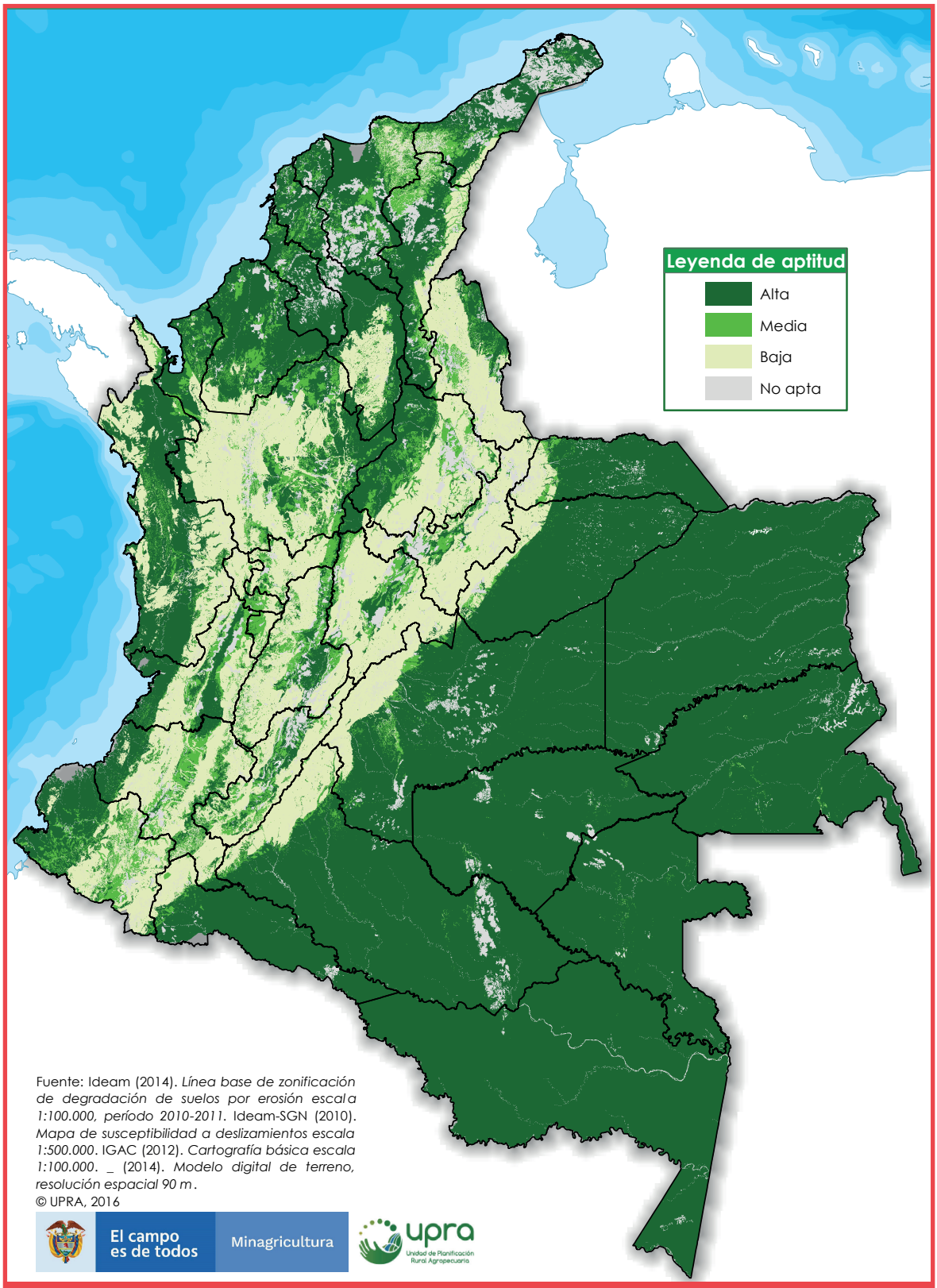
Árbol de decisión

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

Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos

Representación cartográfica del criterio



Fuente: Ideam (2014). *Línea base de zonificación de degradación de suelos por erosión escala 1:100.000, período 2010-2011*. Ideam-SGN (2010). *Mapa de susceptibilidad a deslizamientos escala 1:500.000*. IGAC (2012). *Cartografía básica escala 1:100.000*. _ (2014). *Modelo digital de terreno, resolución espacial 90 m*.

© UPRA, 2016

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio susceptibilidad a la pérdida de suelos

Fuentes de información

- Ideam. (2014). *Línea base de zonificación de degradación de suelos por erosión, período 2010-2011, escala 1:100.000.* Bogotá: Ideam.
- Ideam y SGC (2010b). *Mapa de susceptibilidad a deslizamientos* en masa, *escala 1:500.000.* Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2010a). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos).* Bogotá: IGAC.
- _. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- IGAC. (2014d). *Modelo digital de terreno, resolución espacial 90 m.* Bogotá: IGAC.

1.9.1. Variable pendiente

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
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 en porcentaje; en términos trigonométricos corresponde a la tangente del ángulo formado entre el declive y su correspondiente horizontal.

La pendiente de un terreno se calcula como gradiente de manera estricta o en sentido amplio como una forma sintética del relieve (Zúñiga, 2010). El aspecto de la pendiente, su forma y gradiente se manejó de acuerdo con los rangos adoptados por el IGAC (2010a), 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

La pendiente es determinante en la toma de decisiones para el establecimiento del cultivo comercial de pimentón. Las pendientes óptimas para este cultivo están por debajo del 25 %; de ahí en adelante, a medida que aumenta la inclinación del terreno, se propicia el movimiento de suelo a favor de la pendiente generando su pérdida, más aun, cuando no se realizan prácticas culturales de conservación de suelos, durante el ciclo del cultivo.

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

Las pendientes mayores de 75 %, se consideran no aptas (N1) para el cultivo comercial de pimentón, debido a que dificultan o limita el uso de maquinaria requerida para las labores de labranza. Esto aumenta las probabilidades de erosión, especialmente hídrica por escorrentía la cual se incrementa notablemente, ya que la inclinación del terrero favorece la velocidad del movimiento de partículas de suelo a favor de la misma, y porque va en contra de la conservación de suelos.

Limitantes de la evaluación de la variable

El proceso de generación del mapa de pendientes se basó en cálculos y análisis espaciales a partir del SRTM de 90 m y el modelo de elevación. El modelo no tiene buena aproximación a la realidad del terreno, en particular en pendientes superiores al 50 %.

Metodología de procesamiento de la información

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

Rangos para la asignación de valores de aptitud

Esta variable presenta los siguientes rangos de aptitud, de acuerdo con el efecto en la conservación de los suelos:

Pendiente (%)	Aptitud
≤ 25	A1
25-50	A2
50-75	A3
> 75	N1

Unidad de análisis

Rangos de pendientes

Representación cartográfica de la variable



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

© UPRA, 2016

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio susceptibilidad a la pérdida de suelos

Fuentes de información

- IGAC. (2010a). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos)*. Bogotá: IGAC.
- _. (2012a). Cartografía básica, 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: Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Recuperado de: <http://comunidad.udistrital.edu.co/hzuniga/ files/2012/06/pendiente_compleja.pdf>

1.9.2. Variable erosión actual

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
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, viento u otros agentes geológicos (USDA, 1961).

Los grados de erosión reflejan la intensidad actual y la afectación en superficie por los procesos de erosión. En la siguiente tabla se presentan las distintas clases y su definición según USDA (2014) e IGAC (2010a):

Grado 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

La variable 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 pimentón, lo ideal es que no exista erosión o que sea en grado ligero, ya que la pérdida del suelo afecta la profundidad efectiva radicular y por lo tanto la formación de raíces; también influye en la disponibilidad de 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 las zonas con erosión severa y muy severa fueron consideradas 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 zonas no tienen condiciones químicas ni físicas para el desarrollo del cultivo.

Limitantes de la evaluación de la variable

La base de datos empleada está actualizada hasta el año 2014, lo cual no permitió tener una información más reciente sobre la erosión en 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 pimentón, en cuanto al estado de los suelos por erosión, la susceptibilidad a la degradación y la conservación de los mismos. Se realizó una revisión de información sobre mapas de erosión del país al 2014 a escala 1:100.000 de toda la zona continental del país.

Rangos para la asignación de valores de aptitud

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

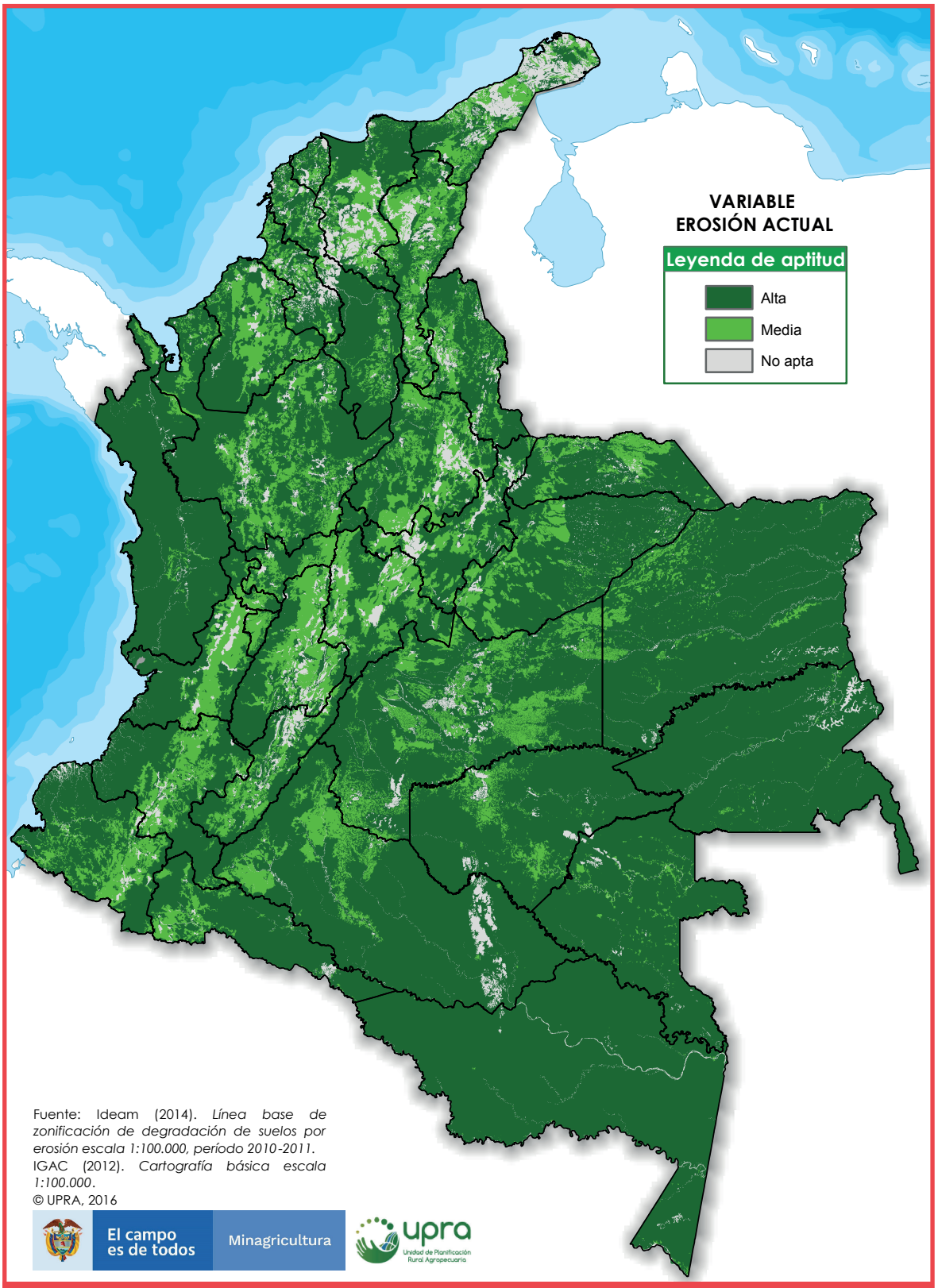
Rangos de aptitud

Grado de erosión	Aptitud
No hay o es ligera	A1
Moderada	A2
Severa y muy severa	N1

Unidad de análisis

Grado de erosión

Representación cartográfica de la variable



Fuente: Ideam (2014). *Línea base de zonificación de degradación de suelos por erosión escala 1:100.000, período 2010-2011.* IGAC (2012). *Cartografía básica escala 1:100.000.*

© UPRA, 2016

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio susceptibilidad a la pérdida de suelos

Fuentes de información

- Ideam. (2014). *Línea base de zonificación de degradación de suelos por erosión, período 2010-2011, escala 1:100.000*. Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2010a). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos)*. Bogotá: IGAC.
- _. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- USDA. (1961). *Land-Capability Classification. Agriculture Handbook* No. 210. Soil Conservation Service. Recuperado de: <https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_ DOCUMENTS/nrcs142p2_052290.pdf>
- _. (2014). Claves para la taxonomía de suelos (12.a ed.). (C. A. Ortiz-Solorio, E. Gutiérrez-Castorena, y M. Gutiérrez-Castorena, Trads.) USDA. Recuperado de: <https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs142p2_051546.pdf>

1.9.3. Variable susceptibilidad a movimientos en masa

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
Componente: físico. Subcomponente: edáfico		
Criterio asociado: susceptibilidad a la pérdida de suelo		
Variable: susceptibilidad a movimientos en masa	**Unidad de medida:** adimensional (grado 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 movimientos en masa constituyen un riesgo geológico de origen natural o inducido, que se debe considerar a la hora de tomar decisiones para el establecimiento del cultivo comercial de pimentón.

Importancia de la variable

La variable debe ser considerada dentro de la zonificación del cultivo de pimentón, por ser un riesgo presente en un área determinada que puede o no ocurrir durante el establecimiento y desarrollo del cultivo. El uso intensivo del suelo durante todo el cultivo, implica, que esta condición no esté presente, o que sea en forma leve.

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

No se consideran zonas no aptas (N1) para el establecimiento del cultivo comercial de pimentón por tratarse de un riesgo.

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 de información fue de 1:500.000.

Metodología de procesamiento de la información

El mapa de susceptibilidad a los movimientos en masa fue generado por el Ideam e Ingeominas (hoy Servicio Geológico Colombiano, SGC) a partir de un modelo que involucra pendiente, material geológico, tectónica, suelos y cobertura vegetal.

El modelo utilizó en general, información a escala 1:500.000; para efectos de la zonificación, la información se usó, sin ninguna modificación.

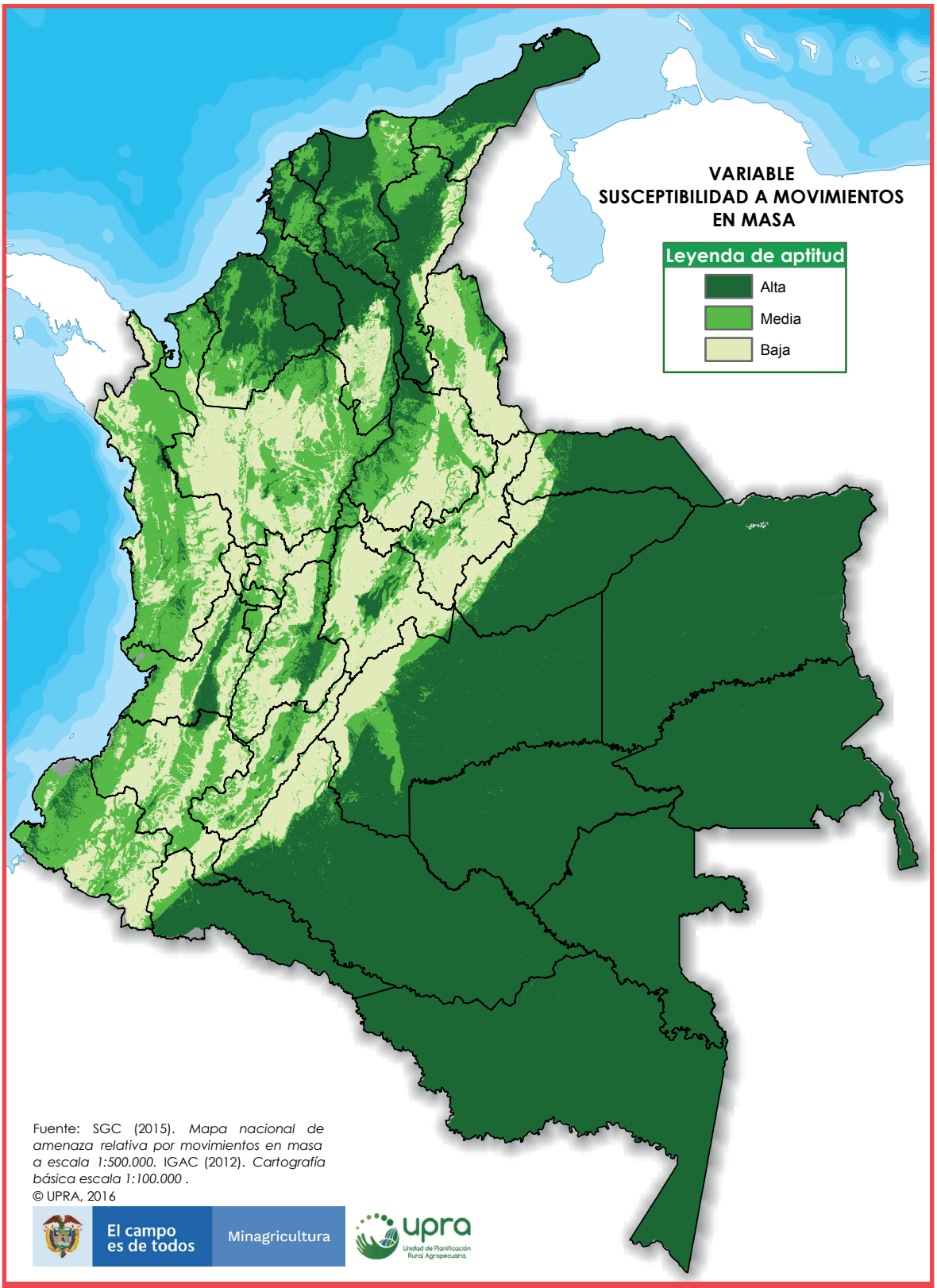
Rangos para la asignación de valores de aptitud

Susceptibilidad a movimientos en masa	Aptitud
Baja y muy baja	A1
Media	A2
Alta y muy alta	A3

Unidad de análisis

Áreas susceptibles a movimientos en masa

Representación cartográfica de la variable



Fuente: SGC (2015). *Mapa nacional de amenaza relativa por movimientos en masa a escala 1:500.000.* IGAC (2012). *Cartografía básica escala 1:100.000* .

© UPRA, 2016

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio susceptibilidad a la pérdida de suelos

Fuentes de información

- Ideam y SGC. (2015). *Mapa nacional de amenaza relativa por movimientos en masa a escala 1:500.000.* Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Villota, H. (2005). *Geomorfología aplicada a los levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras* (2ª ed.). Bogotá: IGAC.



2. Fichas metodológicas del componente socioecosistémico

2.1. Criterio apropiación de agua

Ficha metodológica de criterio		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
Componente: socioecosistémico		
Criterio: apropiación de agua		
Tipo de criterio	Análisis jerárquico	✓
	Condicionante	
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	
Variables asociadas al criterio		
Apropiación de agua, expresada en uso consuntivo (USO) e índice de uso del agua (IUA).		

Definición

Representa la cantidad de agua que es retenida del flujo de la cuenca para satisfacer la demanda de la especie, tanto para su crecimiento como materia prima para el sustento del cultivo y en la producción de pimentón. Del volumen de agua captada por el cultivo, una parte queda contenida en la biomasa de la especie, otra retorna a la cuenca (excesos o menores rendimientos de aprovechamiento del riego) y otra parte se pierde en el balance hídrico de la cuenca, bien porque queda contenida en el producto que se exporta de la misma para su aprovechamiento o por vía evapotranspiración desde el cultivo.

Este requerimiento de agua es suplido en la unidad geográfica de análisis[1], dependiendo de su oferta hídrica, en primer lugar, a partir del agua contenida naturalmente en el suelo y los aportes de la lluvia; luego, desde el agua de drenaje superficial, incluso desde el aporte desde fuentes subterráneas, y en casos excepcionales, a partir de transvases desde cuencas circundantes. Así, a mayor demanda de la especie, mayor cantidad de elementos involucrados para el suministro y mayor competencia frente a las demás coberturas y los usos establecidos en la unidad de análisis.

1 Para este caso se emplea como unidad de análisis el polígono resultante del cruce entre las zonas de evapotranspiración real (ETR) y las subzonas hidrográficas del Estudio Nacional del Agua (IDEAM, 2010).

Este abastecimiento suple diferentes aspectos, como el crecimiento de la especie, la producción agrícola y la neutralización de los principales contaminantes generados por la dinámica de producción, hasta concentraciones aceptables en los cuerpos de agua, de acuerdo con los niveles permitidos por la normativa ambiental del país.

Así, ante la prospectiva de una demanda adicional en la unidad de análisis (el cultivo comercial de pimentón 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 pimentón es muy baja en comparación con la de otros cultivos de importancia en el país, tal como se muestra a continuación, en la que se destaca el bajo consumo del agua contenida en el suelo y la lluvia (huella hídrica verde) y de agua para riego (huella hídrica azul).

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

Código FAO	Cultivo	Huella hídrica verde (mm^3/año)	Huella hídrica azul (mm^3/año)	Total (mm^3/año)
572	Aguacate	148,28	6,02	154,3
574	Piña	85,21	0,00	85,21
600	Papaya	51,40	1,05	52,45
401	Pimentón	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 pimentón. 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.

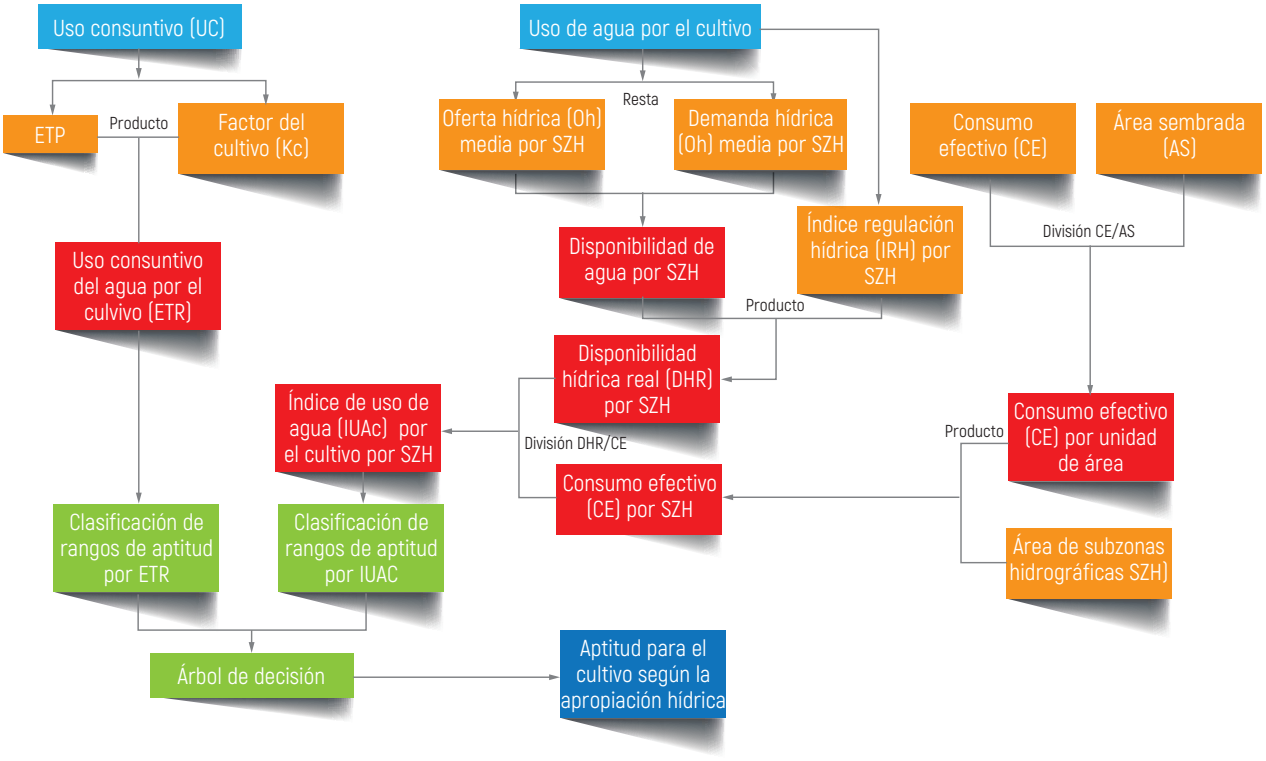
Limitantes de la evaluación del criterio

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 pimentón



Uso consuntivo:

Para el cálculo del uso consuntivo, se partió de la información de evapotranspiración potencial (ETP) generada a partir de datos climáticos como la temperatura y el índice calórico (I), de acuerdo con el método de Thornthwaite, adoptado por el grupo físico de la zonificación de aptitud.

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

De acuerdo con esto:

Donde:

ETP = evapotranspiración potencial media diaria sin ajustar, medida en mm.

T = temperatura media (°C).

I = índice calórico anual.

$$I = 12 \left(\frac{T_{anual}}{I}\right) \times 1{,}514$$

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

Posteriormente, se calculó la evapotranspiración real del cultivo (ETR), que representa el uso de agua para los procesos fisiológicos del cultivo en condiciones de secano, esto es, a partir del agua contenida en el suelo y que está disponible para la vegetación, o sea que no alimenta los acuíferos superficiales o subterráneos. Para esto, el valor obtenido de ETP se corrigió por el factor de consumo de agua del cultivo (Kc) de la siguiente forma:

$$ETR = Kc \times ETP$$

Para este cálculo, se emplearon los factores de consumo de agua (K_c) del cultivo reportados en diferentes fuentes.

Factor de consumo de agua del cultivo (K_c)

Cultivo	K_c	Fuente
Aguacate	0,75	Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., Smith, M. 2006. Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. FAO.
Piña	0,25	
Pimentón	0,8	
Papaya	1	Proyecto regional de fortalecimiento de la vigilancia fitosanitaria en cultivos de exportación no tradicional – VIFINEX, 2002. Manual técnico de buenas prácticas agrícolas en papaya. Salvador.
Pimentón	0,85	Boletín Técnico N°1 Necesidades de agua de los cultivos, 2012. Departamento de Recursos Hídricos de la Facultad de Ingeniería Agrícola, Universidad de Concepción.

El dato generado requirió una conversión por un factor multiplicador de 10, que representa el cambio de unidades de mm de precipitación (de la información climática) a m^3 de agua/ha (para hacerlo compatible con la información de oferta de las subzonas hidrográficas). Así, para el cultivo de pimentón se tuvo que:

$$ETR = (0{,}8) \times ETP \times 10$$

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

Aptitud por uso consuntivo para el cultivo de pimentón

Rango ETR (mm^3/ha/año)	Descripción	Aptitud
< 8000	Uso consuntivo menor	A1
8000-11.200	Uso consuntivo moderado	A2
> 11.200	Uso consuntivo alto	A3

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

Para el cálculo de este componente del se partió de la información sobre oferta y demanda hídrica de la capa de subzonas hidrográficas del «Estudio Nacional del Agua» (González *et. al.,* 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 empleó el 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.

$$DHR = DH \times IRH$$

El consumo efectivo del cultivo, se calculó a partir de la información sobre el 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.

De esta forma, se estableció una relación entre el requerimiento hídrico del cultivo comercial de pimentón y la disponibilidad real de agua en cada subzona hidrográfica, lo que determinó un índice de uso de agua por el cultivo comercial de pimentón (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.

$$\text{Consumo efectivo}_{SZH} = CE_{ha} \times \text{área}_{SZH}$$

En la que:

$$CE_{ha} = CE / AS$$

$$CE_{Pimentón} = 351{,}69\ mm^3 / 227.473\ ha$$

$$CE_{Pimentón} = 0{,}001540607\ mm^3 / ha = 1546{,}07\ m^3 / ha$$

(González *et al*., 2010)

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 consumo efectivo del cultivo comercial de pimentón y la disponibilidad real de agua en cada subzona hidrográfica, lo que determinó un índice de uso de agua por el cultivo de pimentón ($IUA_{Pimentón}$), 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.

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

La siguiente tabla muestra la aptitud por el índice de la subzona hidrográfica:

Aptitud por índice de uso de agua del cultivo de pimentón (IUA)

IUA	Descripción	Aptitud
> 2200	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 pimentón.	A1
330-2200	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 pimentón.	A2
< 330	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 pimentón.	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 pimentón

Uso consuntivo	IUA Pimentón	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; hasta un valor mínimo de aptitud (A3) que corresponde a 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.

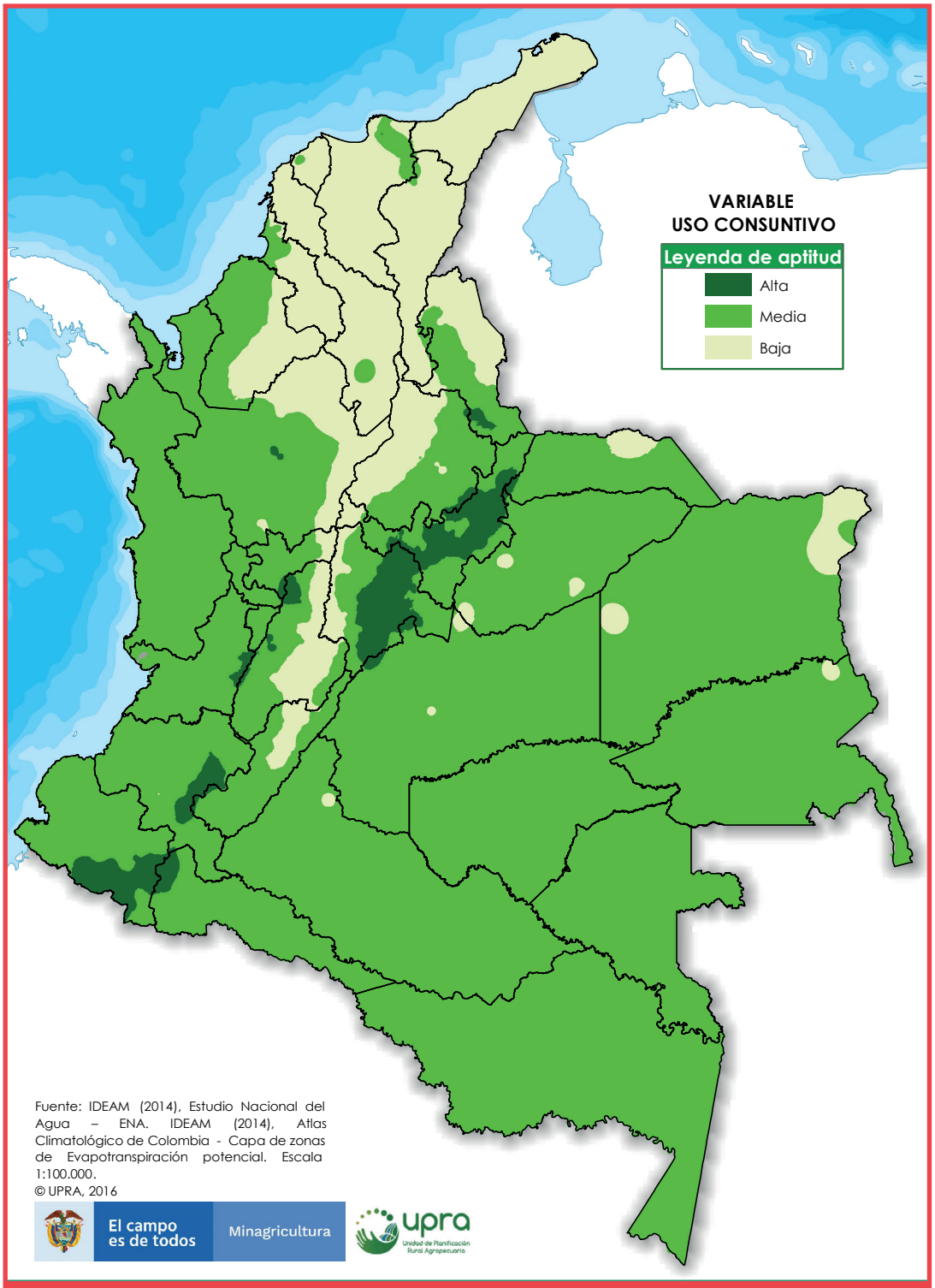
La obtención de los rangos de variación procede del procesamiento entre los rangos de sus mapas constitutivos: uso consuntivo (USO) e índice de uso de agua por el cultivo (IUA).

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

Descripción	Rango de variación	Aptitud
Lugares con sostenibilidad hídrica alta para el abastecimiento de la demanda del cultivo y los usos preexistentes. Puede implicar niveles bajos de riesgo hídrico para el cultivo, o presión baja por competencia con las coberturas naturales o los usos establecidos en la unidad de análisis.	A1A1 A1A2 A2A1	A1
Lugares con sostenibilidad hídrica moderada para el abastecimiento de la demanda del cultivo y los usos preexistentes. Puede implicar niveles moderados de riesgo hídrico para el cultivo, o presión moderada por competencia con las coberturas naturales o los usos establecidos en la unidad de análisis.	A1A3 A2A2 A3A1	A2
Lugares con sostenibilidad hídrica baja o nula para el abastecimiento de la demanda del cultivo y los usos preexistentes. Puede implicar niveles altos de riesgo hídrico para el cultivo o presión alta por competencia con las coberturas naturales o los usos establecidos en la unidad de análisis.	A2A3 A3A2 A3A3	A3

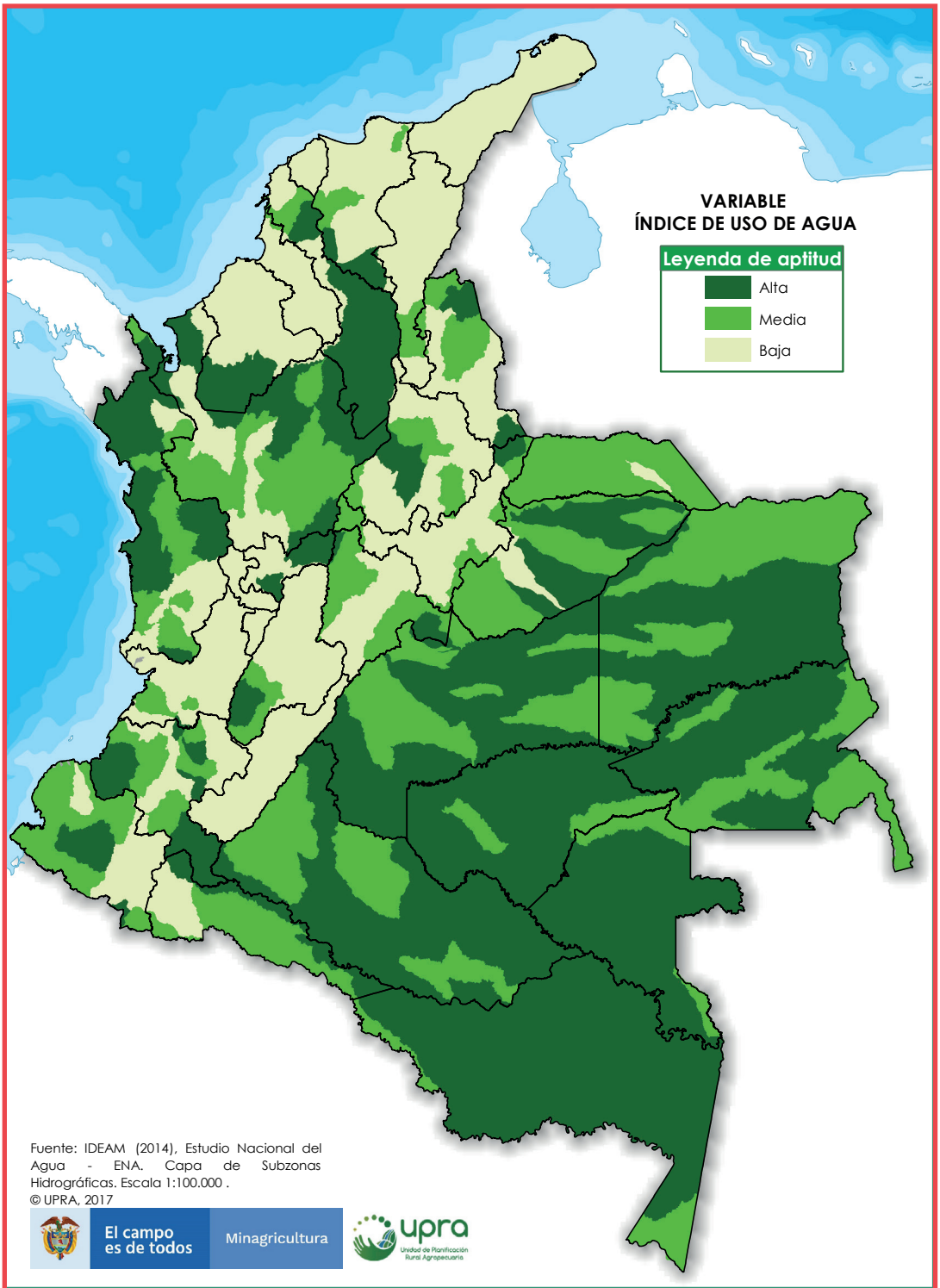
Representación cartográfica del criterio

Para obtener el mapa resultante de aptitud por apropiación de agua para el cultivo comercial de pimentón, se cruzaron los mapas relacionados a continuación:



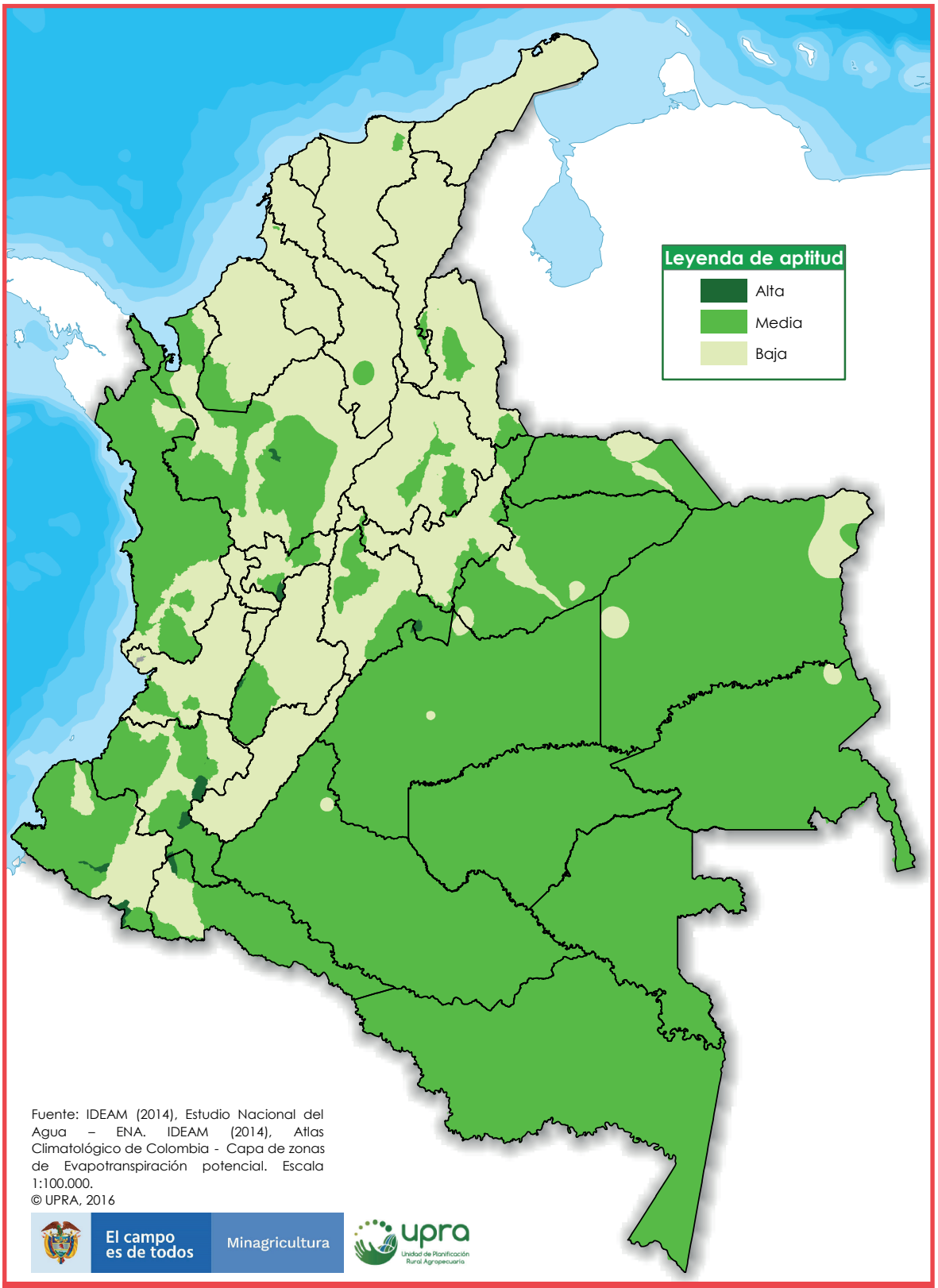
Criterio apropiación de agua

Representación cartográfica del criterio



Criterio apropiación de agua

Representación cartográfica del criterio



Fuente: IDEAM (2014), Estudio Nacional del Agua – ENA. IDEAM (2014), Atlas Climatológico de Colombia - Capa de zonas de Evapotranspiración potencial. Escala 1:100.000.

© UPRA, 2016

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio apropiación de agua

Fuentes de información

- 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.
- Boletín Técnico N°1. (2012). Necesidades de agua de los cultivos. Departamento de Recursos Hídricos de la Facultad de Ingeniería Agrícola, Universidad de Concepción.
- 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. (2014). *Atlas climatológico de Colombia: capa de zonas de evapotranspiración potencial, escala 1:100.000.* Bogotá: Ideam.
- Ideam. (2014). *Estudio Nacional del Agua 2015*. 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. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- 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.
- WWF. (2012). *Una mirada a la agricultura de Colombia desde su huella hídrica. Reporte Colombia 2012*. URL 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 pimentón**	
Componente: socioecosistémico		
Criterio: integridad ecológica		
Tipo de criterio	Análisis jerárquico	✓
	Condicionante	
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	
Variables asociadas al criterio		
• Conectividad estructural de las coberturas naturales (CECN). • Índice de naturalidad (Inat). • Áreas de concentración de especies sensibles (ACES).		

Definición

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, cuanta más alta sea la naturalidad, menor será la aptitud para el establecimiento de cultivos, dado que las labores productivas interrumpen el potencial para el desarrollo de procesos ecológicos naturales. En las áreas con menor naturalidad será mayor la aptitud para el establecimiento del cultivo, ya que no alteran los procesos naturales, e incluso potenciarían la prestación de algún servicio ecosistémico.

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

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

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

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

- Áreas prioritarias para la conservación (APC) (IAVH y ANH, 2008).
- Áreas críticas (AC) para especies migratorias en agroecosistemas (SELVA, 2012).
- Áreas de importancia para la conservación de aves (AICA) (IAVH, 2015).

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

Importancia del criterio

La IE aproxima al estado de conservación de un área determinada, lo que permite establecer el grado de salud de los ecosistemas o paisajes y, por lo tanto, su vocación como área para el desarrollo de cultivos de pimentón, su orientación hacia la restauración o su vocación hacia la conservación.

El modelo parte de la premisa de que la aptitud para el establecimiento de cultivos de pimentón 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 (A1) en lugares donde dicha integridad es baja, debido a la transformación del paisaje o ausencia de dichos AVC.

Limitantes de la evaluación del criterio

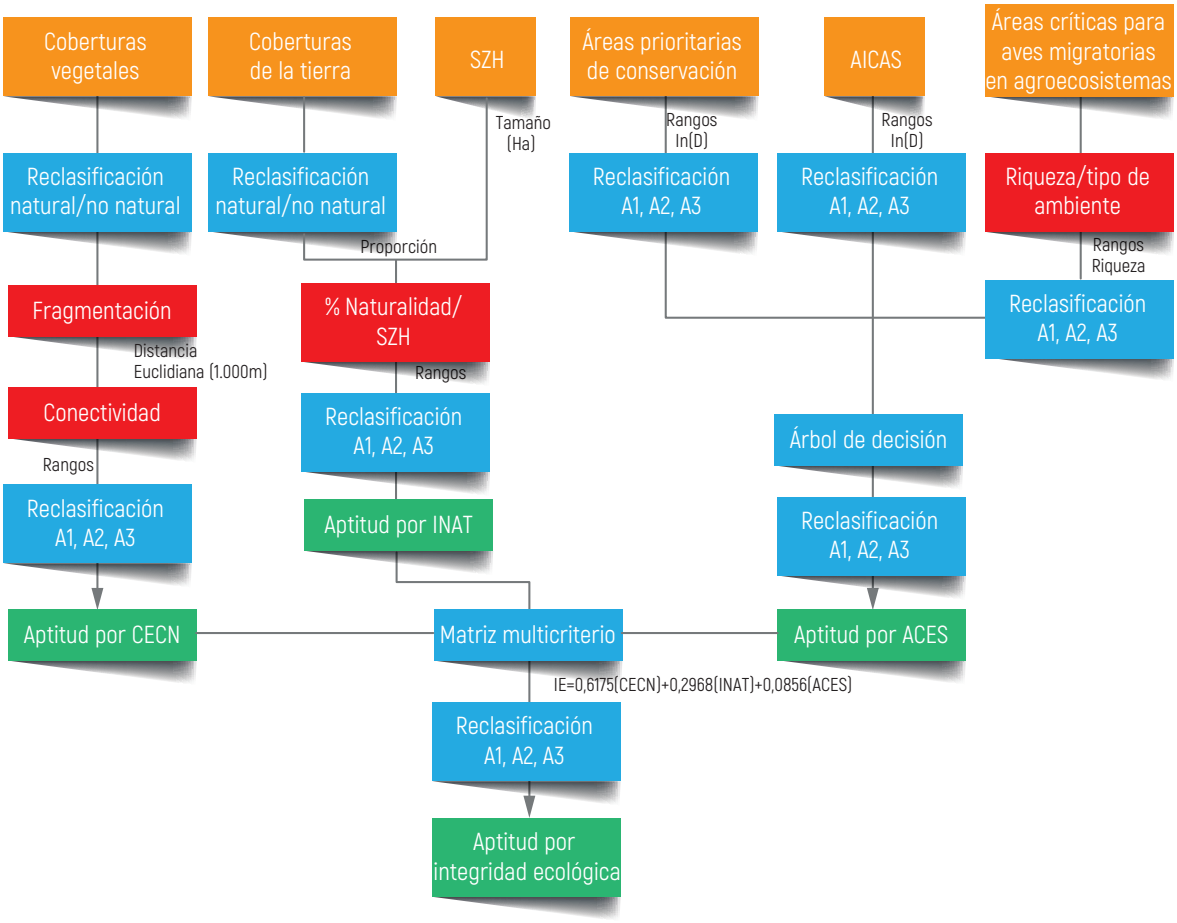
La temporalidad de la información de Ideam (2010a) limita una interpretación actualizada de la situación ecosistémica real. Sin embargo, esta es la última información oficial generada y disponible.

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, se realizó el procesamiento de cada una de sus tres variables como se describe a continuación:

Procedimiento para determinar la aptitud por integridad ecológica:



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

La CECN permite dar una aproximación rápida a escala de paisaje sobre la continuidad de los hábitats, requerida para el mantenimiento de la biodiversidad natural y las funciones ecosistémicas. Para realizar dicho análisis, se partió del "*Mapa de coberturas de la tierra*", adaptado 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 estable-

cer 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 pimentón. Los valores obtenidos se distribuyeron en tres rangos mediante el método de clasificación Natural Breaks y se obtuvo la siguiente calificación:

Calificación de la variable conectividad estructural de las coberturas naturales

Rango	Descripción	Aptitud
0,13-0,49	Conectividad menor	A1
0,49-0,82	Conectividad media	A2
0,82-1	Conectividad mayor	A3

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

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

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

De esta forma,

$$Inat = \frac{(\text{superficie de coberturas naturales})}{(\text{tamaño de subzona hidrográfica})}$$

A partir de este cálculo, se establecieron los siguientes rangos, de acuerdo con los parámetros adaptados a partir de Márquez (2003), y se reclasificaron en términos de su aporte a la aptitud para el establecimiento del cultivo de pimentón:

Calificación de la variable índice de naturalidad (Inat) por subzona hidrográfica (Adaptado a partir de Márquez, 2003)

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

c. Áreas de Concentración de Especies Sensibles (ACES):

Esta variable se construye a partir de los siguientes insumos: Áreas Prioritarias de Conservación (APC), Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICA) y Áreas Críticas para Aves Migratorias en Agroecosistemas.

- Áreas Prioritarias de Conservación (APC):

A partir del portafolio de Áreas Prioritarias de Conservación APC, a escala 1:100.000 (IAvH y ANH, 2015), 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/km^2. 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 densidad muy baja o baja de especies sensibles	A2
-2,77-6,42	APC con densidad moderada, alta o muy alta 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 excluyeron las AICA sin información georreferenciada.
- Se organizó la información por AICA y se eliminaron las especies duplicadas.
- Para cada AICA, se obtuvo el número de especies por cada categoría de amenaza a nivel nacional, al igual que endemismos, distribución restringida y congregación de aves.

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

Con la información disponible, se establecieron dos zonas en el país: la primera, corresponde al área donde no hay AICA (categoría de aptitud alta, A1) y, la segunda, agrupa aquellas áreas donde hay AICA establecidas (categoría de aptitud media, A2; y baja, 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)

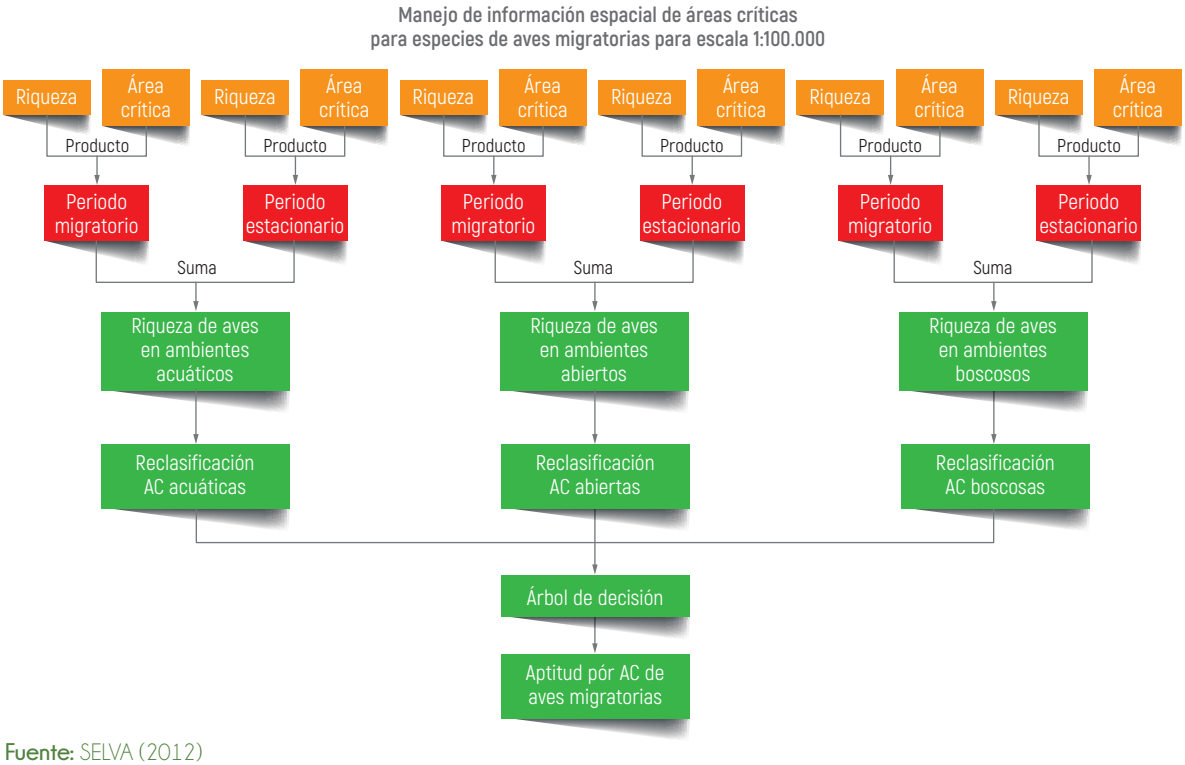
Rango ln (D)	Descripción	Aptitud
< -8,085	Áreas sin AICA	A1
-8,085 a -4,189	AICA con densidad muy baja o baja de especies sensibles	A2
-4,189-1,67	Densidad moderada, alta o muy alta de especies sensibles en las AICA	A3

- **Áreas Críticas para especies migratorias en paisajes agropecuarios (AC):**

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 con la riqueza de especies migratorias en las áreas críticas, se detalla en la siguiente figura:

Procedimiento para determinar la aptitud por áreas críticas para especies migratorias:



Fuente: SELVA (2012)

Se realizó el producto entre las capas de las Áreas Críticas y riqueza potencial, tanto en 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 pimentón, la cual ofrece un ambiente con características más favorables para las especies de aves migratorias asociadas a ambientes boscosos, de acuerdo con la siguiente tabla.

Reclasificación de aptitud para el cultivo comercial de pimentón, de acuerdo con la importancia y preferencia del hábitat de las aves migratorias

Árbol de decisión para integración de los insumos de Áreas de Concentración de Especies Sensibles (ACES)

Áreas Prioritarias de Conservación (APC)	Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICA)	Áreas Críticas para especies migratorias en paisajes agropecuarios (AC)	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

d. Integración de variables

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

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

En la que *a*, *b* y *c* representan los factores de ponderación de las tres variables, los cuales se determinaron mediante el establecimiento de la matriz multivariable que fue evaluada siguiendo la metodología de la matriz multicriterio.

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

$$a = 0{,}6175;\ b = 0{,}2968 \text{ y } c = 0{,}0856$$

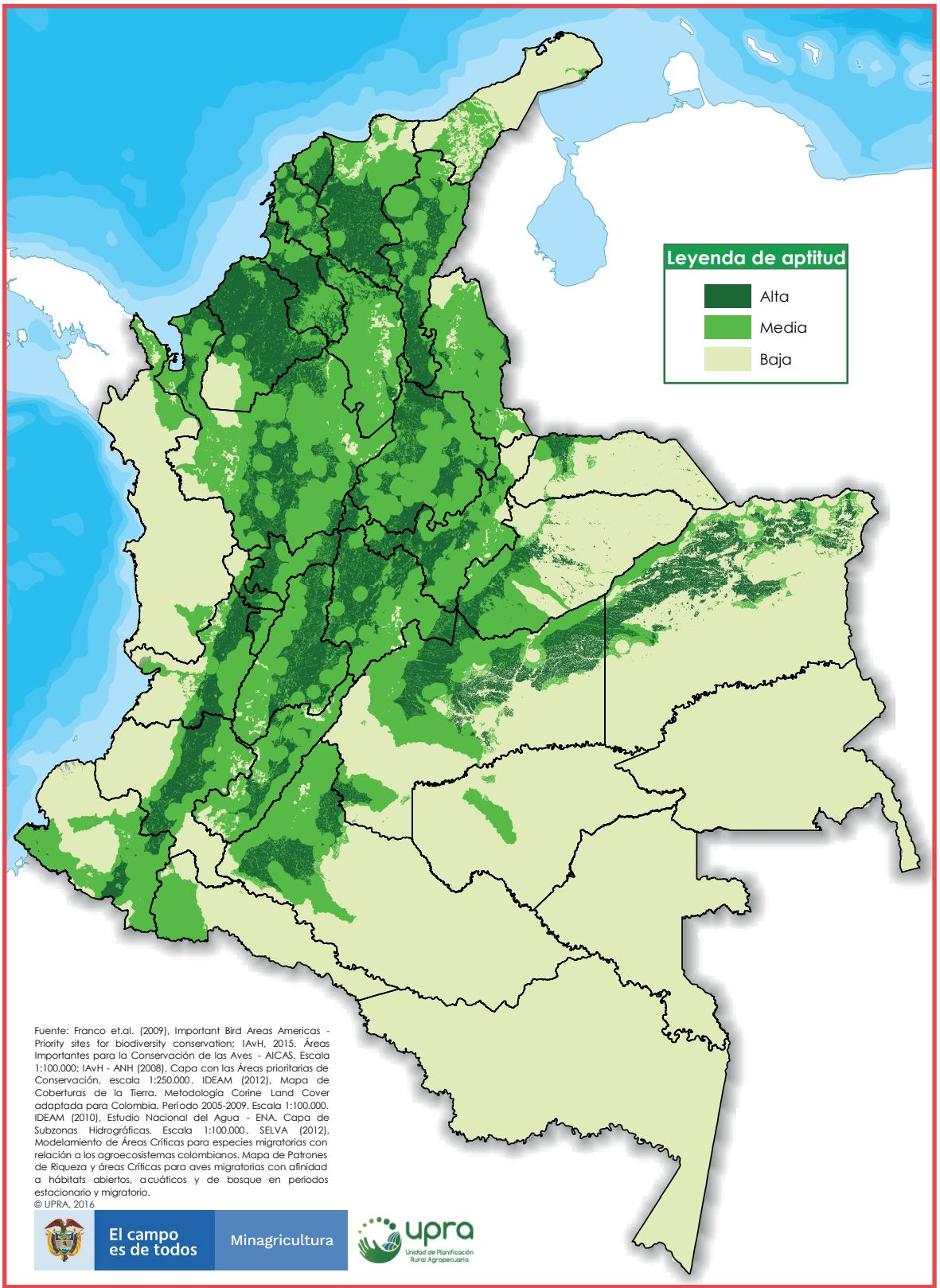
Rangos para la asignación de valores de aptitud

Para el establecimiento de los rangos de clase de aptitud, el valor final de la ponderación (que varía entre 1 y 3) se dividió empleando los cortes naturales como método de agrupamiento del *software* ArcGIS:

Aptitud para el establecimiento de cultivo comercial de pimentón por el criterio integridad ecológica

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

Representación cartográfica del criterio



Fuente: 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. Escala 1:100.000. IDEAM (2010), Estudio Nacional del Agua - ENA. Capa de Subzonas Hidrográficas. Escala 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

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio integridad ecológica

Fuentes de información

- Instituto Alexander von Humboldt (IAVH). (2015). Áreas *Importantes para la Conservación de las Aves, escala 1:100.000*. Bogotá: IAVH.
- IAVH y ANH. (2008). Áreas *Prioritarias para la Conservación, escala 1:250.000*. Bogotá: IAVH y ANH.
- 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. (2010a). *Leyenda nacional de coberturas de la tierra: metodología Corine Land Cover, adaptada para Colombia*, escala 1:100.000. Bogotá: Ideam.
- _. (2010b). *Estudio nacional del agua: capa de subzonas hidrográficas, escala 1:100.000*.
- _. (2014). Estudio Nacional de Agua - ENA. Capa de Subzonas hidrográficas, escala 1:100.000. Bogotá: Ideam.
- Ideam *et al.* (2014). Mapa de cobertura de la tierra Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia, período 2010-2012, escala 1:100.000. Bogotá: Ideam.
- Márquez, G. 2003. Ecosistemas estratégicos. Sociedad Geográfica de Colombia. Disponible en: http://www.sogeocol.edu.co/documentos/07ecos.pdf. Descargado 20 de agosto de 2015.
- 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 pimentón**	
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 (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 al interior de la matriz transformada (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

Contribuye a estimar la sostenibilidad ambiental mediante la favorabilidad del hábitat para el desplazamiento de la biodiversidad, flujos e información necesarios para el funcionamiento natural, de la cual dependen en gran medida los servicios ecosistémicos que sostienen los procesos vitales del sistema, así como el abastecimiento a procesos productivos.

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

Esta variable no genera exclusión (N1). Se identifica un rango de variación entre 0 (sin conectividad) y 1 (altamente conectado). Se establece un rango de variación empleando los cortes naturales como método de agrupamiento del *software* ArcGIS.

Limitantes de la evaluación de la variable

Al basarse en la capa base oficial de "Coberturas de la tierra 2009", y su leyenda adaptada para Colombia (Ideam, 2010), su información presenta cierto grado de desactualización.

Metodología de procesamiento de la información

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 dicho análisis se parte del "Mapa de coberturas de la tierra", adaptado para Colombia (Ideam, 2010). Se tomaron todos los tipos de coberturas vegetales naturales como objeto del foco de conectividad y se realizó el análisis a través de las métricas de paisaje como la fragmentación o como la distancia euclidiana de núcleos (empleando una distancia de 1000 m entre núcleos).

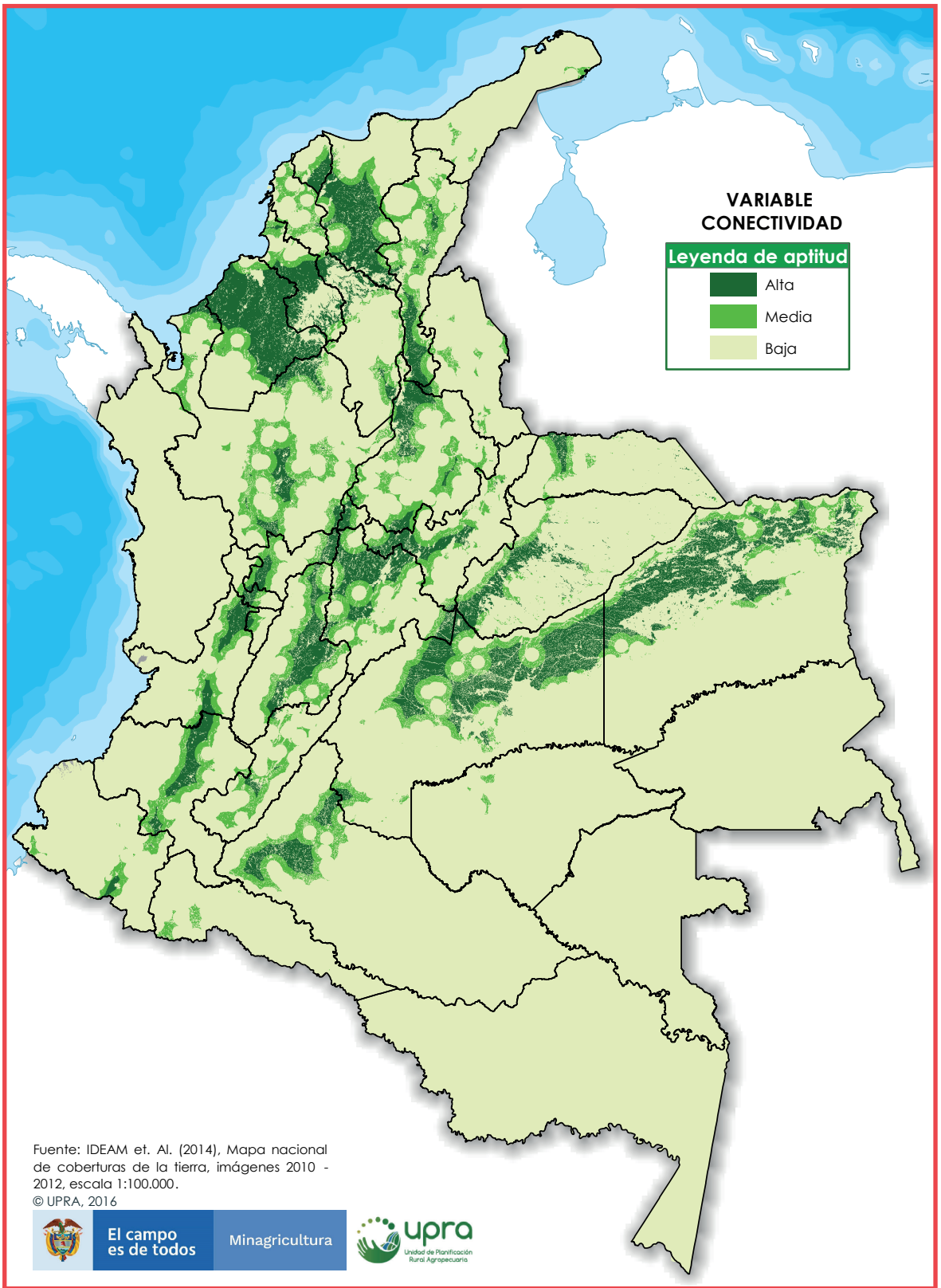
La CECN es una medida a escala del paisaje, que en la matriz transformada permite dar una aproximación rápida sobre la continuidad de los hábitats como elemento necesario para el desplazamiento de la biodiversidad natural y el desarrollo de las funciones ecosistémicas.

La conectividad estructural así obtenida se distribuye en un rango entre 0 y 1, en donde cero (0) representa la menor conectividad y uno (1), la mayor conectividad, y se reclasifica en términos de la aptitud para establecimiento de cultivos comerciales de pimentón.

Calificación de la variable CECN

Rango	Descripción	Aptitud
0,13-0,49	Conectividad menor	A1
0,49-0,82	Conectividad media	A2
0,82-1	Conectividad mayor	A3

Representación cartográfica de la variable



Fuente: IDEAM et. Al. (2014), Mapa nacional de coberturas de la tierra, imágenes 2010 - 2012, escala 1:100.000.

© UPRA, 2016

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio integridad ecológica

Fuentes de información

- IAVH. (2016). Actualización de los límites cartográficos de los complejos de páramos de Colombia, escala 1:100.000.
- Ideam. (2010). *Leyenda nacional de coberturas de la tierra: metodología Corine Land Cover, adaptada para Colombia, escala 1:100.000.* Bogotá: Ideam.
- Ideam *et al.* (2014). Mapa de cobertura de la tierra, metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia, período 2010-2012, escala 1:100.000. Bogotá: Ideam.
- Ideam *et al*. (2015). Mapa nacional de ecosistemas, 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.
- Minambiente. (2016). Delimitación de páramos.

2.2.2 Variable Índice de Naturalidad (Inat)

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
Componente: socioecosistémico		
Criterio asociado: integridad ecológica		
Variable: índice de naturalidad (Inat)	**Unidad de medida:** proporción de área de la subzona hidrográfica (%).	
Tipo de criterio asociado	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

Definición

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] están determinadas 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

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

las coberturas asociadas a procesos naturales (coberturas vegetales silvestres, cuerpos de agua, áreas húmedas y superficies de recarga hídrica, entre otras), en proporción al tamaño de la SZH.

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

Importancia de la variable

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 (N1). Se identificó un rango de variación porcentual respecto al área de la subzona hidrográfica, y se estableció un descriptor de dicha presencia de áreas naturales.

Limitantes de la evaluación de la variable

Al basarse en la capa base oficial de "*Coberturas de la tierra 2009*", y su leyenda adaptada para Colombia (Ideam, 2010a), su información tiene cierto nivel de desactualización.

Metodología de procesamiento de la información

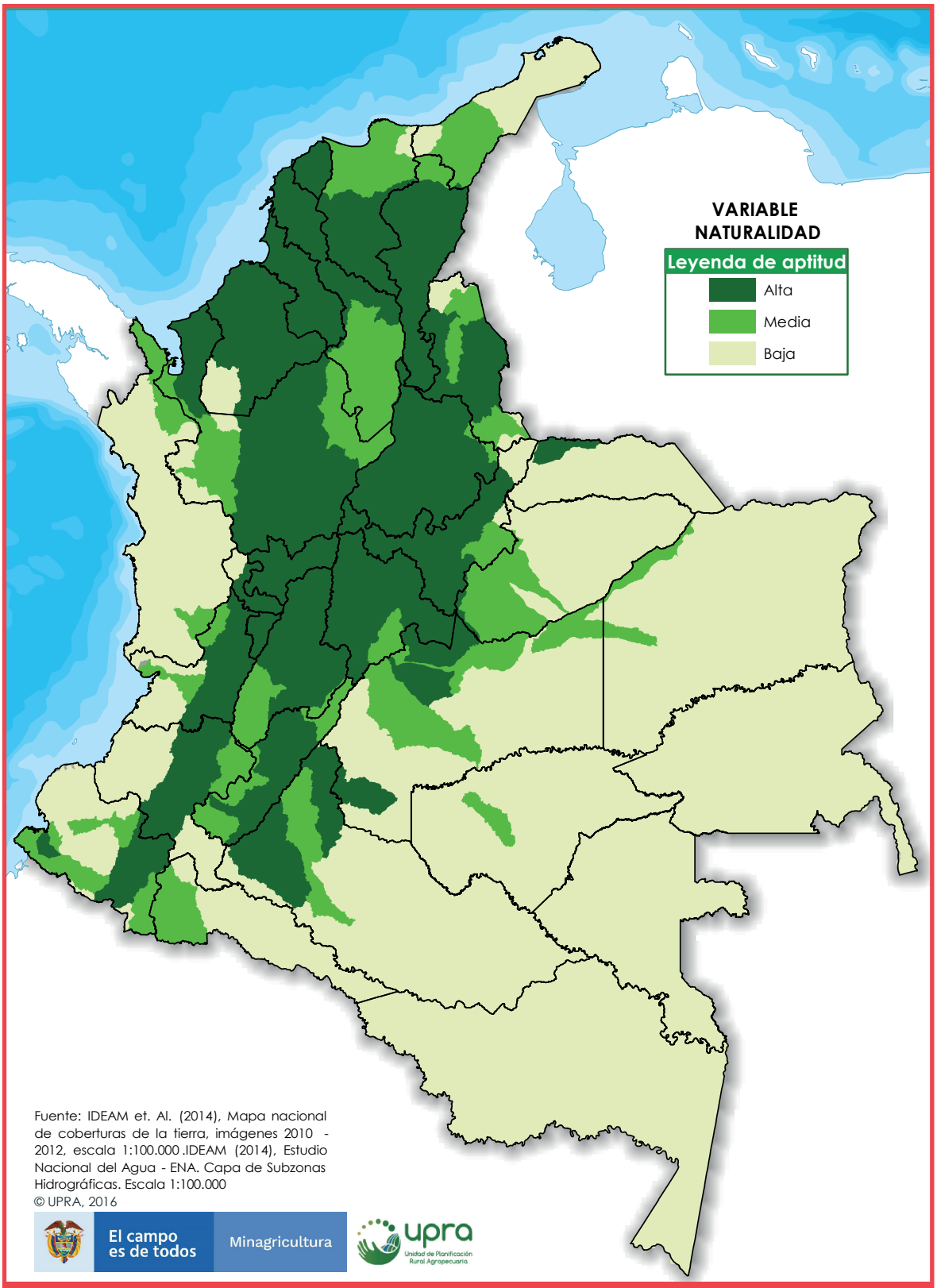
Para este estudio se relacionó el área de todos los tipos de coberturas naturales (vegetación y recursos hídricos), según la clasificación de Corine Land Cover, a partir del mapa oficial de coberturas, escala 1:100.000, elaborado por las entidades del SINA (Ideam, 2010a). Para esto, se realizó el cruce cartográfico de la capa de cobertura de la tierra con el de subzonas hidrográficas del "*Estudio Nacional del Agua*" (Ideam, 2010), en relación con la unidad geográfica de análisis.

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 pimentón:

Calificación de la variable índice de naturalidad por subzona hidrográfica. (Adaptado a partir de Márquez, 2003)

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

Representación cartográfica de la variable



Criterio integridad ecológica

Fuentes de información

- Ideam. (2010). *Estudio nacional del agua: capa de subzonas hidrográficas, escala 1:100.000.* Bogotá: Ideam.
- _. (2010a). *Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia escala 1:100.000.* Bogotá: Ideam.
- _ (2014). *Estudio nacional del agua (ENA). Capa de subzonas hidrográficas, escala 1:100.000.* Bogotá: Ideam.
- Ideam *et al.* (2014). *Mapa nacional de coberturas de la tierra. Imágenes 2010-2012, escala 1:100.000*. Bogotá: Ideam.
- IGAC (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Márquez, G. 2003. Ecosistemas estratégicos. Sociedad Geográfica de Colombia. Disponible en: http://www.sogeocol.edu.co/documentos/07ecos.pdf.

2.2.3 Variable Áreas de Concentración de Especies Sensibles (ACES)

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
Componente: socioecosistémico		
Criterio asociado: integridad ecológica		
Variable: áreas de concentración de especies sensibles (ACES)	**Unidad de medida:** adimensional ln (spp. /km2)].	
Tipo de criterio asociado	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	
	Exclusión legal	
	Condicionante	

Definición

Establece lugares donde tiene lugar la concentración de especies sensibles a través de indicadores como la densidad en polígonos definidos como áreas prioritarias para la conservación o la riqueza de especies migratorias en áreas críticas sobre agroecosistemas.

La representatividad ecosistémica en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (Sinap) es reducida y, con ello, el potencial para la conservación de la biodiversidad del país. Por esta razón, existen en el territorio nacional áreas que, sin presentar figuras de protección, cuentan con Altos Valores para la Conservación (AVC) por sus niveles de concentración de biodiversidad (en especial de especies amenazadas, de distribuciones reducidas, o dependientes de la calidad del hábitat a lo largo de rutas de migración).

La variable estableció lugares donde tiene lugar la concentración de especies sensibles, a través de indicadores como la densidad en polígonos, y los definió como Áreas Prioritarias para la Conservación (APC) o la riqueza de especies migratorias en Áreas Críticas sobre Agroecosistemas (ACMig). También se integraron las Áreas de Importancia para la Conservación de Aves Silvestres (AICA).

De esta forma, cuanta mayor sea la concentración de estas especies, dada su sensibilidad, es menor la aptitud para el establecimiento de cultivos comerciales de pimentón, 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 de cultivo comercial de pimentón, es mayor.

Importancia de la variable

Permite identificar áreas en donde el establecimiento del cultivo comercial de pimentón 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 (N1); el enfoque radica en la continuidad que debe prevalecer en el territorio, en términos de la favorabilidad de hábitat para el flujo de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos asociados (dispersión genética, polinización, regulación de cadenas tróficas, control biológico de plagas, entre otros aspectos), de tal forma que entre mayor sea la concentración de especies sensibles, menor es la aptitud para el establecimiento de cultivos agrícolas que puedan generar un riesgo de interrupción de los ciclos naturales de estas especies.

Dado que se 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 (APC)	Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICA)	Áreas Críticas para especies migratorias en paisajes agropecuarios (AC)	Aptitud
A1	A1	A1	A1
A1	A1	A2	A2
A1	A1	A3	A3
A1	A2	A1	A2
A1	A2	A2	A2
A1	A2	A3	A3

Áreas Prioritarias para la Conservación (APC)	Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICA)	Áreas Críticas para especies migratorias en paisajes agropecuarios (AC)	Aptitud
A1	A3	A1	A3
A1	A3	A2	A3
A1	A3	A3	A3
A2	A1	A1	A2
A2	A1	A2	A2
A2	A1	A3	A3
A2	A2	A1	A2
A2	A2	A2	A2
A2	A2	A3	A3
A2	A3	A1	A3
A2	A3	A2	A3
A2	A3	A3	A3
A3	A1	A1	A3
A3	A1	A2	A3
A3	A1	A3	A3
A3	A2	A1	A3
A3	A2	A2	A3
A3	A2	A3	A3
A3	A3	A1	A3
A3	A3	A2	A3
A3	A3	A3	A3

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 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 realidad a estudios no elaborados, por lo que ha de complementarse a medida que se incorpore nueva información al respecto.

Metodología de procesamiento de la información

Áreas Prioritarias de Conservación (APC):

En el estudio, esta variable se midió a través de la densidad de especies sensibles por kilómetro cuadrado, en Áreas Prioritarias de Conservación (APC) no

declaradas en el Sinap, para lo cual se tomó de base la información generada por el IAVH y la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) en 2013, en el portafolio de 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 será la compatibilidad del territorio con la actividad del cultivo comercial de pimentón.

Para este análisis se asignó a cada polígono de APC 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 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 con densidad muy baja de especies sensibles APC con densidad baja de especies sensibles	A2
-2,77-6,42	APC con densidad moderada de especies sensibles APC con densidad alta de especies sensibles APC con densidad muy alta de especies sensibles	A3

Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICA)

El desarrollo y análisis de las AICA requirió inicialmente de la solicitud de información oficial al IAVH, el cual facilitó la última capa temática y una base de datos con información de especies de cada una de las AICA.

Posteriormente se realizó una depuración de la información, así: se eliminaron de la base de datos de especies las AICA que no tuvieran polígono en el *shape* entregado. Se organizó la información por AICA y se eliminaron duplicados de la información en cuanto a especies. Se obtuvo por cada AICA el número de especies por cada categoría de amenaza a nivel nacional, al igual que endemismos, distribución restringida y congregación de aves.

Para cada AICA se calculó la densidad mediante el número de especies amenazadas (en peligro crítico, en peligro y vulnerables) que se reporta en cada una, de acuerdo con la base de datos facilitada y, se dividió por el área del AICA en km^2. Finalmente, se calculó el logaritmo natural de la densidad obtenida y de allí se determinaron los rangos para su reclasificación:

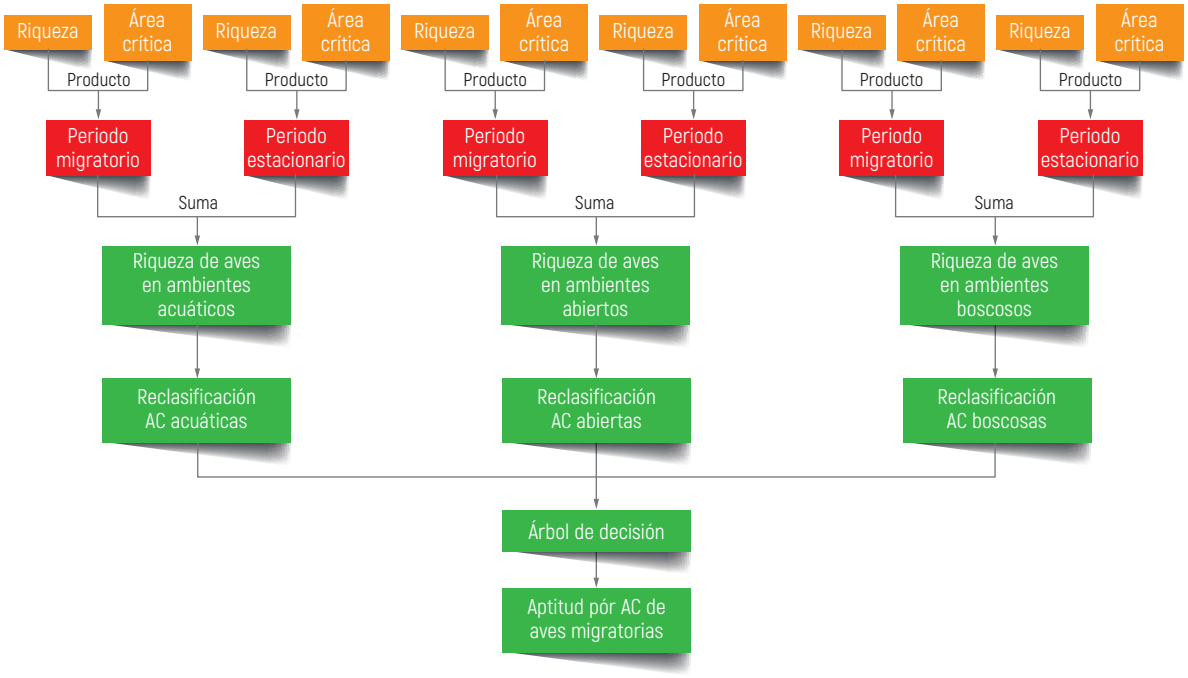
Rango ln (D)	Descripción	Aptitud
< -8,085	Áreas sin identificación de AICA	A1
-8,085-- 4,189	AICA con densidad muy baja de especies sensibles AICA con densidad baja de especies sensibles	A2
-4,189-1,67	AICA con densidad moderada de especies sensibles AICA con densidad alta de especies sensibles AICA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

Áreas Críticas (AC) para especies migratorias en paisajes agropecuarios:

A partir de la información producida por SELVA (2012) para especies migratorias en paisajes agropecuarios, se emplearon las capas relacionadas con Áreas Críticas para el grupo taxonómico de aves, por cuanto contiene un número considerable de registros biológicos que soportan el estudio (N = 143), así como mayor confiabilidad en el proceso de depuración de las bases de datos.

La siguiente figura ilustra el procedimiento para encontrar la aptitud, de acuerdo con la riqueza de especies migratorias asociadas a ambientes acuáticos, abiertos y de bosque.

Manejo de información espacial de áreas críticas para especies de aves migratorias para escala 1:100.000.



Fuente: SELVA (2012).

De esta forma, la primera acción correspondió a la combinación de las capas de las Áreas Críticas y riqueza potencial de aves en hábitats acuáticos, abiertos y de bosque en período migratorio.

Posteriormente, para el grupo de aves de cada tipo de ambiente, se sumaron las capas correspondientes a ambos períodos (estacionario y migratorio) con el fin de tener una visión completa respecto a la importancia de los diferentes tipos de hábitats a lo largo de todo el proceso migratorio. De esta forma, entre estas dos capas generadas (migratorio y estacional), se realizó una suma para identificar aquellas áreas que representan ambientes críticos a lo largo de todo el ciclo migratorio.

Finalmente, para cada grupo de aves asociado a cada tipo de ambiente, se reclasificó la tabla resultante de los tres pasos anteriores, asignando mayor valor de importancia a aquellos lugares que representan hábitats críticos a lo largo de todo el ciclo de migración, como se muestra en la siguiente tabla denominada reclasificación de aptitud para el cultivo comercial de pimentón de acuerdo con la importancia del hábitat para aves asociadas a diferentes tipos de ambientes.

Reclasificación de aptitud para el cultivo comercial de pimentón de acuerdo con la importancia del hábitat para aves asociadas a diferentes tipos de ambientes.

Bosque	Abiertos	Acuáticos	Aptitud
Alta	Alta	Alta	A3
Alta	Alta	Moderada	A2
Alta	Alta	No aplica	A2
Alta	Moderada	Alta	A3
Alta	Moderada	Moderada	A2
Alta	Moderada	No aplica	A2
Alta	No aplica	Alta	A2
Alta	No aplica	Moderada	A2
Alta	No aplica	No aplica	A1
Moderada	Alta	Alta	A3
Moderada	Alta	Moderada	A3
Moderada	Alta	No aplica	A2
Moderada	Moderada	Alta	A3
Moderada	Moderada	Moderada	A2
Moderada	Moderada	No aplica	A2
Moderada	No aplica	Alta	A2
Moderada	No aplica	Moderada	A2
Moderada	No aplica	No aplica	A2
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

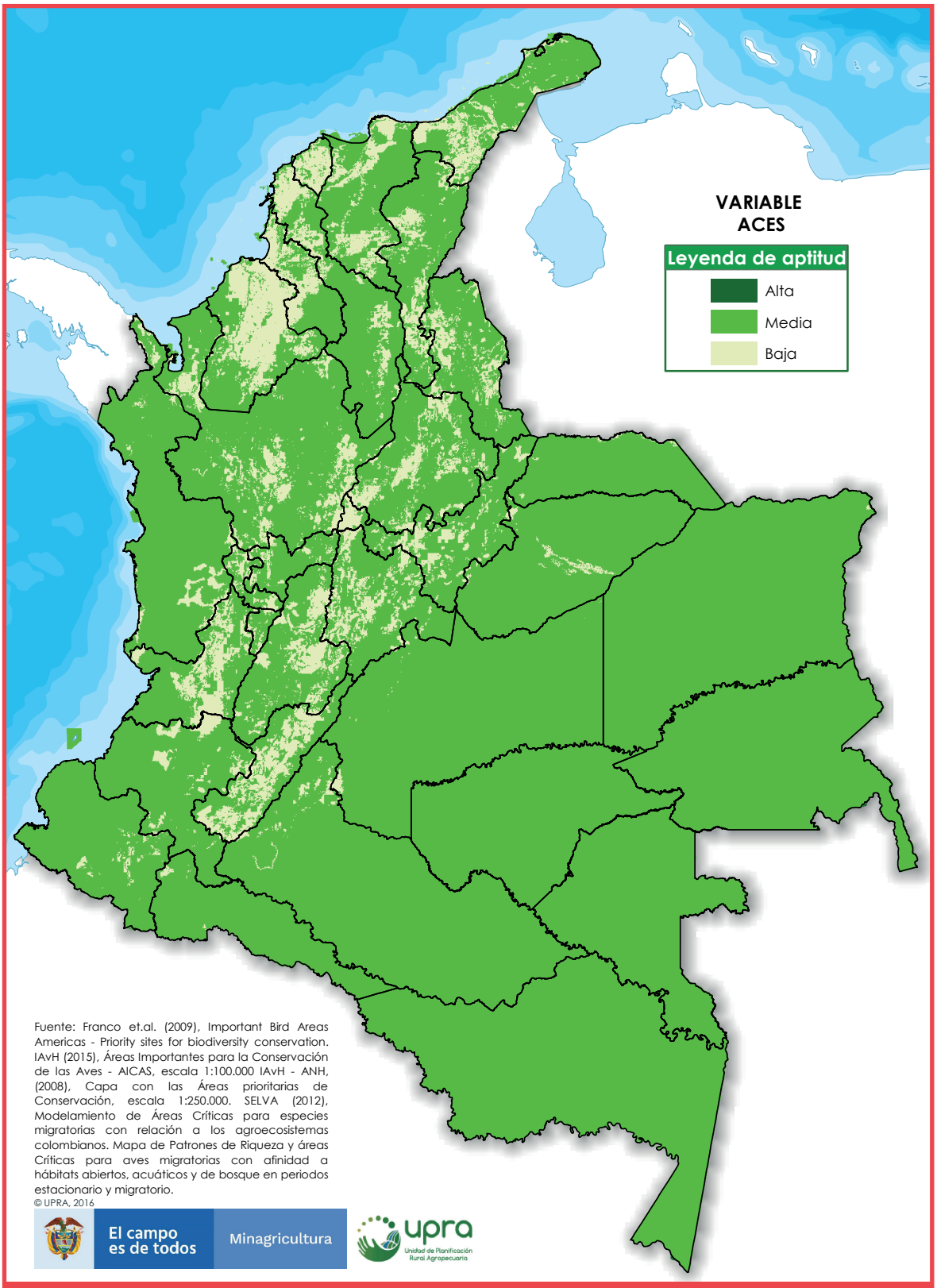
Bosque	Abiertos	Acuáticos	Aptitud
No aplica	No aplica	Alta	A3
No aplica	No aplica	Moderada	A2
No aplica	No aplica	No aplica	A1

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

Árbol de decisión para integración de la información de ACES

Áreas Prioritarias para la Conservación (APC)	Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICA)	Áreas Críticas para especies migratorias en paisajes agropecuarios (AC)	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

Representación cartográfica de la variable



Fuente: 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. 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

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio integridad ecológica

Fuentes de información

- Franco, A. M.; Devenish, C.; Barrero, M. C.; 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). 135-148 p.
- IAVH. (2015). Áreas importantes para la conservación de las aves *AICAS, escala 1:100.000*.
- IAVH y ANH. (2008). Áreas prioritarias para la conservación, escala 1:250.000.
- IGAC. (2012a). 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, Colombia.



2.3. Criterio variación del contenido estimado de carbono

Ficha metodológica de criterio		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
Componente: socioecosistémico		
Criterio: variación del contenido estimado de carbono		
Tipo de criterio	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Variables asociadas al criterio		
Variación del contenido estimado de carbono.		

Definición

Balance entre el contenido de carbono estimado en la biomasa (aérea y subterránea) de la cobertura vegetal actual y en el suelo, frente a un potencial cambio de cobertura para el establecimiento de cultivos comerciales de pimentón.

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 (IPCC, 2006; Stern, 2007; Canadell y Raupach 2008; Capoor y Ambrosi 2008).

Con base en lo anterior, uno de los ejes de atención corresponde a los efectos ambientales de las actividades agropecuarias sobre la dinámica de captura y emisión de carbono; y de ahí la importancia de incorporar la variación del contenido estimado de carbono en los procesos de zonificación de aptitud para el establecimiento de cultivos comerciales para la planeación agropecuaria y forestal.

Importancia del criterio

Permite determinar la sostenibilidad ambiental de un territorio en términos de la prestación del servicio ecosistémico de almacenamiento de carbono.

De forma complementaria, esta estimación permite incorporar elementos de competitividad ambiental y económica, pues se puede 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 con la siguiente metodología.

a. Contenido de carbono en la biomasa vegetal aérea.

La estimación de la Biomasa Vegetal Aérea (BA) se realiza a partir de la articulación entre la información contenida en el mapa de "*Cambios en los contenidos de biomasa – carbono en bosques*" del Ideam (Phillips *et al*., 2011), y el mapa de "*Carga de combustible (biomasa) de las coberturas vegetales de Colombia*" del MAVDT (2007).

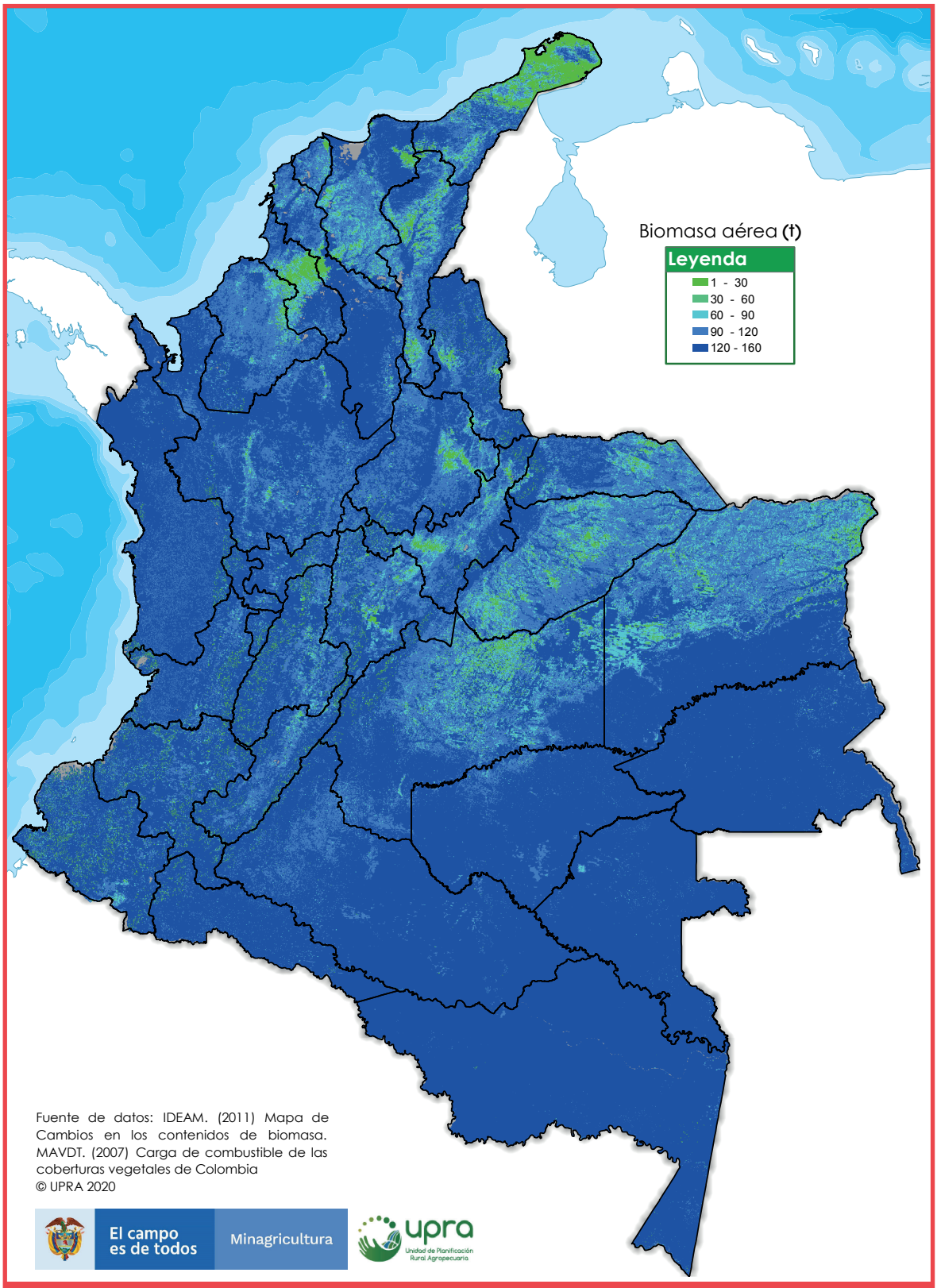
A partir de esta información cartográfica, se realiza la diferencia simétrica entre los dos mapas, con el propósito de complementar la información faltante de biomasa en el mapa del ideam en lo referente a coberturas no boscosas.

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):

$$C_{BA} = BA / 2$$

A continuación, se presenta el mapa de la biomasa aérea:



Criterio variación del contenido estimado de carbono

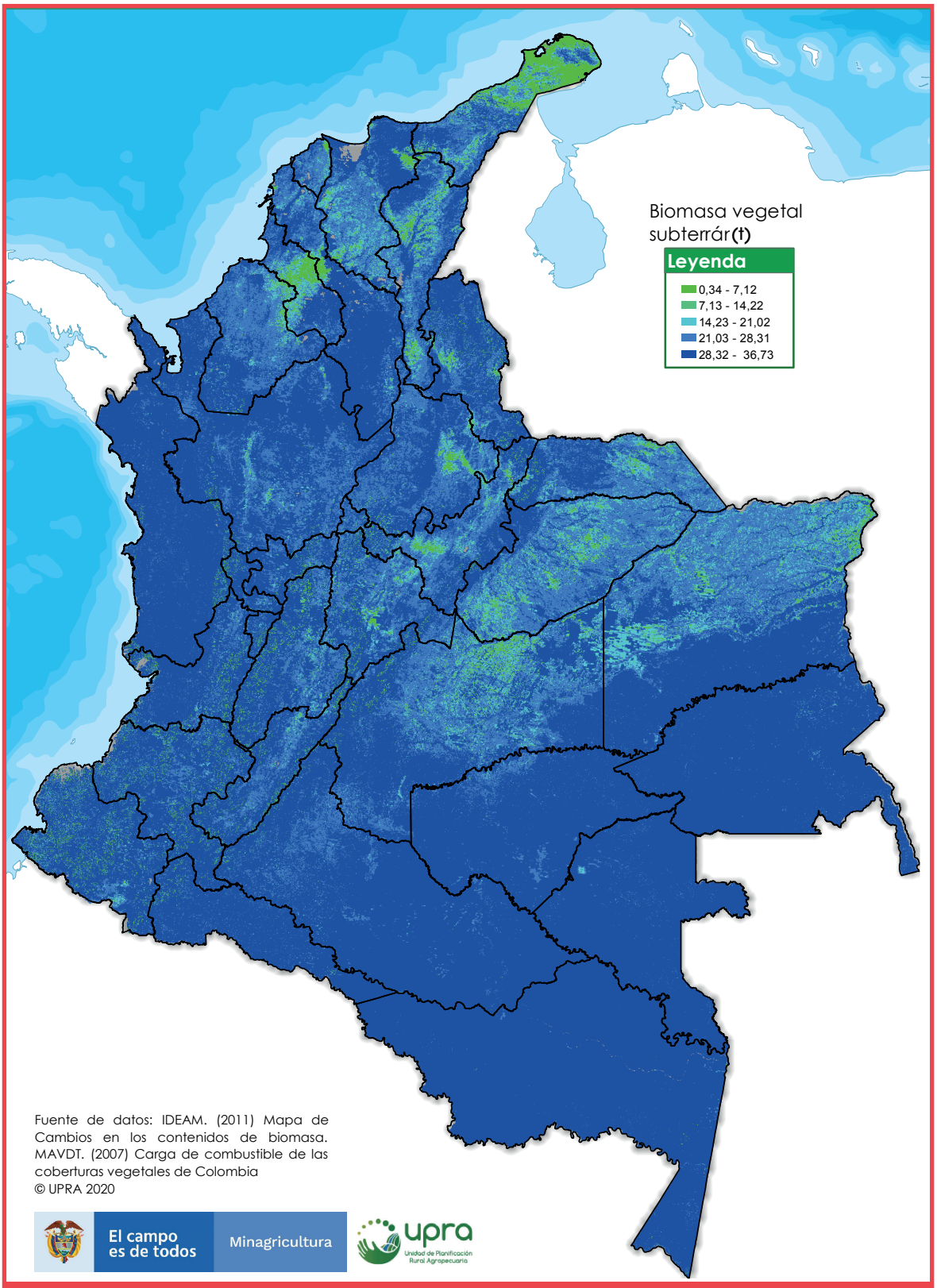
b. Contenido de carbono en la biomasa vegetal subterránea

Por su parte, la estimación de la biomasa subterránea se efectúa de acuerdo con los fundamentos planteados por Brown y Lugo, 1992; y Cairns *et al*. 1997, de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$\text{Biomasa subterránea} = e^{(-1,085 + 0,925*\ln(BA))}$$



Se presenta a continuación el mapa de la biomasa subterránea:



Criterio variación del contenido estimado de carbono

Igualmente, para el mapa de biomasa subterránea, se calcula el mapa de carbono en biomasa subterránea de acuerdo con IPCC (2006), mediante la fórmula:

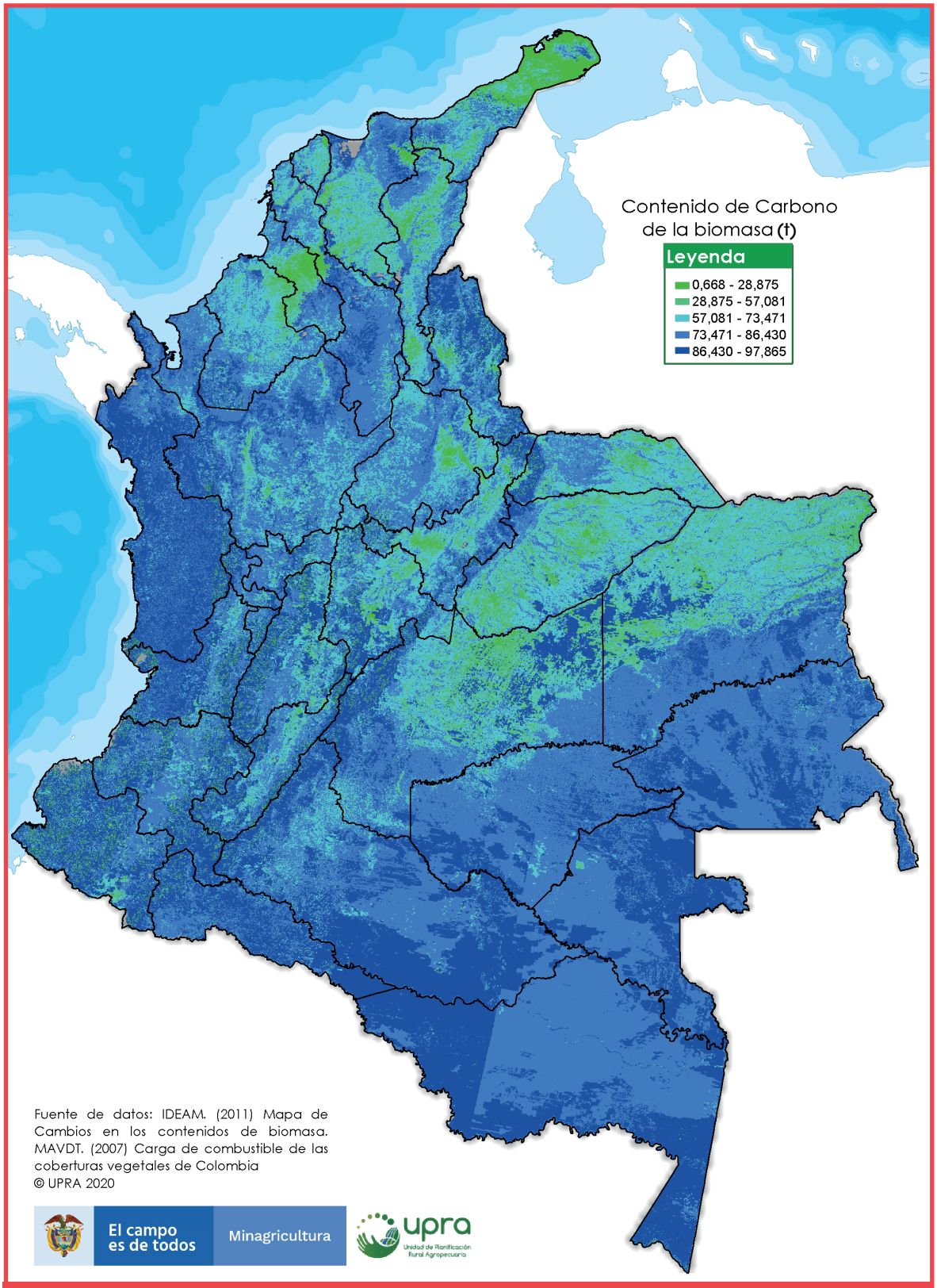
C(biomasa subterránea) = Biomasa subterránea / 2

c. Contenido de carbono en la biomasa

Posteriormente, mediante la suma de los mapas de carbono en biomasa aérea y de carbono en biomasa subterránea, se calcula el mapa de carbono total contenido en la biomasa.



El mapa de carbono total en la biomasa se presenta a continuación:



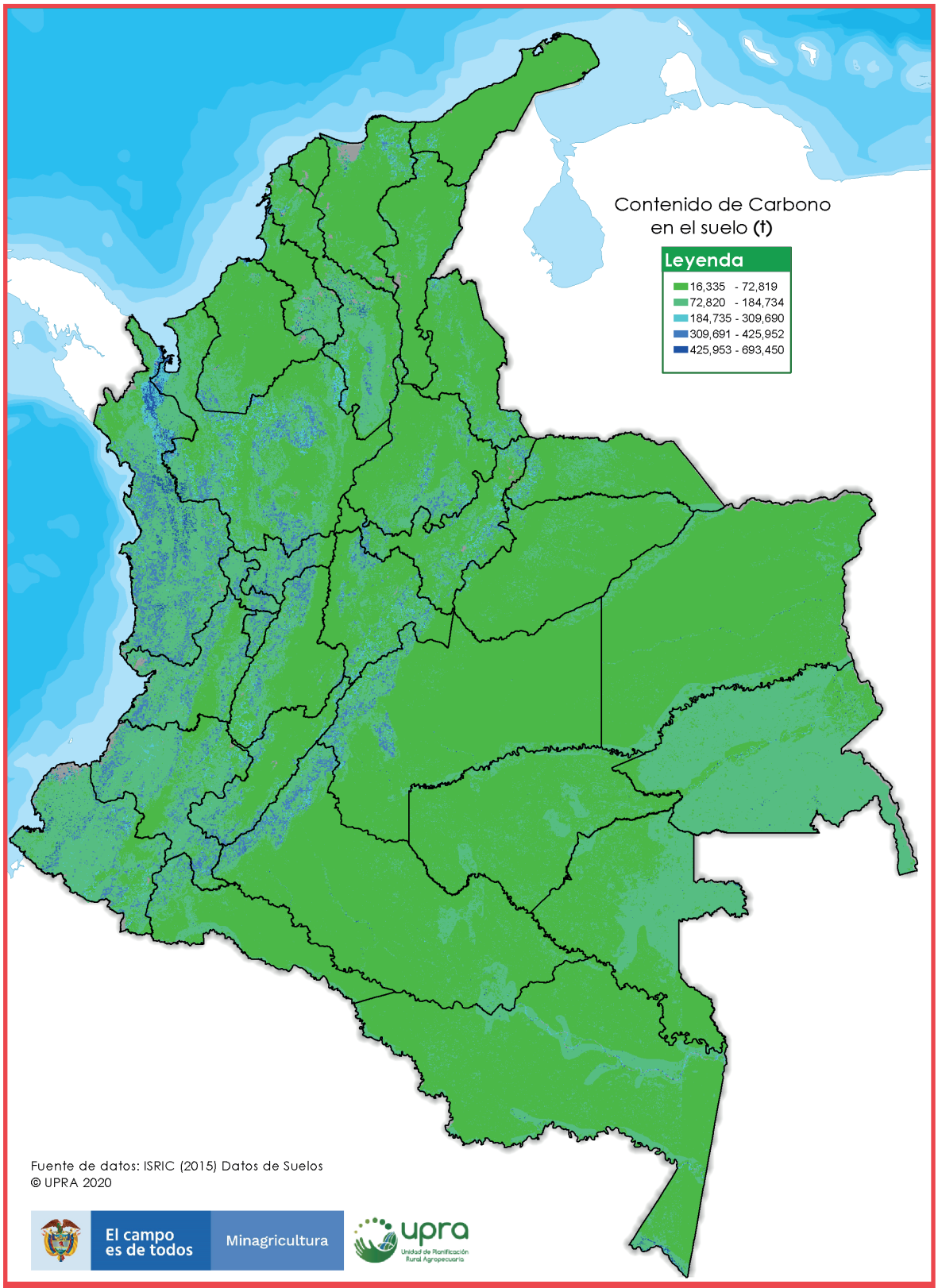
Criterio variación del contenido estimado de carbono

d. Contenido de carbono en el suelo

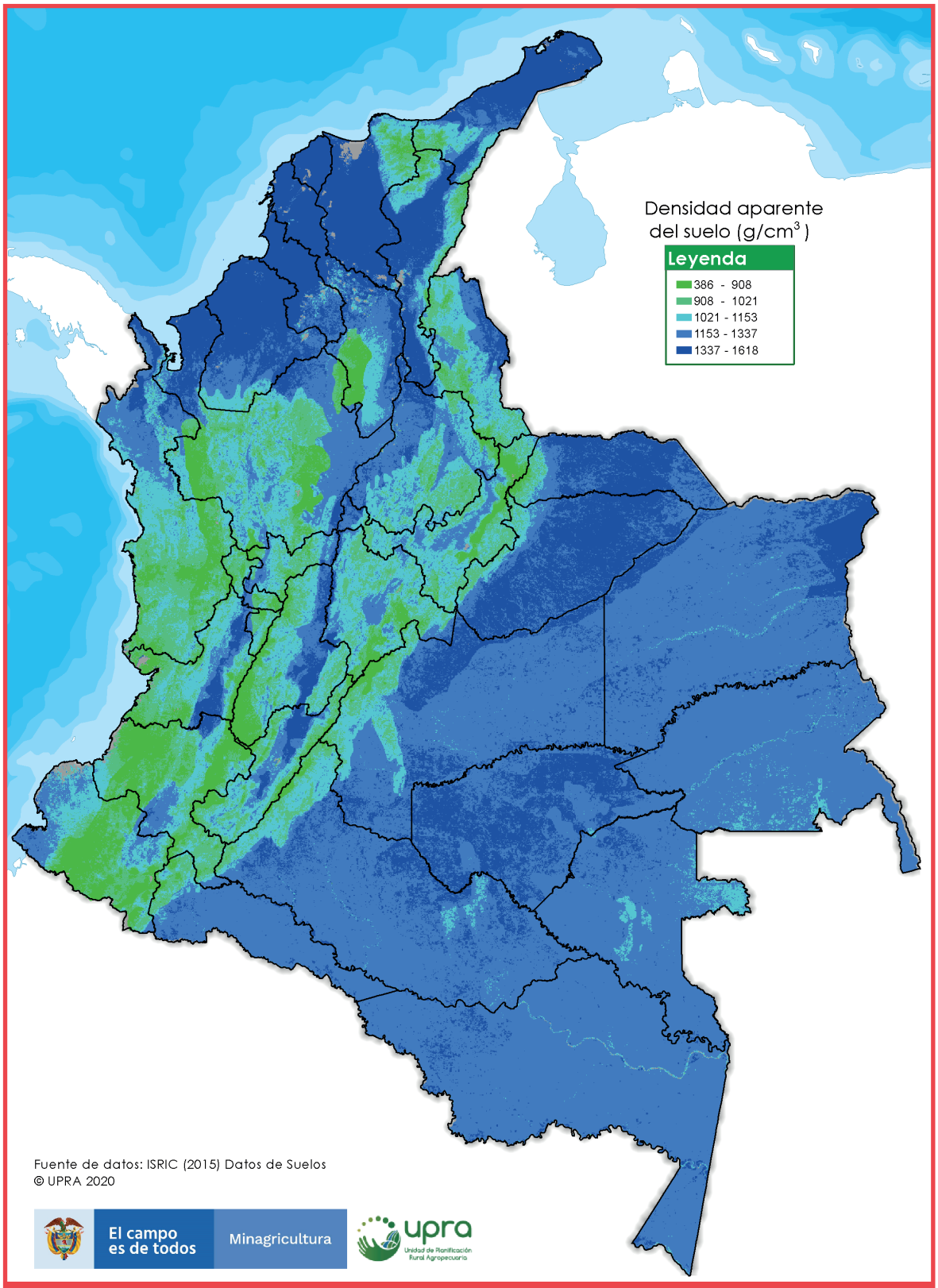
El contenido de carbono en el suelo se estima a partir de la información suministrada por International Soil Reference and Information Centre (ISRIC), 2015, a partir de las capas de porcentaje de carbono orgánico en el suelo, densidad aparente y porcentajes de fragmentos de más de 2 mm (organic carbon, bulk density, coarse fragments > 2mm), 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):

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

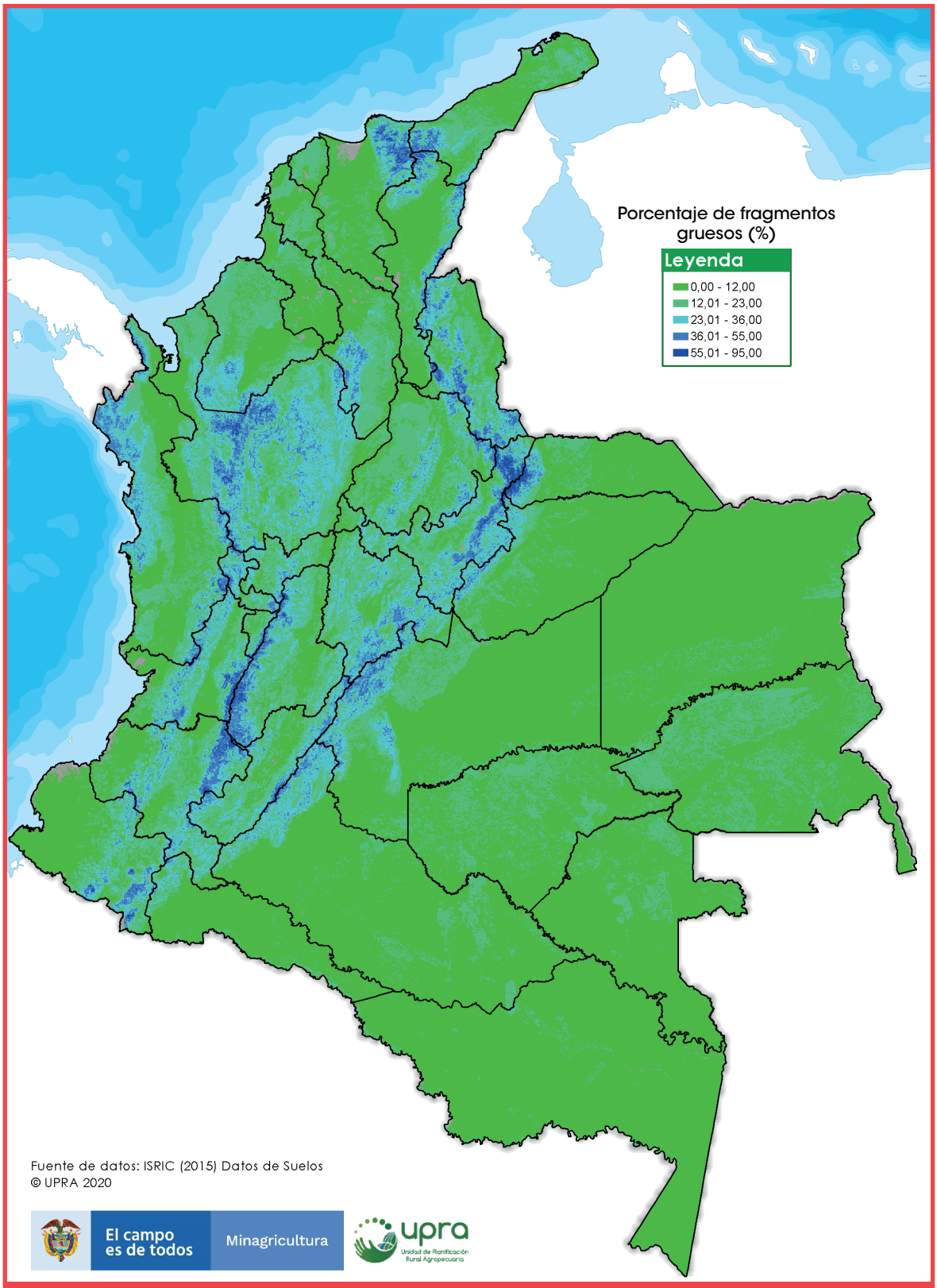
A continuación, se presentan los mapas del contenido de carbono orgánico en el suelo (%), densidad aparente, porcentaje de fragmentos gruesos (>2 mm) en el suelo y el de contenido de carbono en el suelo.



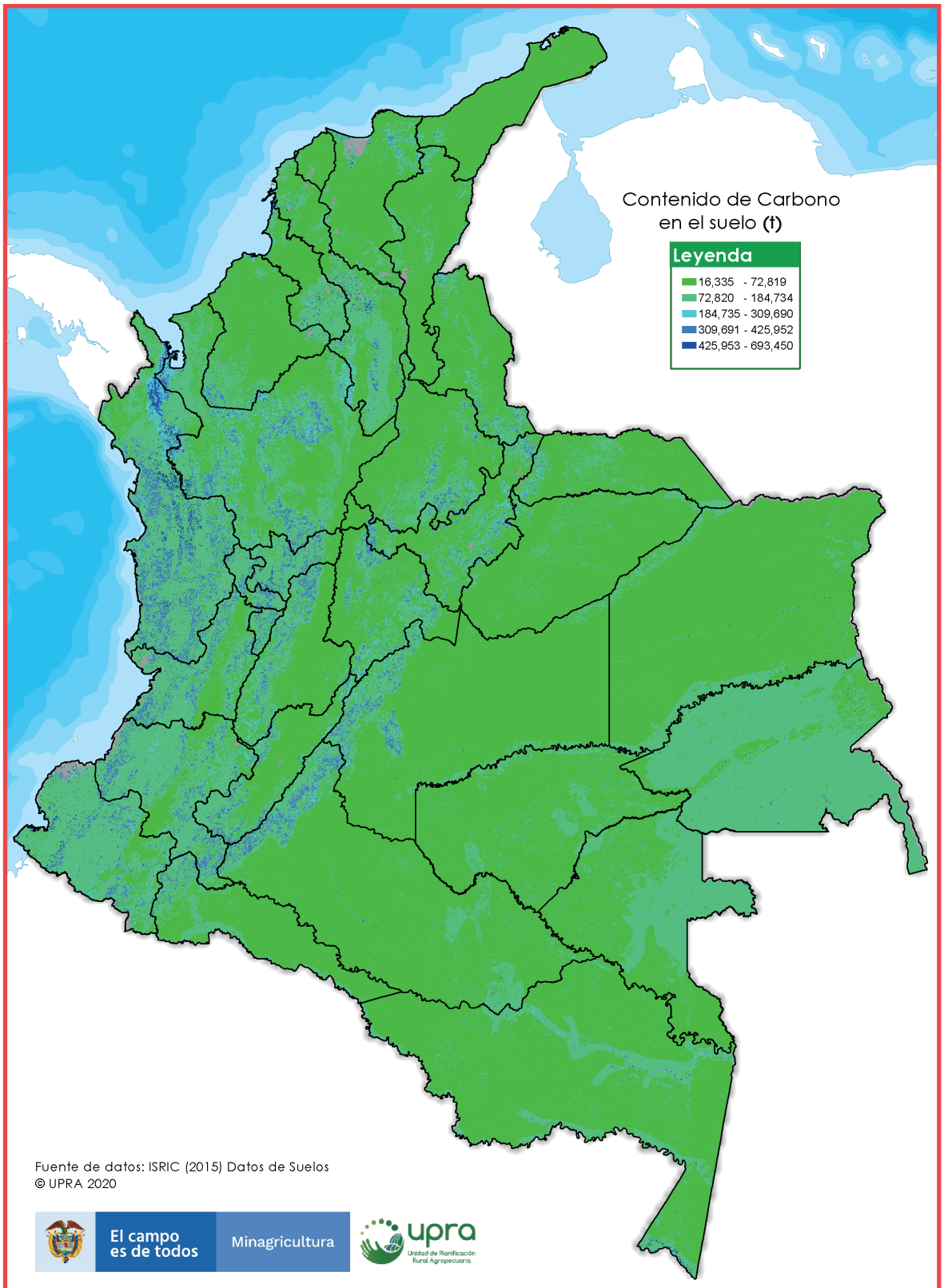
Criterio variación del contenido estimado de carbono



Criterio variación del contenido estimado de carbono



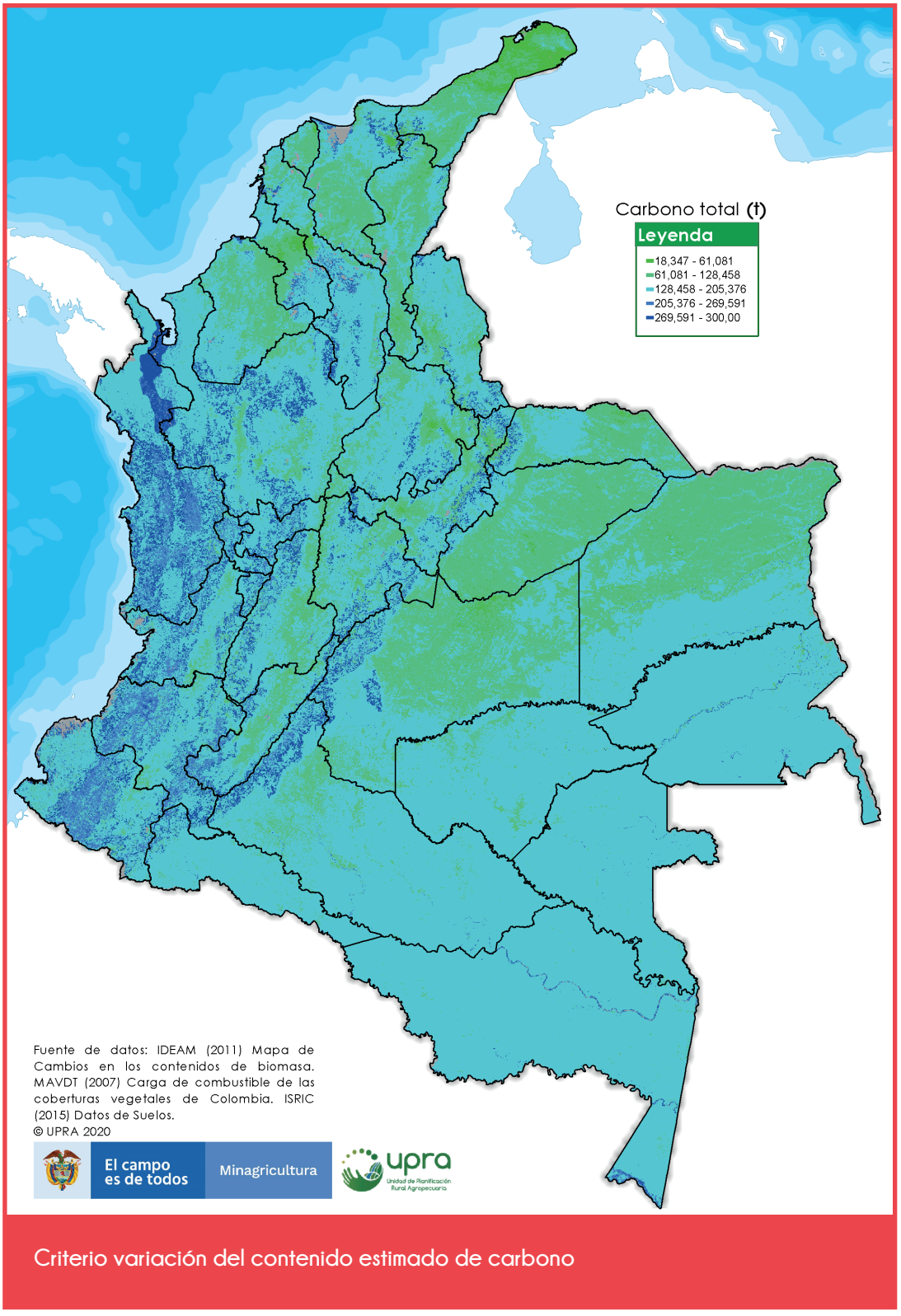
Criterio variación del contenido estimado de carbono



Criterio variación del contenido estimado de carbono

e. Contenido de carbono total

El mapa de carbono total se genera a partir de la suma de los mapas generados de biomasa subterránea y carbono orgánico en suelo. Se presenta a continuación:



Criterio variación del contenido estimado de carbono

f. Calificación de la aptitud por la variación del Contenido Estimado de Carbono

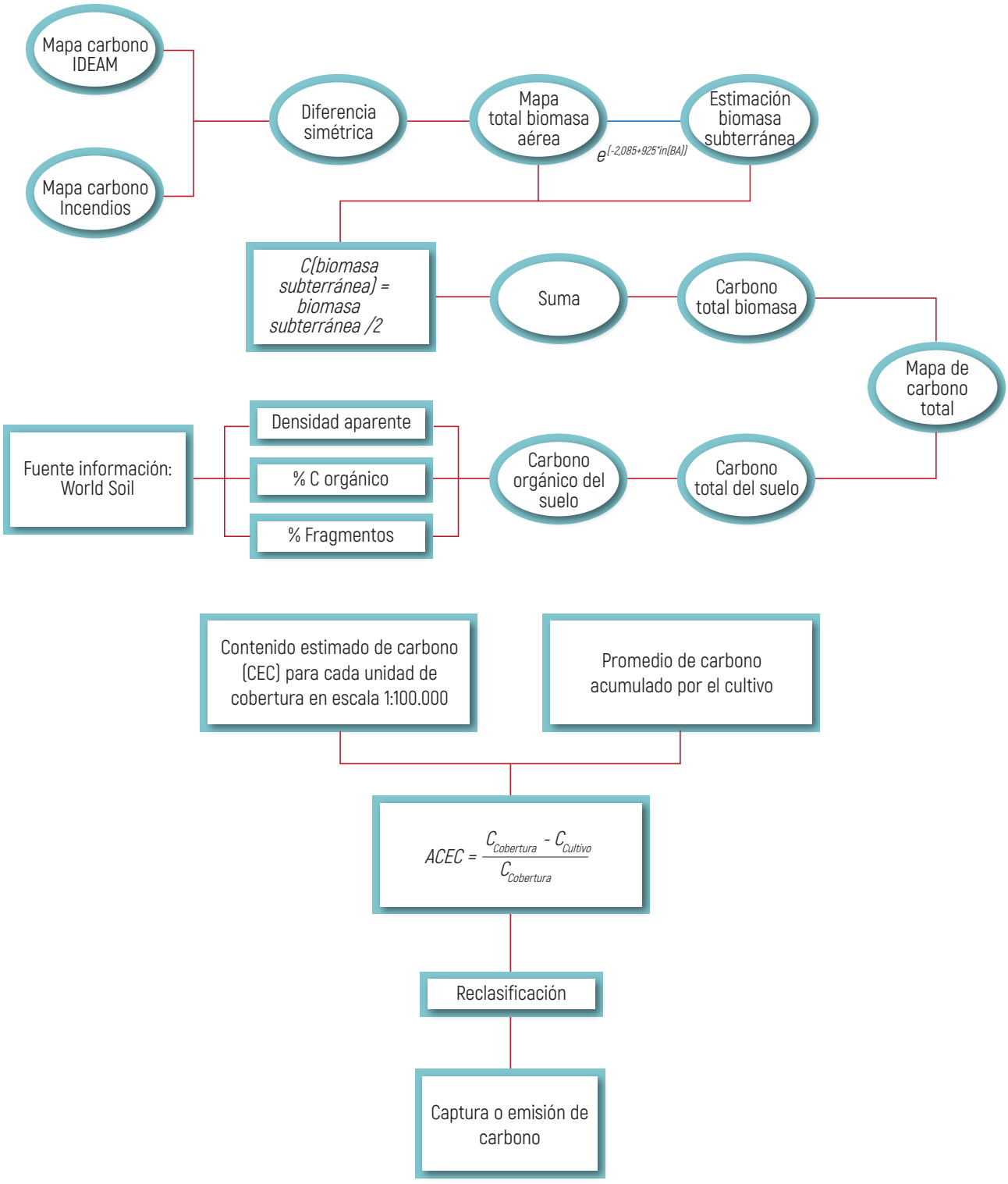
Se lleva a cabo mediante la comparación entre el Contenido Estimado de Carbono (CEC)[5] para cada unidad de cobertura en escala 1:100.000, con el valor de referencia del contenido estimado de carbono en el cultivo de pimentón, con el fin de obtener el mapa de la variación del contenido de carbono total frente a este mismo cultivo.

$$\Delta CEC = \frac{(C_{COBERTURA} - C_{Cultivo\ de\ pimentón}}{C_{Total}}$$

De esta forma, dependiendo de la cobertura existente, el establecimiento de un nuevo cultivo de pimentón 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 t de carbono / ha-año); puede presentarse que al establecer un nuevo cultivo de pimentón, este representa una cantidad capturada semejante de carbono al de la cobertura actual, o el cultivo de pimentón 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.

5 (valor del pixel o de la unidad de análisis espacial).

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 de aptitud alta (A1), mientras que el rango comprendido entre -20 % a 0 % corresponden a la categoría de aptitud media (A2) y los mayores a 0 % se sitúa en la categoría de aptitud baja (A3).

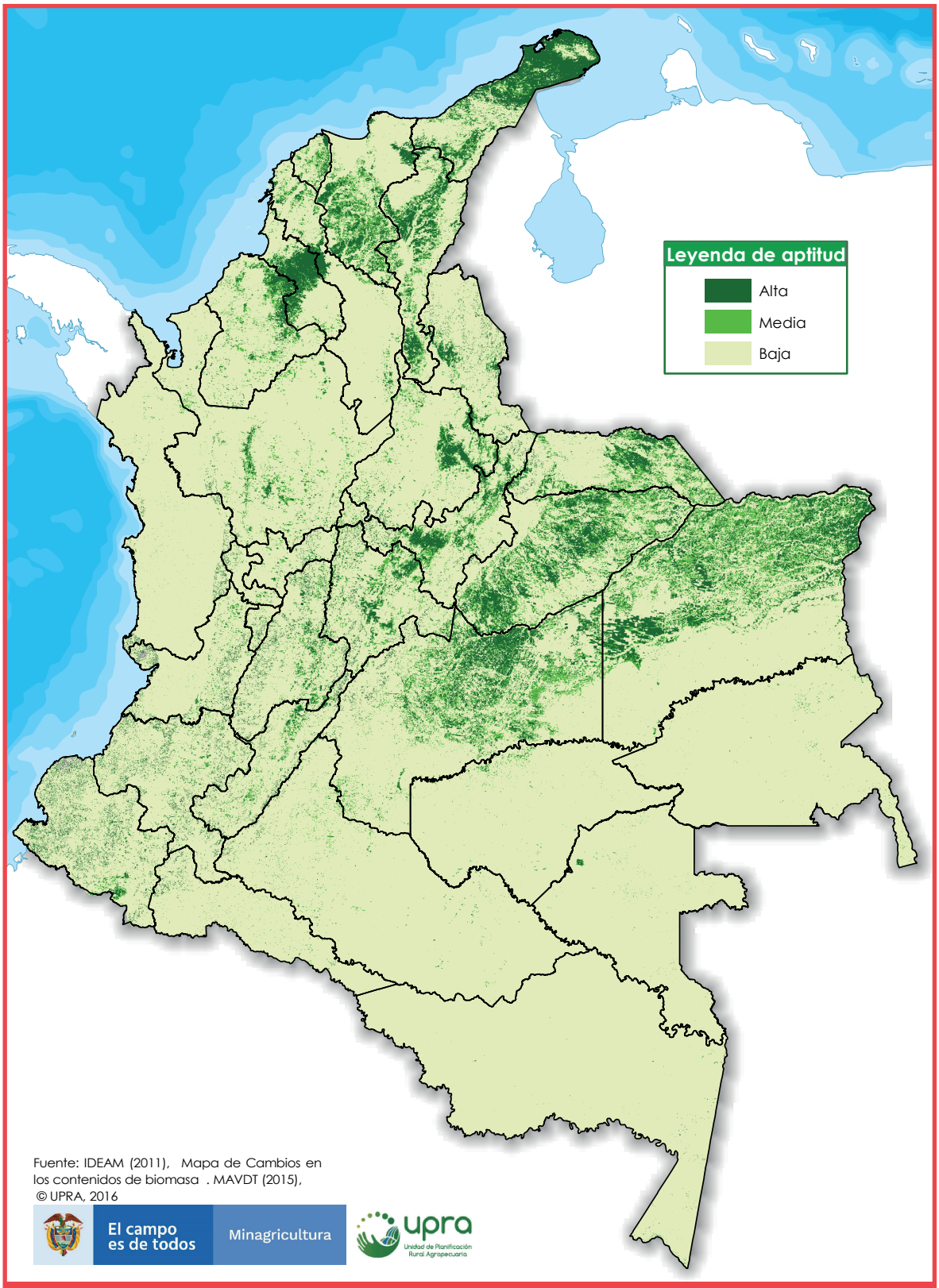
Rangos para la asignación de valores de aptitud

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

Descripción	Variación del contenido estimado de carbono (%)	Aptitud
El cultivo se convierte en sumidero de carbono	< -20	A1
El cultivo es fuente de carbono	-20 a 0	A2
El cultivo es fuente de emisión de carbono alta	≥ 0	A3



Representación cartográfica del criterio



Criterio variación del contenido estimado de carbono

(International Soil Reference and Information Centre), 2015

Fuentes de información

- brown, S. y Lugo, A. (1992). «Above ground biomass estimates for tropical moist forests of the Brazilian Amazon». En: *Interciencia* 17:8-18.
- Cairns, M.; Brown, S.; Helmer, E. y Baumgardner, G. (1997). «Root biomass allocation in the world's upland forests». En: *Oecologia* 111:1-11. EUA: Springer-Verlag.
- Canadell, J. y Raupach, M. (2008). «Managing Forests for Climate Change Mitigation». En: *Science* 320:1456-1457.
- Capoor, K. y Ambrosi, P. (2008). *State and Trends of the Carbon Market 2008*. Washington, D.C.: World Bank Institute.
- Ideam. (2011). *Mapa de cambios en los contenidos de biomasa, escala 1:500.000*. Bogotá: Ideam.
- IGAG. (2007b)_ 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>.
- International Soil Reference and Information Centre (ISRIC). (2015). *SoilGrids: 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.
- Stern, N. (2007). *Stern Review: The Economics of Climate Change*. Inglaterra: Cambridge University Press.

2.4. Criterio cambio de cobertura

Ficha metodológica de criterio		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
Componente: socioecosistémico		
Criterio: cambio de cobertura		
Tipo de criterio	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Variables asociadas al criterio		
El criterio está conformado por una sola variable: cobertura de la tierra, cuya unidad de medida es la categoría de favorabilidad del cambio de cobertura para el establecimiento de cultivo de pimentón..		

Definición

Grado de favorabilidad del cambio de la cobertura para el establecimiento del cultivo de pimentón, 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 pimentón, 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 y Geist, 2006).

Limitantes de la evaluación del criterio

Los limitantes identificados están relacionados con la información básica a través de la cual se construyó el criterio. Esta incluye la «Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra, Metodología Corine Land Cover (CLC), adaptada para Colombia», la cual permite determinar la ocupación del suelo con información clave para el análisis espacial y territorial. No obstante, CLC engloba las coberturas de forma muy general, con la consiguiente pérdida de información que ello supone para la gestión del territorio a escala regional (Aguilera *et al*., 2009).

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 toman 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 nacional, se incluyen otras coberturas y biomas-coberturas que, por sus características, son incompatibles con el desarrollo de pimentón, 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, Orobioma alto de los Andes, Orobiomas azonales de Cúcuta, Orobiomas azonales del río Sogamoso, Orobiomas azonales del valle del Patía, Orobiomas azonales del río Dagua y Zonobioma húmedo tropical del Pacífico y Atrato.

3.2.1.1.2. 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, 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, Orobioma altos de los Andes, Orobiomas azonlaes del río Sogamoso, Orobiomas azonales del Valle del Patía, Orobiomas medios de los Andes, Zonobioma húmedo tropical de la Amazonia y Orinoquia, 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 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. **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 procesamiento de la información

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

Para la construcción de este criterio se empleó la información referente a biomas desarrollada en el «Mapa nacional de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia» (Ideam *et al*., 2015), con cuyo análisis se califica la aptitud de cada una de las coberturas de acuerdo con el bioma en donde se localizan.

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

Descripción de los tipos de aptitud para el cultivo comercial de pimentón.

Descripción	Aptitud
Zonas de alta favorabilidad para el establecimiento del cultivo comercial de pimentón dedicada a usos agrícolas o pecuarios, donde predominan las áreas de pastos enmalezados y algunos cultivos para producción de materias primas industriales.	A1
Zonas de moderada favorabilidad para el establecimiento del cultivo comercial de pimentón dedicadas a usos agrícolas o pecuarios, donde predominan los pastos limpios, cultivos permanentes herbáceos y transitorios tecnificados.	A2
Zonas con favorabilidad marginal para el establecimiento del cultivo comercial de pimentón en donde predominan los cultivos permanentes, mosaicos que también agrupa algunas unidades de coberturas naturales y seminaturales que pueden ser marginalmente aptas para cultivos de pimentón, cultivos agroforestales adicionalmente incluye algunos herbazales densos de tierra firme.	A3
Zonas no favorables para el establecimiento del cultivo comercial de pimentón. Son aquellas excluidas técnicamente y están referidas principalmente a las coberturas naturales y seminaturales, las áreas húmedas, las superficies de aguas y los territorios artificializados. Categorías leyenda Corine Land Cover: 1. Territorios artificializados, 3. Bosques y áreas seminaturales (exceptuando 3.1.5 Plantaciones forestales y 3.3.4 Zonas quemadas), 4. Áreas húmedas y 5. Superficies de agua.	N1

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, donde no pueden establecerse cultivos comerciales de pimentón.

Rangos para la asignación de valores de aptitud

Aptitud alta (A1)

BIOMAS	Cultivos transitorios	Cultivos permanentes arbustivos	Cultivos confinados	Mosaico de cultivos	Zonas quemadas
Halobioma del Caribe	A1			A1	
Halobiomas del Pacífico	A1			A1	
Helobioma de La Guajira				A1	
Helobiomas andinos			A1	A1	
Helobiomas de la Amazonia y Orinoquia	A1			A1	A1
Helobiomas del Magdalena y Caribe	A1	A1		A1	A1
Helobiomas del Pacífico y Atrato	A1			A1	A1
Helobiomas del río Zulia				A1	
Helobiomas del Valle del Cauca	A1			A1	
Litobiomas de la Amazonia y Orinoquia				A1	A1
Orobioma bajo de Santa Marta y Macuira		A1		A1	A1
Orobioma de San Lucas		A1		A1	A1
Orobioma del Baudó y Darién				A1	
Orobioma medio de Santa Marta		A1			A1
Orobiomas altos de los Andes	A1	A1		A1	A1
Orobiomas azonales de Cúcuta				A1	
Orobiomas azonales del Valle del Patía	A1			A1	A1
Orobiomas bajos de los Andes	A1	A1	A1	A1	A1
Orobiomas medios de los Andes	A1	A1	A1	A1	A1
Peinobiomas de la Amazonia y Orinoquia	A1			A1	A1
Zonobioma alternohígrico y/o subxerofítico tropical del Alto Magdalena	A1	A1		A1	A1
Zonobioma alternohígrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca	A1	A1		A1	
Zonobioma del desierto tropical de La Guajira y Santa Marta				A1	
Zonobioma húmedo tropical de la Amazonia y Orinoquia				A1	A1
Zonobioma húmedo tropical del Catatumbo	A1			A1	
Zonobioma húmedo tropical del Magdalena y Caribe	A1	A1		A1	A1
Zonobioma húmedo tropical del Pacífico y Atrato				A1	
Zonobioma seco tropical del Caribe	A1	A1		A1	A1

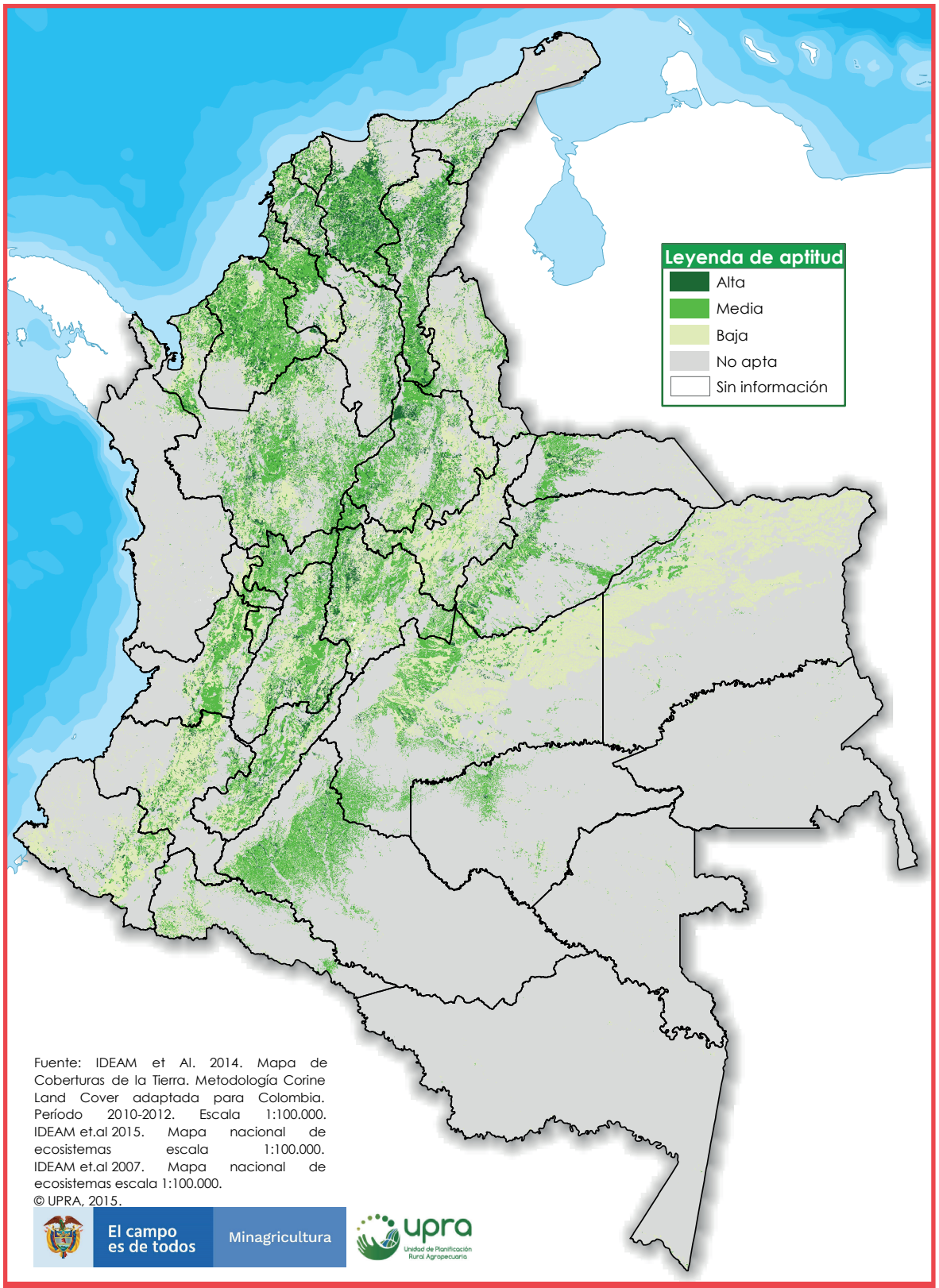
Aptitud media (A2)

BIOMAS	Arroz	Pastos enmalezados	Mosaico de pastos y cultivos
Halobioma del Caribe	A2	A2	A2
Halobiomas del Pacífico		A2	A2
Helobioma de La Guajira			A2
Helobiomas andinos		A2	A2
Helobiomas de la Amazonia y Orinoquia	A2	A2	A2
Helobiomas del Magdalena y Caribe	A2	A2	A2
Helobiomas del Pacífico y Atrato		A2	A2
Helobiomas del río Zulia	A2	A2	A2
Helobiomas del Valle del Cauca		A2	A2
Litobiomas de la Amazonia y Orinoquia		A2	A2
Orobioma alto de Santa Marta		A2	
Orobioma bajo de Santa Marta y Macuira	A2	A2	A2
Orobioma de La Macarena		A2	A2
Orobioma de San Lucas		A2	A2
Orobioma del Baudó y Darién		A2	A2
Orobioma medio de Santa Marta		A2	
Orobiomas altos de los Andes		A2	A2
Orobiomas azonales de Cúcuta	A2	A2	A2
Orobiomas azonales del río Sogamoso		A2	A2
Orobiomas azonales del Valle del Patía		A2	A2
Orobiomas azonales del río Dagua		A2	A2
Orobiomas bajos de los Andes	A2	A2	A2
Orobiomas medios de los Andes		A2	A2
Peinobiomas de la Amazonia y Orinoquia	A2	A2	A2
Zonobioma alternohígrico y/o subxerofítico tropical del Alto Magdalena	A2	A2	A2
Zonobioma alternohígrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca	A2	A2	A2
Zonobioma del desierto tropical de La Guajira y Santa Marta		A2	A2
Zonobioma húmedo tropical de la Amazonia y Orinoquia	A2	A2	A2
Zonobioma húmedo tropical del Catatumbo	A2	A2	A2
Zonobioma húmedo tropical del Magdalena y Caribe	A2	A2	A2
Zonobioma húmedo tropical del Pacífico y Atrato		A2	A2
Zonobioma seco tropical del Caribe	A2	A2	A2

Aptitud baja (A3)

BIOMAS	Cultivos permanentes herbaceos	Caña panelera	Cultivos permanentes arbóreos	Plátano y banano	Palma de aceite	Pastos limpios	Pastos arbolados	Mosaico con espacios naturales	Plantación forestal	Herbazal denso de tierra firme
Halobioma del Caribe	A3		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
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	A3	A3
Litobiomas de la Amazonia y Orinoquia						A3		A3		A3
Orobioma bajo de Santa Marta y Macuira	A3		A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3
Orobioma de La Macarena						A3		A3		
Orobioma de San Lucas					A3	A3		A3		
Orobioma del Baudó y Darién						A3	A3	A3		A3
Orobioma medio de Santa Marta				A3		A3		A3		
Orobiomas altos de los Andes			A3			A3	A3	A3	A3	
Orobiomas azonales de Cúcuta	A3					A3	A3	A3		
Orobiomas azonales de Sogamoso						A3	A3	A3		
Orobiomas azonales del Valle del Patía				A3		A3	A3	A3		
Orobiomas azonales del Valle del Dagua						A3		A3		
Orobiomas bajos de los Andes	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3
Orobiomas medios de los Andes		A3	A3		A3	A3	A3	A3	A3	A3
Peinobiomas de la Amazonia y Orinoquia	A3		A3		A3	A3	A3	A3	A3	A3
Zonobioma alternohígrico y/o subxerofítico tropical del Alto Magdalena			A3		A3	A3	A3	A3		A3
Zonobioma alternohígrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca	A3	A3	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	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



Fuente: IDEAM et Al. 2014. Mapa de Coberturas de la Tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia. Período 2010-2012. Escala 1:100.000. IDEAM et.al 2015. Mapa nacional de ecosistemas escala 1:100.000. IDEAM et.al 2007. Mapa nacional de ecosistemas escala 1:100.000.
© UPRA, 2015.

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio variación cambio de cobertura

Fuentes de información

- Aguilera, I.; Monteagudo, S.; Castaños, J.; González-Jiménez, A., y Escudero, R. (23-26 de Septiembre de 2009). *Teledetección: Agua y Desarrollo sostenible. XIII Congreso de la Asociación Española de Teledetección.* (S. M. Fornos, Ed.) Recuperado de: <http://www.aet.org.es/congresos/xiii/cal99.pdf>
- Di Gregorio, A. (2005). *Sistema de Clasificación de la Cobertura de la Tierra–Conceptos de Clasificación y manual para el usuario.* Roma, Italia: FAO.
- Ideam. (2012). *Leyenda nacional de coberturas de la tierra: metodología Corine Land Cover, adaptada para Colombia, escala 1:100.000.* Bogotá: Ideam.
- _. (2016). *Mapa Bosque No Bosque- Área continental (Escala Fina LANDSAT) Año 2010.* Versión 5.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (Minagricultura). (2018). Resolución 261 de 2018 «*Por medio de la cual se define la frontera agrícola nacional y se adopta la metodología para la identificación general*». Recuperado de: < https://www.minagricultura.gov.co/busqueda/Paginas/results.aspx?k=Resoluci%C3%B3n%20261%20de%202018>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (MADS). (2018). *Bosques Territorios de Vida - Estrategia Integral de Control a la Deforestación y Gestión de los Bosques.* Bogotá D.C., Colombia: MADS, Ideam. IGAC, IAVH, INVEMAR, I. Sinchi e IIAP. (2015). *Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia.* Bogotá: MADS.
- Lambin, E. y Geist, H. (2006). *Land-Use and Land-Cover Change: Local Processes and Global Impacts.* Berlin: Springer-Verlag Berlin J.
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria. (UPRA). (2018). *Metodología para la identificación general de la frontera agrícola en Colombia*. Bogotá: UPRA.

2.5. Criterio amenaza por incendios de la cobertura vegetal

Ficha metodológica de criterio		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
Componente: socioecosistémico		
Criterio: amenaza por incendios de la cobertura vegetal		
Tipo de criterio	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Variables asociadas al criterio		
Mapa de amenaza total de incendios de la cobertura vegetal, donde se consideran las siguientes categorías: muy baja, baja, moderada, alta y muy alta. Este mapa es el resultado de la integración y evaluación de los siguientes factores: - Susceptibilidad de la vegetación a incendios de la cobertura vegetal - Precipitación - Temperatura - Velocidad del viento - Radiación solar - Frecuencia de incendios de la cobertura vegetal - Pendiente Este mapa es intermedio, que integra el "Mapa nacional de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal", desarrollado por Ideam en 2009.		

Definición

Probabilidad que posee un área cualquiera, de verse afectada por un incendio de la cobertura vegetal y cómo puede esta posibilidad afectar, en mayor o en menor medida, a los cultivos de pimentón establecidas en una zona determinada.

Importancia del criterio

Los incendios de la cobertura vegetal, son uno de los mayores peligros para cualquier tipo de cultivo, ya que estos eventos pueden llegar a afectar desde unos pocos individuos, hasta destruir un cultivo por completo, generando pérdidas económicas e impactos ambientales negativos en el suelo, la fauna y la flora cercana.

La amenaza total de incendios de la cobertura vegetal se debe entender como el peligro latente que representa la posible manifestación de este fenómeno, esta amenaza total se expresa como la probabilidad de que un evento de este tipo se presente con una cierta intensidad, en un sitio específico y en un tiempo determinado.

Limitantes de la evaluación del criterio

El mapa de amenaza total de incendios de la cobertura vegetal, es a escala 1:500.000, lo que generaliza la información, y resta exactitud en el análisis para la presente zonificación de aptitud.

Metodología de evaluación

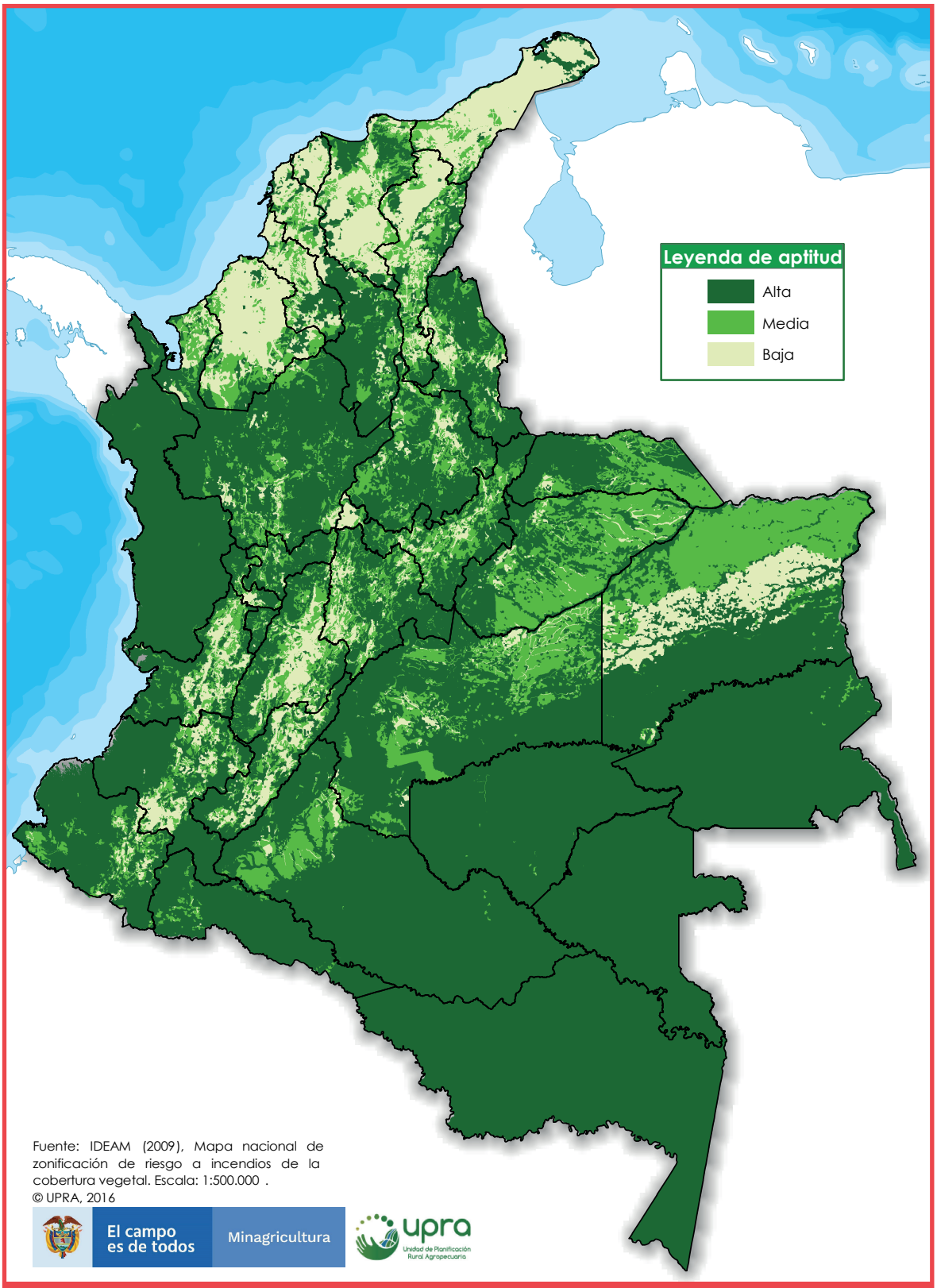
El criterio se construyó reclasificando las categorías del "Mapa de amenaza total de incendios de la cobertura vegetal", el cual relaciona factores tales como la susceptibilidad de la vegetación a incendios de la cobertura vegetal, precipitación, temperatura, velocidad del viento, frecuencia de incendios de la cobertura vegetal, pendientes y radiación solar; este mapa tiene por objeto identificar el grado de amenaza por incendios de la cobertura vegetal que posee el país (Ideam y CONIF, 2009). El criterio solo tiene tres categorías de aptitud (A1, A2 y A3).

Rangos para la asignación de valores de aptitud

Este criterio presenta los siguientes rangos de aptitud:

Categoría de amenaza	Descripción	Aptitud
Muy baja y baja	Áreas con mínima probabilidad de incendios de la cobertura vegetal	A1
Moderada	Áreas con moderada probabilidad de incendios de la cobertura vegetal	A2
Alta y muy alta	Áreas con alta probabilidad de incendios de la cobertura vegetal	A3

Representación cartográfica del criterio



Fuente: IDEAM (2009), Mapa nacional de zonificación de riesgo a incendios de la cobertura vegetal. Escala: 1:500.000 .

© UPRA, 2016

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio amenaza por incendios de la cobertura vegetal

Fuentes de información

- Ideam. (2009). *Mapa nacional de zonificación de riesgo a incendios de la cobertura vegetal, a partir de información temática e información complementaria y el aplicativo informático para automatizar las posteriores actualizaciones, escala 1:500.000*. Bogotá: Ideam.
- Ideam y Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal (CONIF) (2010). *Mapa nacional de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal - escala 1:500.000*, Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.



3. Fichas metodológicas del componente socioeconómico

3.1. Criterio infraestructura y logística

Ficha metodológica de criterio		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
Componente: socioeconómico		
Criterio: infraestructura y logística		
Tipo de criterio	Exclusión técnica	
	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, expresada 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 el acceso al recurso hídrico de los distritos de riego, 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: 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 del traslado de insumos desde sus fuentes y la distribución de 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 comunicación son más competitivas.

Limitantes de la evaluación del criterio

Las distancias no incluyen las condiciones, los costos, ni los tiempos de desplazamiento. La información disponible es de carácter general y muestran una aptitud de tipo espacial por ubicación estratégica.

La selección de los centros de servicios se realizó con base en las proyecciones de la población, realizadas por el DANE para 2014, estimadas a partir del censo de 2005.

Los centros de transformación en el país fueron identificados, basados en la experiencia de los técnicos de Minagricultura, los expertos de la UPRA y las validaciones o visitas de campo.

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: alta (A1), moderada (A2) y baja (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.

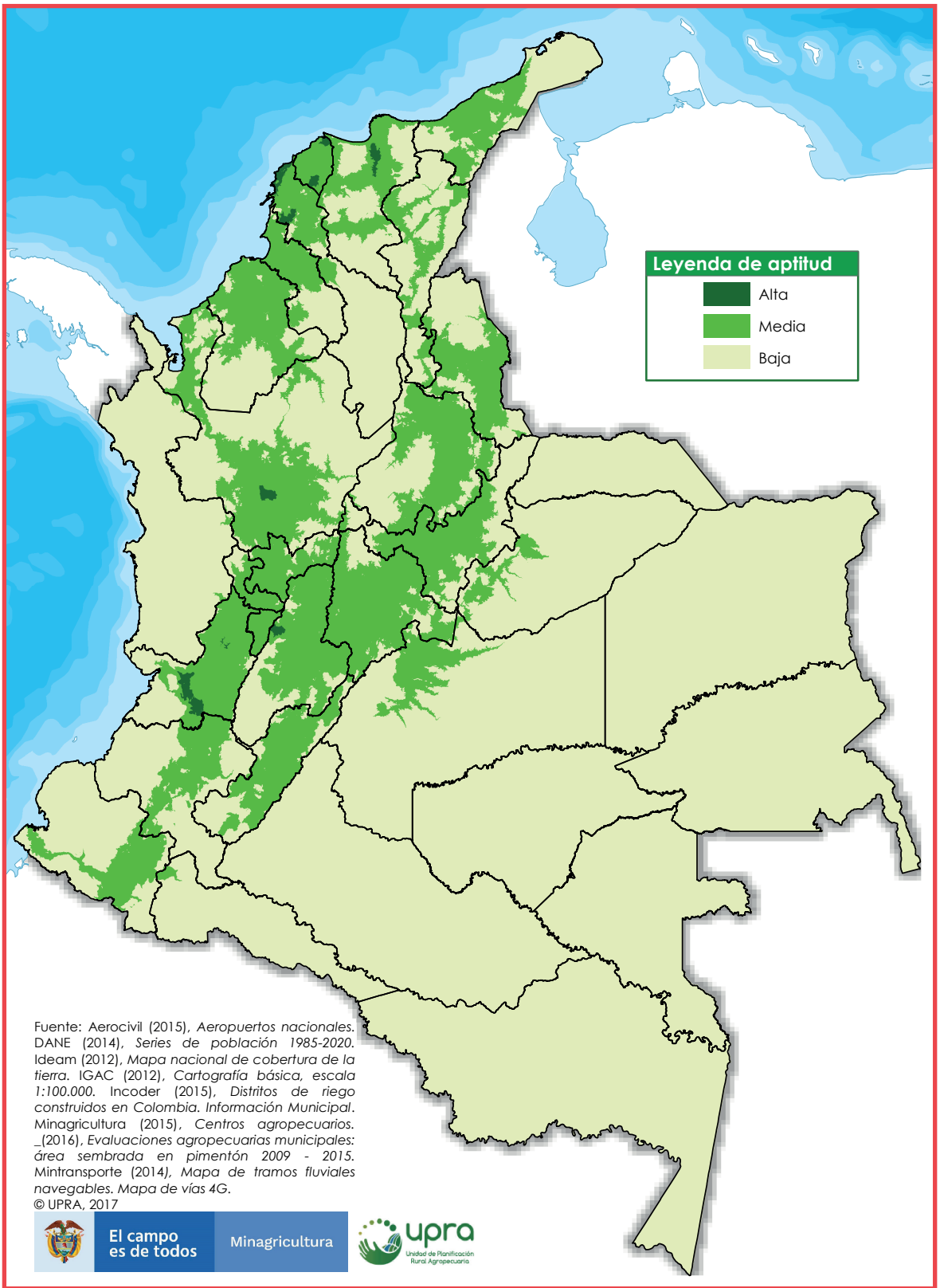
Los resultados de esta suma se agruparon en tres categorías de aptitud para el criterio:

Criterio	Aptitud		
	A1	A2	A3
Infraestructura y logística	Municipios con sumatoria de aptitud > 13	Municipios con sumatoria de aptitud entre 10 y 13	Municipios con sumatoria de aptitud < 10

Rangos para la asignación de valores de aptitud

Variables	Unidad de medida	Rangos de aptitud		
		A1	A2	A3
Existencia de cultivos	Hectáreas (ha) sembradas	> 26,5	6,60-26,5	< 6,60
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
Cercanía a centros de 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



Fuente: 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*. Incoder (2015), *Distritos de riego construidos en Colombia. Información Municipal*. Minagricultura (2015), *Centros agropecuarios*. _(2016), *Evaluaciones agropecuarias municipales: área sembrada en pimentón 2009 - 2015*. Mintransporte (2014), *Mapa de tramos fluviales navegables. Mapa de vías 4G*.

© UPRA, 2017

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Fuentes de información

- Aerocivil. (2015). *Aeropuertos nacionales*.
- DANE. (2014). *Series de población 1985-2020*. Recuperado de: <https://www.dane.gov. co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/series-de-poblacion>
- Ideam. (2012). Mapa nacional de cobertura de la tierra. Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Incoder. (2015). *Distritos de riego construidos en Colombia. Información municipal*.
- Minagricultura. (2015). Centros agropecuarios.
- _. (2016). *Evaluaciones agropecuarias municipales: área sembrada en pimentón 2009-2015.*
- Mintransporte. (2014). *Mapa de tramos fluviales navegables.*
- _. (2014). *Mapa de vías 4G*.

3.1.1. Variable existencia de cultivos

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
Componente: socioeconómico		
Criterio asociado: infraestructura y logística		
Variable: existencia de cultivos	**Unidad de medida:** hectáreas (ha)	
Tipo de criterio asociado	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

Definición

área sembrada con pimentón por municipio, expresada en hectáreas sembradas (ha).

Importancia de la variable

Incide en la percepción de los agentes económicos con respecto a la presencia de cultivos de pimentón, en donde existe infraestructura productiva y logística especializada para la cadena.

Existe una relación directa entre la existencia de cultivos y la aptitud del municipio: aquellos donde se registra mayor área sembrada de pimentón se consideran más competitivos porque ofrecen condiciones más propicias para el desarro-

llo de la actividad. Municipios con cultivos de pimentón 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.-

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: A1 (alta), A2 (media) y A3 (baja). No hay rangos de exclusión (N1) para la variable.

Promedio anual 2009-2015 de hectáreas sembradas en pimentón por municipio	Aptitud
> 26,5	A1
6,60-26,5	A2
< 6,60	A3

Limitantes de la evaluación de la variable

En la fuente de información usada se encontraron municipios sin registro de área sembrada. 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.

La información fuente (EVA 2009-2015), no obedece a un censo de áreas sembradas en pimentón por municipio, sin embargo, fue la base de datos más detallada en información para esta variable.-

Metodología de procesamiento de la información

1. Información:

Minagricultura. (2016). Evaluaciones agropecuarias municipales: Área sembrada en pimentón 2009-2015.

2. Precisiones de la información.

La información se utilizó tal y como está consolidada en la base de datos de Minagricultura, la cual reportó el número de hectáreas sembradas por municipio entre el 2009 y 2015.

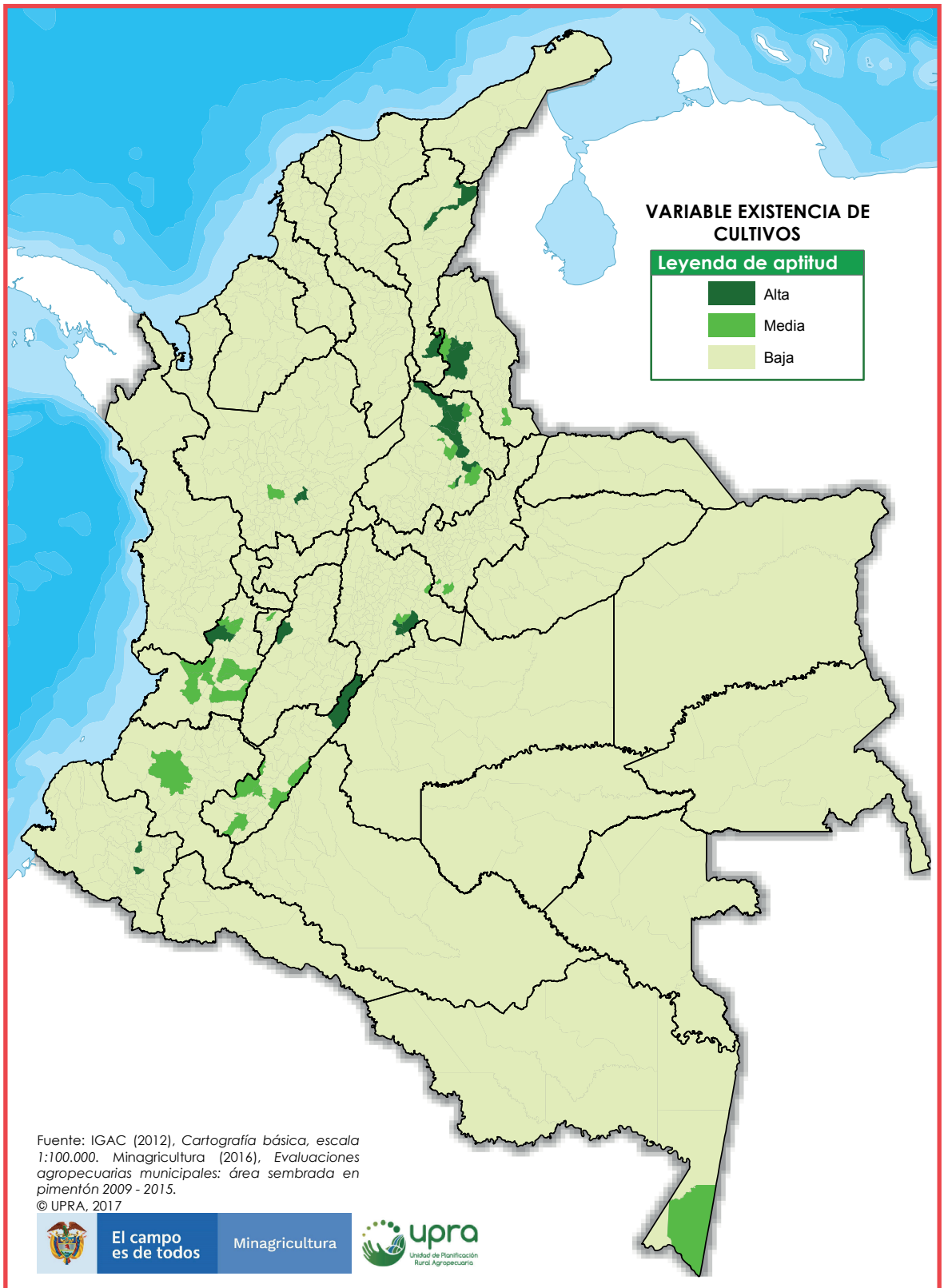
3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Para efectos de los análisis de la variable, se tomaron los valores promedio anual entre 2009 y 2015 de áreas sembrada con pimentón. Para definir el rango de aptitud media (A2) se trabajó con la desviación estándar la cual se sumó al valor mínimo cultivado por ha.

4. Clasificación de los municipios por aptitud.

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definieron de acuerdo con el promedio del área sembrada por municipio desde el 2009 al 2015.

Representación cartográfica de la variable



Fuente: IGAC (2012), *Cartografía básica, escala 1:100.000.* Minagricultura (2016), *Evaluaciones agropecuarias municipales: área sembrada en pimentón 2009 - 2015.*

© UPRA, 2017

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio infraestructura y logística

Fuentes de información

- IGAC. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Minagricultura. (2016). *Evaluaciones agropecuarias municipales:* Área sembrada en pimentón 2009-2015.

3.1.2. Variable cercanía a centros de servicios

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
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 oportunidades de contacto e interacción relacionada a la obtención de insumos básicos requeridos en el proceso productivo, como soldador, ferretería, mangueras y 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 del cultivo de pimentón, al facilitar la movilidad de su aparato productivo.

La cercanía, en términos de transporte, viene determinada como consecuencia de la oferta y estado de las redes de transporte vial y fluvial. Cuando la red de transporte es suficiente y en buen estado, el tiempo de recorrido hasta los centros de servicios es menor, por tanto, los municipios serán más competitivos en comparación con aquellos que disponen de una red en mal estado, escasa o inexistente.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado

Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo con el tiempo de desplazamiento hasta los centros de servicios: alta (A1); media (A2) y baja (A3). No hay rangos de exclusión (N1) para la variable.

Tiempo de desplazamiento (horas)	Aptitud
≤ 2	A1
2-4	A2
> 4	A3

Se identificaron 246 centros de servicios en el país; los más importantes fueron Bogotá, Medellín y Cali. Por otra parte, la región Andina mostró mayor aptitud, mientras que las regiones de la Orinoquía y la Amazonía tuvieron 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, existe una relación directa entre el número de habitantes y la presencia de centros de servicios.

La selección de los centros de servicios se realizó con base en las proyecciones de la población realizadas por el DANE para el año 2014 estimada a partir del censo de población del año 2005.

Metodología de procesamiento de la información

1. Información.

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

DANE. 2014. Series de población 1985-2020.

Mintransporte. (2014). Mapa de tramos fluviales navegables y mapa de vías 4G.

2. Precisiones de la información.

Se organizaron los datos de mayor a menor, identificando los municipios con más de 30.000 habitantes, luego se utilizó 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.

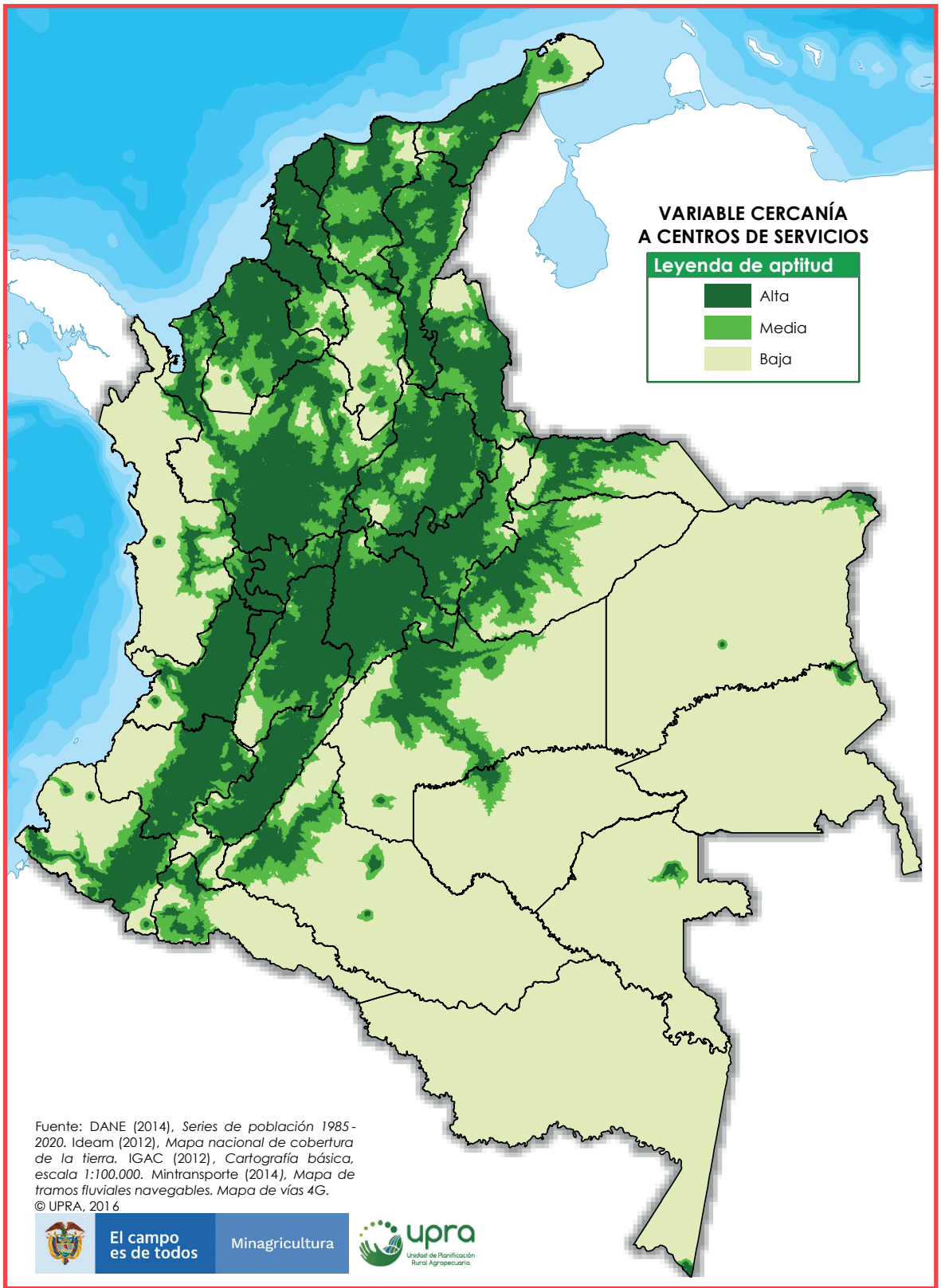
3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

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 menor a 30.000 habitantes, debido a que allí se localizan los principales centros de servicios de los departamentos.

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 hasta los centros de servicios. Centros de servicios a menos de dos horas implica que se requiere de menos de medio día para acceder a los servicios y regresar al lugar de origen. Centros de servicios entre dos y cuatro 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 cuatro 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



Fuente: DANE (2014), *Series de población 1985-2020*. Ideam (2012), *Mapa nacional de cobertura de la tierra*. IGAC (2012), *Cartografía básica, escala 1:100.000*. Mintransporte (2014), *Mapa de tramos fluviales navegables. Mapa de vías 4G*.

© UPRA, 2016

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio infraestructura y logística

Fuentes de información

- DANE. (2014). *Series de población 1985–2020*. Recuperado de: <https://www.dane.gov. co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/series-de-poblacion>
- Ideam. (2012). *Mapa Nacional de cobertura de la tierra.* Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Mintransporte. (2014). *Mapa de tramos fluviales navegables y mapa de vías 4G.*

3.1.3 Variable cercanía a puertos marítimos

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
Componente: socioeconómico		
Criterio asociado: infraestructura y logística		
Variable: cercanía a puertos marítimos	**Unidad de medida:** tiempo de desplazamiento en horas	
Tipo de criterio asociado	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

Definición

Facilidad con la que se puede alcanzar un sitio, en este caso, un puerto marítimo, desde otros puntos en el territorio. En este sentido, sintetiza las facilidades de desplazamiento del aparato productivo hacia puertos marítimos para realizar operaciones de comercio internacional.

Para efectos de la zonificación, esta variable se incorporó como el área de influencia para un tiempo de desplazamiento (isócronas) hasta los puertos marítimos dado que este producto tiene una clara vocación exportadora.

Importancia de la variable

Incide en la percepción de los agentes económicos frente a la potencialidad de realizar operaciones de comercio internacional en especial exportación, que beneficien la competitividad de la cadena.

Sintetiza las oportunidades de interacción de los municipios con los puertos marítimos. Municipios más cercanos a los puertos marítimos, tendrán mayor aptitud para interactuar en modelos de mercado internacional.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado

Los rangos de aptitud para la espacialización de la variable, se clasificaron de acuerdo con el tiempo de desplazamiento a los puertos marítimos: A1 (alta); A2 (media) y A3 (baja). No hay rango de exclusión (N1) para la variable.

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. El puerto de Tumaco genera influencia positiva en el sur del país. Regiones como la Orinoquía y la Amazonía tienen el menor grado de aptitud 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 marítimos, no incluye los costos de transporte a través de la red vial; la aptitud se concentra en la ubicación geográfica.

Metodología de procesamiento de la información

1. Información

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

Mintransporte. (2014). Tramos red vial nacional y departamental, 2014.

Mintransporte. (2014). Información portuaria, 2014.

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 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.

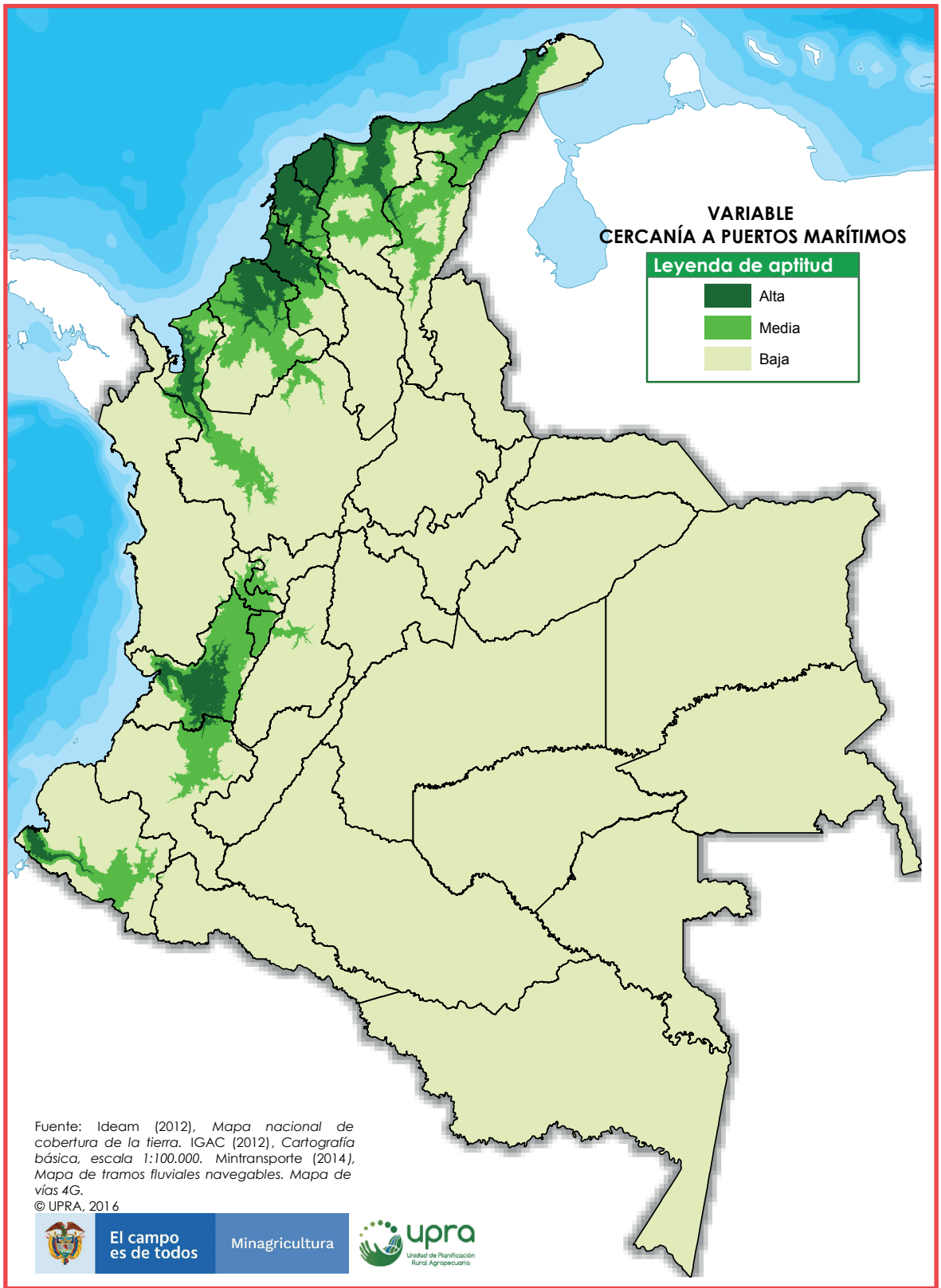
La localización de los puertos marítimos son los puntos de referencia a partir de los cuales se estima el área de influencia para un tiempo de desplazamiento determinado. La información de la localización de dichos puertos corresponde a 2014.

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 mayor tiempo para el desplazamiento hasta acceder a los servicios portuarios. Puertos marítimos a más de cuatro horas implica la necesidad de disponer de más horas para desplazamiento para acceder a los servicios portuarios de comercio internacional.

Esta variable tiene menor aptitud entre mayor sea el tiempo y la distancia necesaria en llegar al puerto marítimo, además a una mayor distancia el costo de transporte incrementa lo que disminuye la ventaja competitiva de la que se disponga.

Representación cartográfica de la variable



Fuente: Ideam (2012), *Mapa nacional de cobertura de la tierra.* IGAC (2012), *Cartografía básica, escala 1:100.000.* Mintransporte (2014), *Mapa de tramos fluviales navegables. Mapa de vías 4G.*

© UPRA, 2016

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio infraestructura y logística

Fuentes de información

- Ideam. (2012). *Mapa Nacional de cobertura de la tierra*. Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Mintransporte. (2014). *Mapa de tramos fluviales navegables y mapa de vías 4G.*

3.1.4 Variable presencia de aeropuertos

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
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

Facilidad con la que se puede alcanzar un puerto aéreo internacional desde otros puntos en el territorio. Sintetiza las facilidades de desplazamiento del aparato productivo, con miras a la exportación.

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 fitosanitarios y zoosanitarios, así como servicios de sanidad general.

Igualmente, el orden de importancia de cada aeropuerto se define de acuerdo con cuantas de las 32 líneas aéreas con cupos de carga que operan en Colombia, (al 2014) están presentes en cada puerto aéreo. Para efectos de la zonificación, esta variable se incorpora de acuerdo con la clasificación establecida por la Aeronáutica Civil.

Importancia de la variable

Incide en la competitividad para el desarrollo de la explotación comercial de pimentón 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 clase 1, 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.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado

Los rangos para la espacialización de la variable se catalogaron de acuerdo con la clasificación que da la Aeronáutica Civil a los aeropuertos del país: categoría A (A1); categoría B (A2) y categoría C (A3).

Municipios de acuerdo con 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). Mapa de tramos fluviales navegables y mapa de vías 4G

Proexport. (2012). Infraestructura y logística.

Aerocivil. (2015). Servicios aeropuertos colombianos.

1. Precisiones de la información.

La Aerocivil, es la entidad oficial encargada en manejar la base de datos con información actualizada.

2. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

A continuación, se listan los municipios donde están ubicados los aeropuertos de acuerdo con la clasificación establecida:

Clase 1: Bogotá. Aeropuerto El Dorado

Ríonegro. Aeropuerto José María Córdova

Cali. Aeropuerto Alfonso Bonilla Aragón

Barranquilla. Ernesto Cortissoz

Clase 2: Medellín. Aeropuerto Olaya Herrera

Cartagena. Aeropuerto Rafael Núñez

Pereira. Aeropuerto Matecaña

Bucaramanga. Aeropuerto Palonegro

San Andrés. Aeropuerto Gustavo Rojas Pinilla

Cúcuta. Aeropuerto Camilo Daza

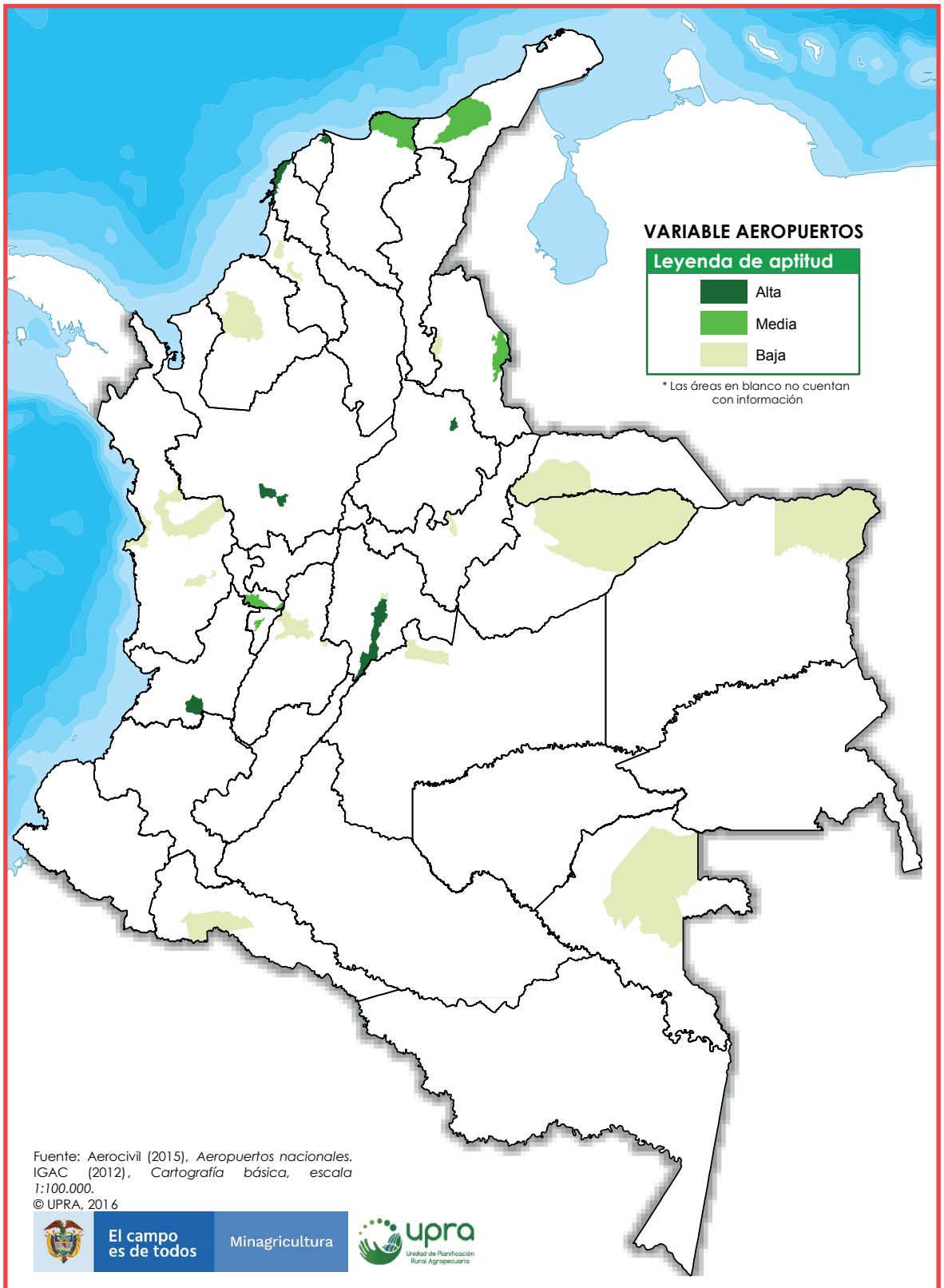
Categoría A se define como Clase 1, Categoría B es clase 2 y Categoría C es donde hay pista de aterrizaje.

3. Clasificación de los municipios por aptitud competitiva.

Municipios donde están ubicados los aeropuertos de acuerdo con la clasificación establecida.



Representacion cartográfica de la variable



Criterio infraestructura y logística

Fuentes de información

- Aerocivil. (2015). *Aeropuertos Nacionales.*
- IGAC. (2012a). 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 pimentón**	
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 isócronas (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 se desarrolla para llevar productos al consumidor con mejores cualidades que aumentan su calidad y presentación.

Se identificaron los principales puntos de transformación, empaque y comercialización en el país lo que generó el grado de aptitud, dependiendo de la cercanía a 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 lo que definió las categorías de aptitud: alta (A1); media (A2) y baja (A3). No hay rangos de exclusión (N1) para la variable.

Tiempo de desplazamiento (horas)	Aptitud
≤ 2	A1
2-4	A2
> 4	A3

Limitantes de la evaluación de la variable

El algoritmo utilizado para la estimación de los tiempos de desplazamiento desde los centros de comercialización y empaque, no incluye los costos de transporte a través de la red vial.

La base utilizada muestra centros de comercialización y empaque solo en 62 municipios y sus registros están integrados por grandes empresas agroindustriales y por las plazas de mercado más importantes a nivel municipal.

La información utilizada se basó en la experiencia de los técnicos de Minagricultura y expertos de la UPRA, con reportes de Asohofrucol y las validaciones en campo para construir el directorio de empresas.

Metodología de procesamiento de la información

1. Información.

Asohofrucol. (2015). Centros de Transformación, empaque y comercialización

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

Mintransporte. (2014). Mapa de tramos fluviales navegables y mapa de vías 4G.

2. Precisiones de la información.

La metodología de isócronas empleadas por la UPRA involucra todos los tipos de vías terrestres y sus pendientes dado su influencia en la velocidad del transporte.

Tipos de vías terrestres empleadas en el algoritmo de isócronas:

Tipo 1: pavimentada, carretera de dos o más carriles, transitable todo el año.

Tipo 2: sin pavimentar, carretera de dos o más carriles, transitable todo el año.

Tipo 3: pavimentada, carretera angosta, transitable todo el año.

Tipo 4: sin pavimentar, carretera angosta, transitable todo el año.

Tipo 5: sin pavimentar, transitable en tiempo seco.

Tipo 6: sin afirmado, transitable en tiempo seco.

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.

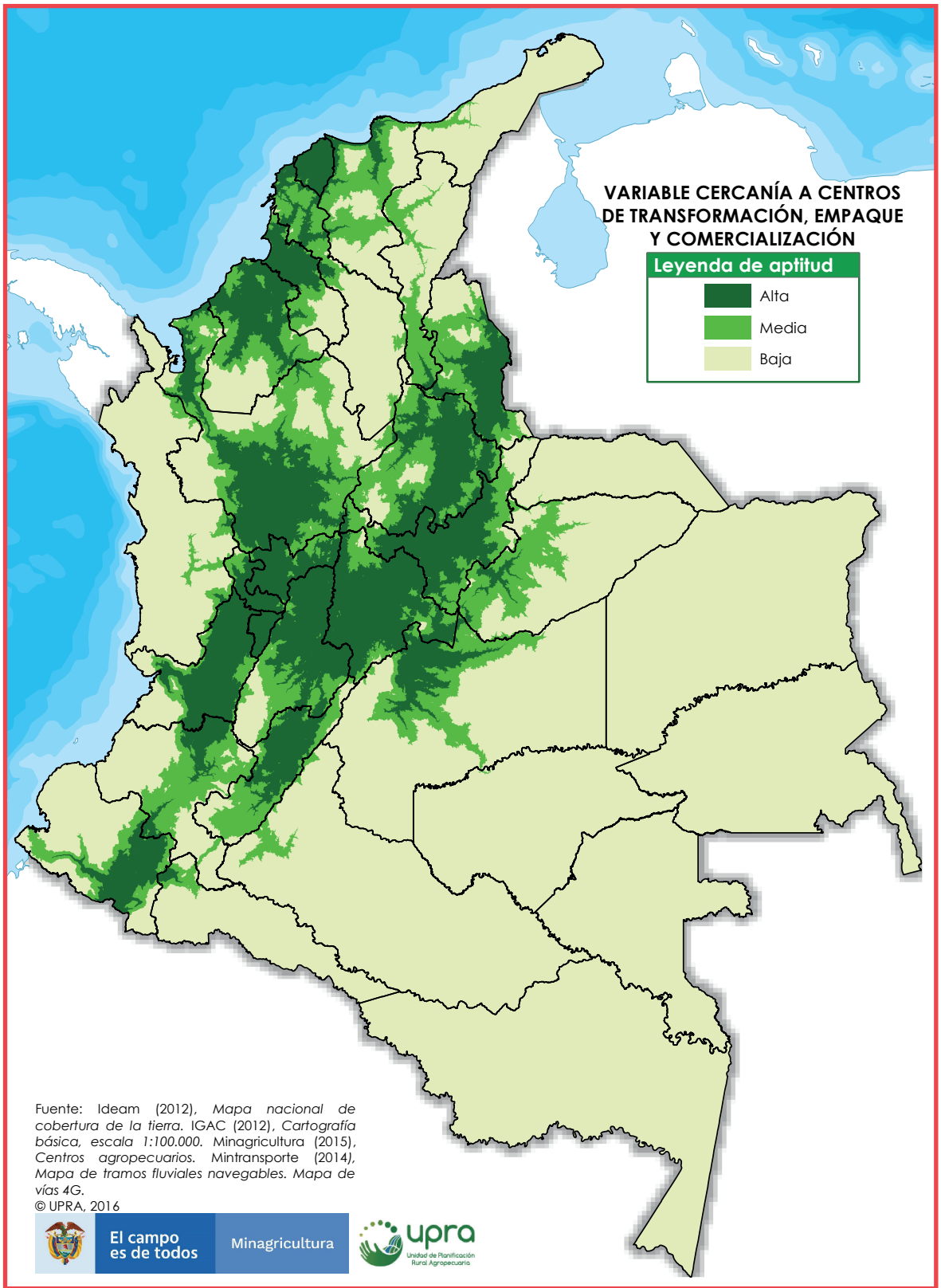
4. Clasificación de los municipios por aptitud competitiva.

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 con base en 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



Fuente: Ideam (2012), *Mapa nacional de cobertura de la tierra.* IGAC (2012), *Cartografía básica, escala 1:100.000.* Minagricultura (2015), *Centros agropecuarios.* Mintransporte (2014), *Mapa de tramos fluviales navegables. Mapa de vías 4G.*

© UPRA, 2016

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio infraestructura y logística

Fuentes de información

- Asohofrucol. (2015). *Centros de transformación, comercialización y empaque.*
- Ideam. (2012). *Mapa nacional de la cobertura de la tierra.* Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá. IGAC.
- Minagricultura. (2015). *Centros agropecuarios*.
- Mintransporte. (2014). *Mapa de tramos fluviales navegables y mapa de vías 4G.*

3.1.6 Variable distritos de riego

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
Componente: socioeconómico		
Criterio asociado: infraestructura y logística		
Variable: distritos de riego	**Unidad de medida:** tamaño del dis	
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 presencia de un distrito de adecuación de riego contribuye en gran medida al mejoramiento de las actividades productivas agrícolas, ya que se garantiza el suministro permanente de agua a los cultivos principalmente en épocas de sequias. También mejora las condiciones de vida de la población rural al obtener mejores cosechas que representan mayores ingresos, e incluso contribuye a mantener la seguridad alimentaria de los pobladores del área de influencia de este tipo de infraestructura. Su implementación se basa en la Ley 41 de 1993.

De acuerdo con los lineamientos de la 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.

Los distritos de riego en Colombia están catalogados por su capacidad de irrigación, así: pequeña, media y gran Irrigación según las hectáreas beneficiadas.

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: alta (A1); media (A2) y baja (A3). No hay rango de exclusión (N1) para la variable.

Tamaño	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 se encuentran en funcionamiento. Tampoco se tiene fácil acceso a la información de los distritos de riego privados.

Metodología de procesamiento de la información

1. Información.

Incoder. (2015). Distritos de riego construidos en Colombia. Información municipal.

2. Precisiones de la información.

La base de datos empleada en el análisis sobre los distritos de riego a nivel nacional, es de propiedad del Incoder al año 2015.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Se tuvo en cuenta los alcances de los distritos de riego de acuerdo con su área de irrigación en pequeña, mediana y gran irrigación.

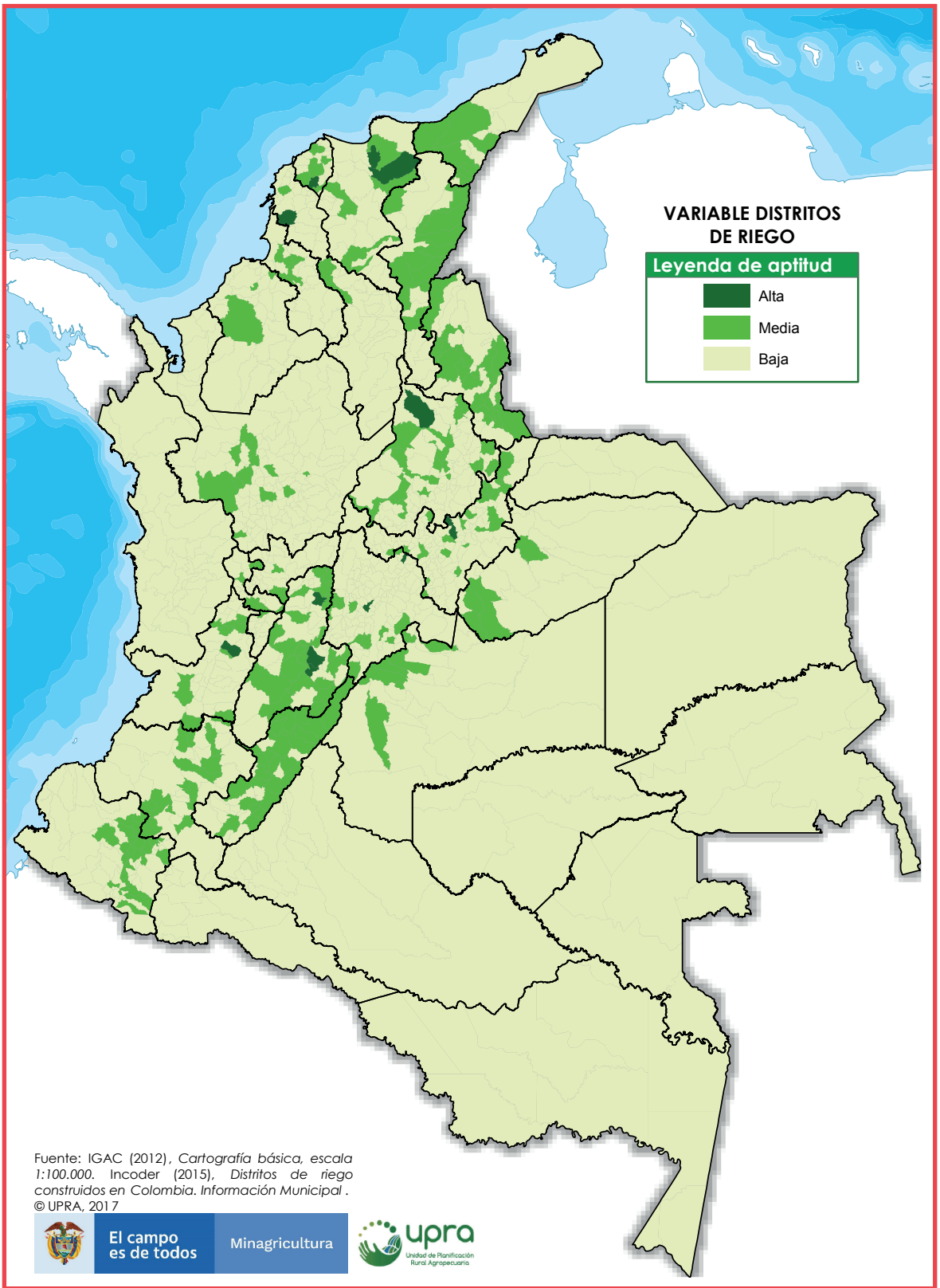
4. Cálculo del indicador de la medición de la competitividad y rangos.

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definieron teniendo en cuenta los tamaños de los distritos.

5. Clasificación de los municipios por aptitud.

Los distritos de riego de gran tamaño se encuentran en aptitud alta (A1), mientras los de mediana y pequeña irrigación se encuentran en aptitud media (A2). Donde no existe irrigación, se considera aptitud baja (A3).

Representación cartográfica de la variable



Fuente: IGAC (2012), *Cartografía básica, escala 1:100.000.* Incoder (2015), *Distritos de riego construidos en Colombia. Información Municipal* .
© UPRA, 2017

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio infraestructura y logística

Fuentes de información

- IGAC (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Incoder. (2015) *Distritos de riego construidos en Colombia. Información municipal.*



3.2 Criterio mercado laboral

Ficha metodológica de criterio		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
Componente: socioeconómico		
Criterio: mercado laboral		
Tipo de criterio	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Variables asociadas al criterio		
• Cercanía a vías 4G. • Población en edad de trabajar (PET20-64). • Variable años promedio de escolaridad. • Variable oferta educativa a nivel técnico, tecnológico y profesional en áreas agropecuarias		

Definición

Identifica condiciones que afectan, positiva o negativamente, la disponibilidad de mano de obra para las necesidades del cultivo de pimentón 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 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. A su vez, para los cultivos hortofrutícolas la recolección en su gran mayoría se hace manualmente

Limitantes de la evaluación del criterio

No toda la población en edad de trabajar está vinculada al mercado laboral porque puede estar dedicada a actividades escolares (estudiantes), al hogar, vivir de las rentas o pertenecer a algún régimen prepensional por alguna discapacidad laboral, entre otras razones, así como actividades informales como el mototaxismo.

Aun cuando es más preciso utilizar en la zonificación la población económicamente activa (PEA), que es la que realmente está vinculada al mercado laboral, la información obtenida 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. Para cada categoría de aptitud se realizó una reclasificación numérica, la cual consiste en asignar un peso o valor así: A1 = 3; A2 = 2 y A3 = 1.

Para el caso del cultivo de pimentón, las variables tenidas en cuenta dentro del criterio tuvieron el mismo peso. Los resultados de cada variable se agruparon en tres categorías de aptitud para el criterio, donde los rangos se definieron con base en un árbol de decisión, como se presentan en la siguiente tabla:

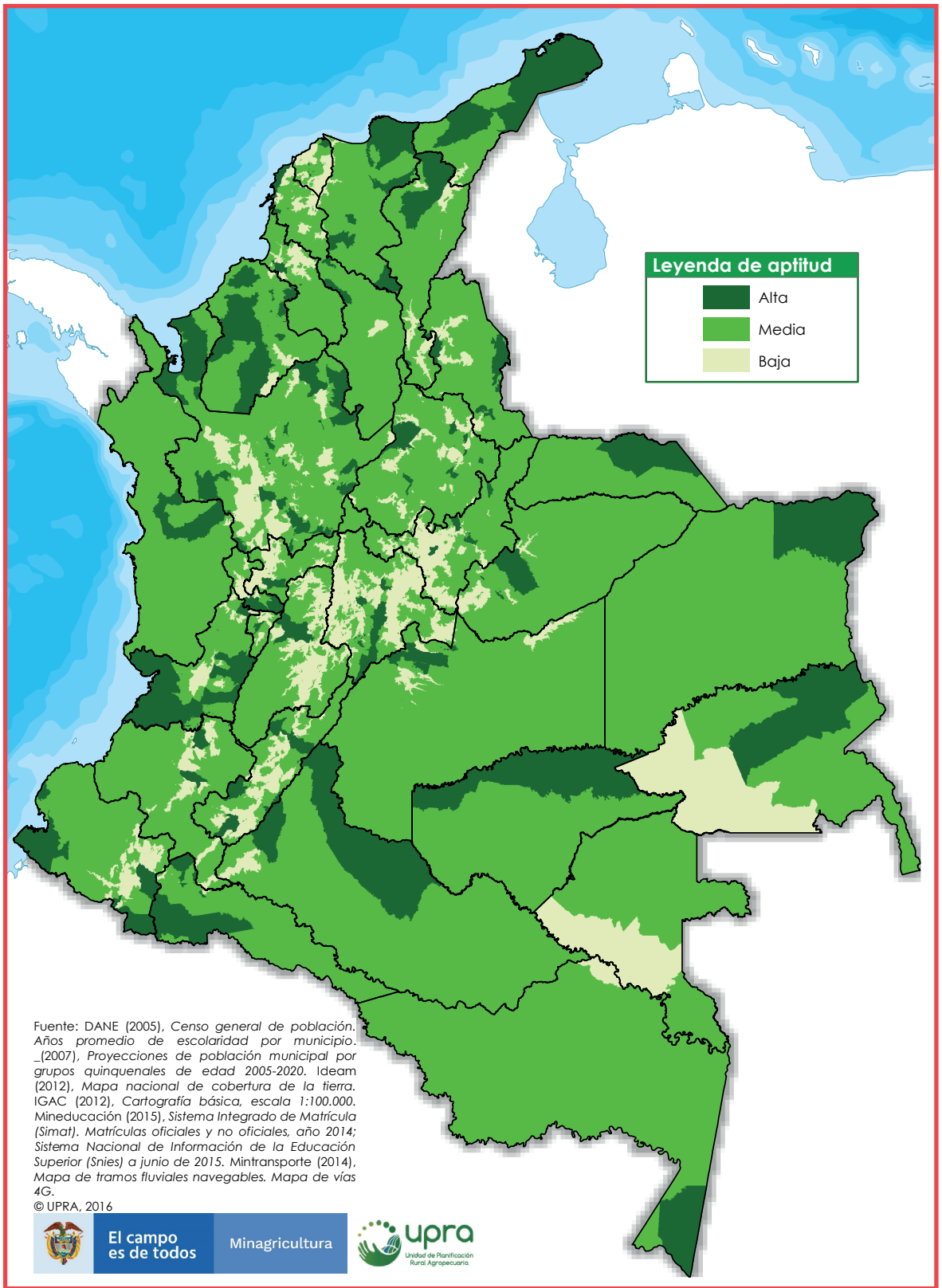
Criterio	Aptitud		
	A1	A2	A3
Mercado laboral	Municipios con sumatoria de aptitud > 9	Municipios con sumatoria de aptitud entre 7 y 9	Municipios con sumatoria de aptitud < 7

Los municipios más competitivos en términos de la caracterización del mercado laboral son 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. En el análisis el 2,9 % del territorio nacional continental presentó alta competitividad dentro del criterio y el 58,4 % mostró 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 ($PET_{20\text{-}64}$)	Índice de competitividad (IC)	> 0,01015	0,00419-0,01015	< 0,00419
	Personas	> 50.000	20.000- 50.000	< 20.000
Años promedio de escolaridad	Índice de competitividad (IC)	> 0,6510	0,3835- 0,6510	< 0,3835
	Años	> 5	3-5	< 3
Oferta educativa a nivel técnico, tecnológico y profesional en áreas agropecuarias	Número de programas	> 4	2-3	0-1

Representación cartográfica del criterio



Fuente: 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, escala 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. Mapa de vías 4G.*

© UPRA, 2016

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio mercado laboral

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. (2012). *Mapa nacional de cobertura de la tierra.* Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Mineducación. (2015) *Sistema integrado de matrículas (Simat). Matrículas oficiales y no oficiales, año 2014.*
- Mintransporte. (2014b). *Mapa de tramos fluviales navegables y mapa de vías* 4G.

3.2.1 Variable cercanía a vías 4G

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
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 4G, desde otros puntos en el territorio. Sintetiza las facilidades de desplazamiento de mano de obra hacia los puntos donde se construyen vías 4G en busca de mejores opciones de ingreso.

Para efectos de la zonificación esta variable se incorpora como el área de influencia para un tiempo de desplazamiento (isócronas) hasta las vías 4G que están en construcción y que puedan emplear buena parte de la mano de obra utilizada en cultivos como el de pimentón.

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 como otras actividades, como la construcción de obras civiles afecta 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 sitios donde se desarrollan dichas actividades.

Existe una relación entre la cercanía a obras de carreteras 4G y la aptitud del municipio. Un municipio más cercano a los tramos donde se construyen las vías, es menos competitivo para el cultivo de pimentón porque cuenta con alternativas de mayores ingresos que los generados por la actividad agrícola.

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 4G: alta (A1); media (A2) y baja (A3). No hay rangos de exclusión (N1) para la variable.

Tiempo de desplazamiento (horas)	Aptitud
> 2	A1
1-2	A2
< 1	A3

Limitantes de la evaluación de la variable

La información obtenida, presenta los tramos de construcción de las vías 4G, desde el área del municipio donde comienza la obra hasta el municipio donde termina. Es claro que el trayecto de la vía incluye el área de los municipios que se encuentran entre el punto inicial y final de la obra proyectada.

Metodología de procesamiento de la información

1. **Información.**

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

Mintransporte. (2014). Mapa de tramos fluviales navegables y mapa de vías 4G.

Construcción de base de datos de las vías proyectadas de 4G por 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.**

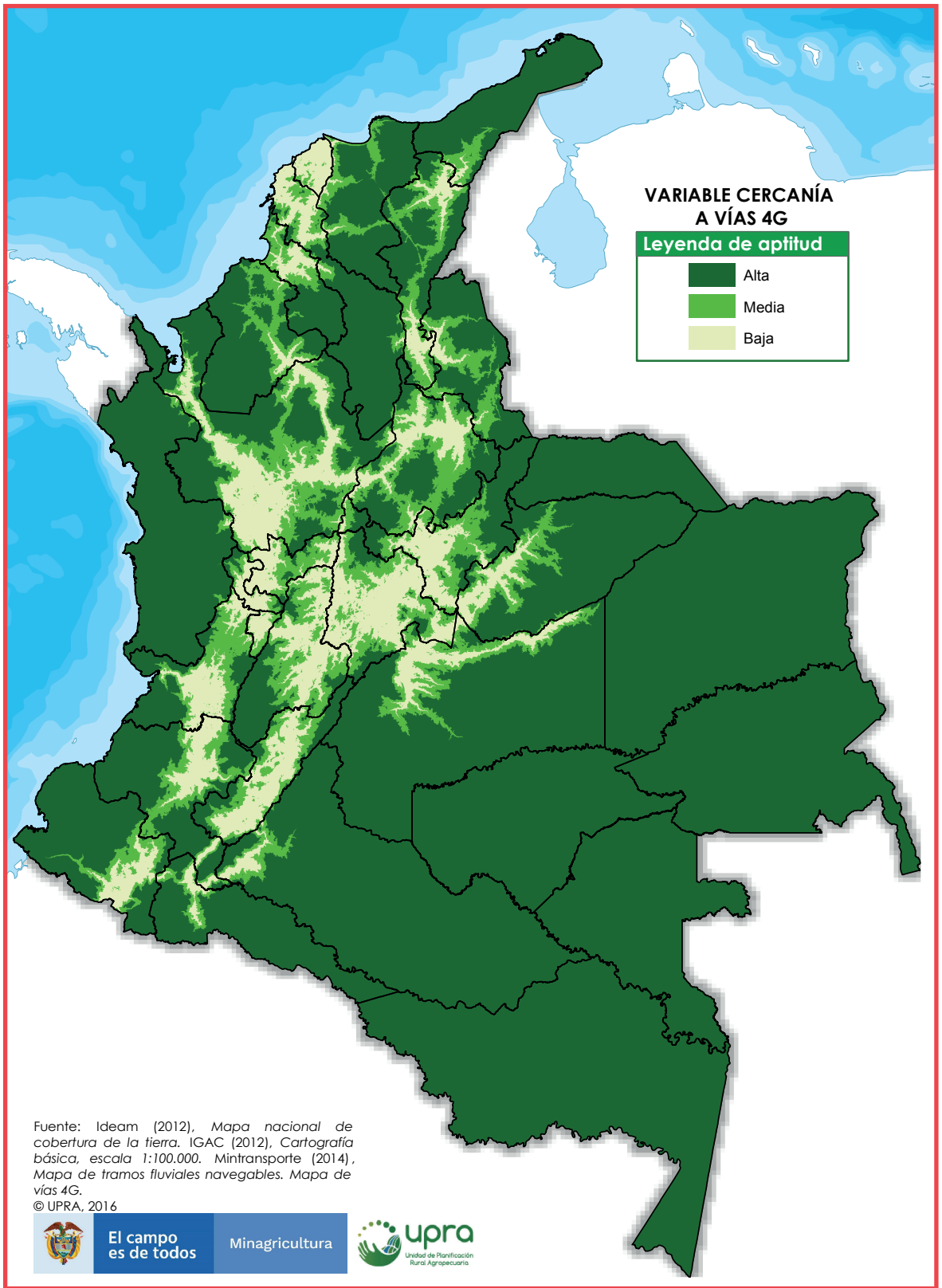
Se tomó la información del Minhacienda, el Instituto Nacional de Vías y los estudios prospectivos de ANI en el 2015, constituyéndose éstos en los puntos de referencia para la construcción de isócronas.

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 de la mano de obra hasta los centros de construcción de las vías 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 hora 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



Fuente: Ideam (2012), *Mapa nacional de cobertura de la tierra.* IGAC (2012), *Cartografía básica, escala 1:100.000.* Mintransporte (2014), *Mapa de tramos fluviales navegables. Mapa de vías 4G.*

© UPRA, 2016

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio mercado laboral

Fuentes de información

- Ideam. (2012). *Mapa nacional de cobertura de la tierra*. Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Mintransporte. (2014). *Mapa de tramos fluviales navegables y mapa de vías 4G*.

3.2.2. Variable población en edad de trabajar (PET_{20-64})

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
Componente: socioeconómico		
Criterio asociado: mercado laboral		
Variable: población en edad de trabajar (PET_{20-64})	**Unidad de medida:** tiempo de desplazamiento en horas	
Tipo de criterio asociado	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

Definición

Personas de determinada edad a partir de la cual se consideran que 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 pimentón.

Existe una relación directa entre la población en edad de trabajar y la aptitud del municipio. Municipios con una mayor PET_{20-64} muestran a los agentes económicos mejores opciones de mano de obra (oferta laboral) que podría ser aprovechada para el desarrollo de la explotación comercial de pimentón.

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: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

Índice de competitividad (IC)	Personas	Aptitud
> 0,01015	> 50.000	A1
0,00419-0,01015	20.000-50.000	A2
< 0,00419	< 20.000	A3

Limitantes de la evaluación de la variable

No toda la población en edad de trabajar está vinculada al mercado laboral porque puede estar dedicada a otro tipo de actividades como: actividades escolares (estudiantes) y actividades del hogar principalmente. Asimismo, algunas personas pueden vivir de las rentas o pertenecer a un régimen pensional (regímenes especiales) o pueden recibir algún tipo de pensión por alguna discapacidad laboral, entre otras razones.

Los indicadores no tienen en cuenta las migraciones internas que se suceden en el país especialmente de población campesina apta o experta en el trabajo en el cultivo de pimentón.

Metodología de procesamiento de la información

5. Información.

DANE. (2007b). Proyecciones de población 2005-2020.

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

6. Precisiones de la información.

La información fuente para la estimación de la $PET_{20\text{-}64}$ se hizo 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 cinco años.

7. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Se calculó la relación entre la $PET_{20\text{-}64}$ con respecto al total de la población municipal proyectada para el 2014. Cálculo del indicador de la medición de la competitividad y rangos.

El IC es un valor numérico que compara las capacidades (expresadas en variables) de los municipios que tiene el potencial para generar el desarrollo de cultivos hortofrutícolas.

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

donde:

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

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

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

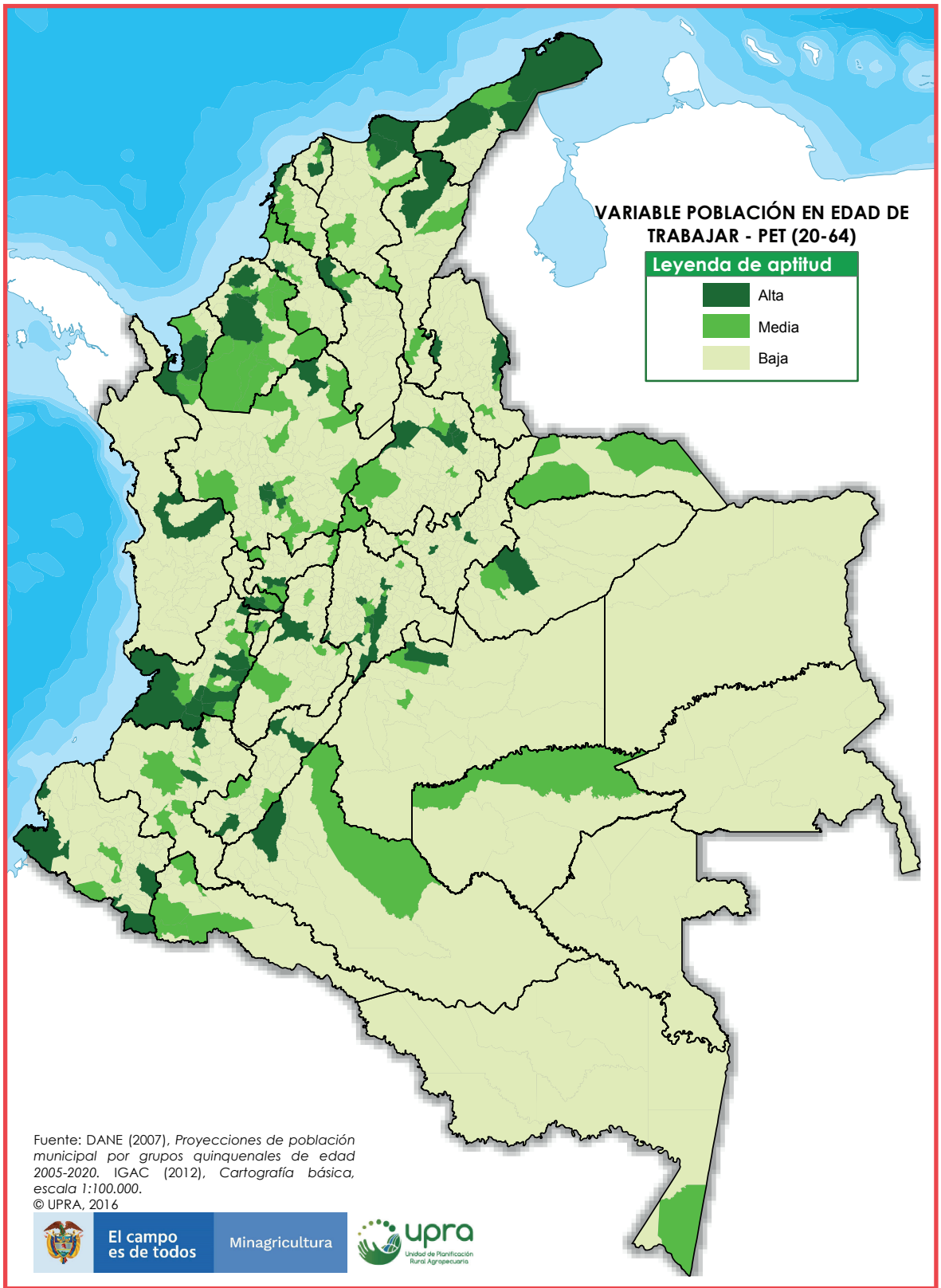
El IC, para esta variable en cualquier municipio, toma valores entre 0 y 1.

8. 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 $PET_{20\text{-}64}$ 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



Fuente: DANE (2007), *Proyecciones de población municipal por grupos quinquenales de edad 2005-2020.* IGAC (2012), *Cartografía básica, escala 1:100.000.*

© UPRA, 2016

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio mercado laboral

Fuentes de información

- DANE. (2007b). *Proyecciones de población municipal por grupos quinquenales de edad 2005-2020*. Recuperado de: <https:// www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/ proyecciones-de-poblacion>
- IGAC. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

3.2.3. Variable años promedio de escolaridad

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
Componente: socioeconómico		
Criterio asociado: mercado laboral		
Variable: años promedio de escolaridad	**Unidad de medida:** A. Índice de competitividad (IC) B. Años	
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 pimentón.

Los municipios en donde su población tiene un mayor número de años aprobados generan condiciones en las cuales la mano de obra cuenta con mayores habilidades para asimilar capacidades y transferir conocimientos que benefician el desarrollo de la explotación comercial de los productos que componen la cadena.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado

Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud competitiva: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

Índice de competitividad (IC)	Número de años promedio de escolaridad en el municipio	Aptitud
> 0,6510	> 5	A1
0,3835-0,6510	3-5	A2
< 0,3835	< 3	A3

Limitantes de la evaluación de la variable

La información disponible a la fecha corresponde a los cálculos realizados por el DANE a partir de los datos del "Censo general de población y vivienda" de 2005. Lo anterior presenta una década de atraso y no refleja el impacto de las políticas públicas educativas implementadas en años recientes.

Metodología de procesamiento de la información

9. Información.

DANE. (2005). Censo general población.

10. 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 cinco años de básica primaria.

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

El IC es un valor numérico que compara las capacidades (expresadas en variables) de los municipios que tiene el potencial para generar el desarrollo sostenible de la explotación comercial hortofrutícola.

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

donde:

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

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

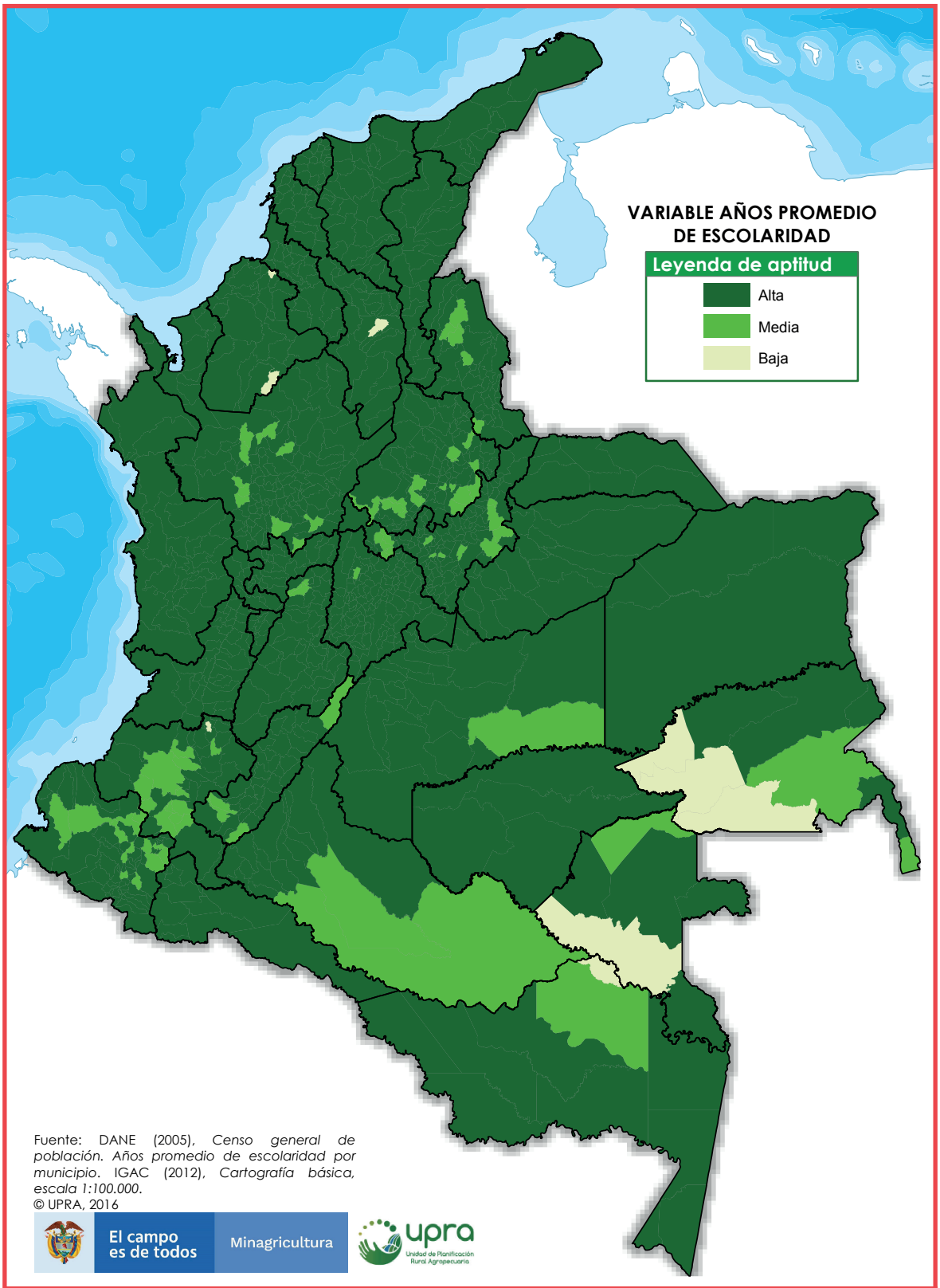
MÁX: valor máximo existente de la variable en los municipios del país.

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

12. 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



Fuente: DANE (2005), *Censo general de población. Años promedio de escolaridad por municipio*. IGAC (2012), *Cartografía básica, escala 1:100.000.*

© UPRA, 2016

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio mercado laboral

Fuentes de información

- DANE (2005) *Censo general de población. Años promedios de escolaridad por municipio.* Bogotá: DANE. Recuperado de: <https:// www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censogeneral-2005-1>

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

3.2.4. 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 pimentón**	
Componente: socioeconómico		
Criterio asociado: mercado laboral		
Variable: oferta educativa a nivel técnico, tecnológico y profesional en áreas agropecuarias	**Unidad de medida:** número de programas	
Tipo de criterio asociado	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

Definición

Existencia de programas de formación académica, en las áreas del conocimiento de las ciencias agronómicas, forestales, 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 del cultivo de pimentón.

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 directa a la oferta educativa a nivel técnico, tecnológico y profesional en áreas agrícolas y afines en los mismos.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado

Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud competitiva: alta (A1); media (A2) y baja (A3). No hay rangos de exclusión (N1) para la variable.

Número de programas de formación académica, técnica, tecnológica y profesional, con modalidad presencial por municipio	Aptitud
> 4	A1
2-3	A2
0-1	A3

La oferta de programas de formación académica, de modalidad presencial, se encuentra 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, depende del número de programas registrados en el Mineducación por municipio y no del número de graduados o egresados.

No se tuvo en cuenta el programa "Jóvenes rurales" del Sena que tiene presencia importante en el territorio nacional e incide positivamente tanto 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

13.Información.

Mineducación. (2015). Sistema de Matrículas Estudiantil de Educación Básica y Media (Simat). Matrículas oficiales y no oficiales año 2014.

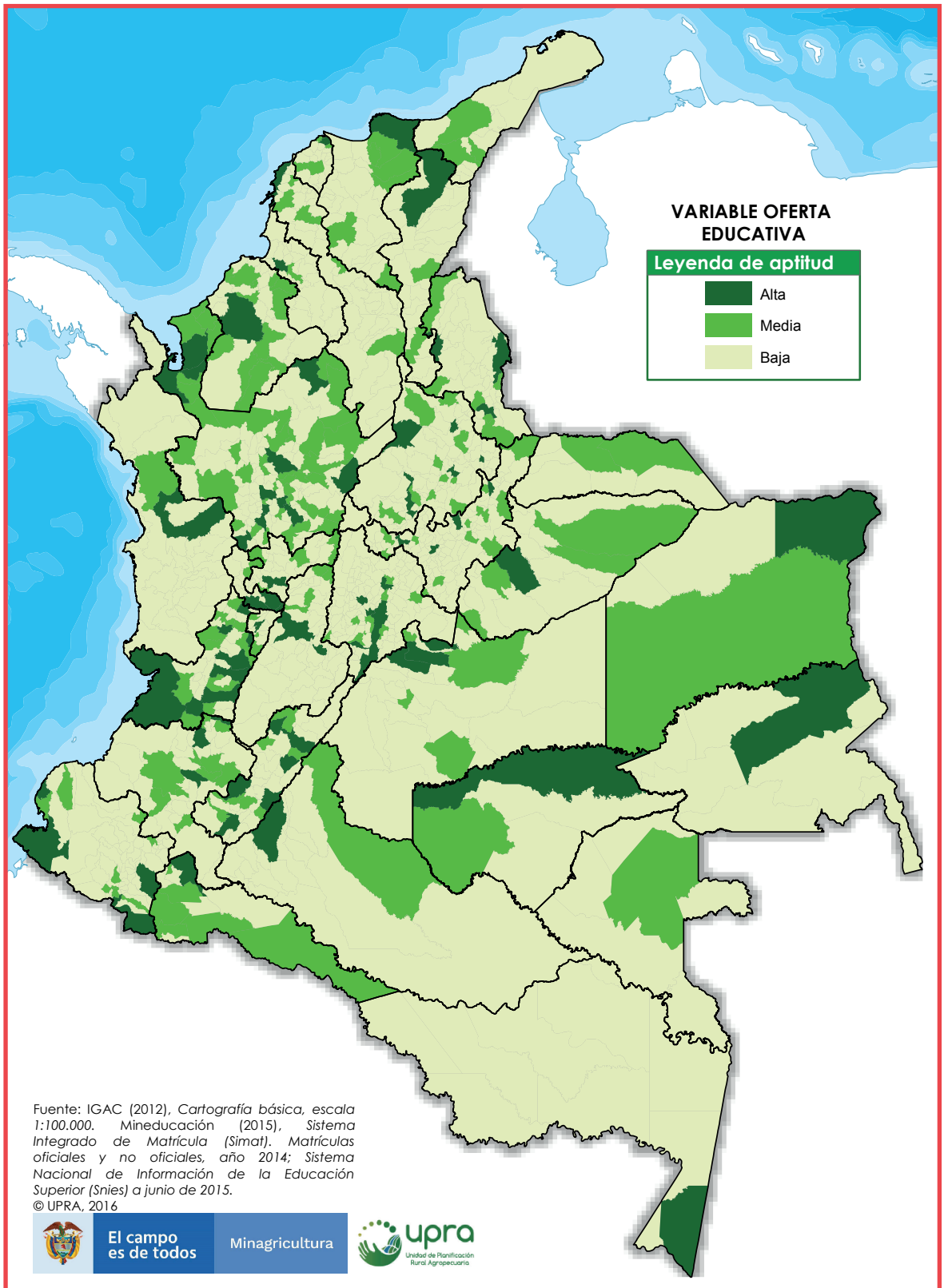
14.Precisiones de la información.

El número de programas académicos ofertados para cada municipio, se identificó a partir de los registros de educación superior, y 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.

15.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 así: municipios con cuatro o más programas de formación académica, incluidos los colegios de educación media con especialidad en áreas agronómicas (A1); municipios con dos o tres programas de formación académica, incluidos los colegios de educación media con especialidad en áreas agronómicas (A2); municipios con uno o ningún programa de formación académica presencial en el municipio (A 3).

Representación cartográfica de la variable



Fuente: IGAC (2012), *Cartografía básica, escala 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

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio mercado laboral

Fuentes de información

- IGAC (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Mineducación. (2015) *Sistema integrado de matrículas (Simat). Matrículas oficiales y no oficiales, año 2014*.



3.3. Criterio factores productivos

Ficha metodológica de criterio		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
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 por hectárea ($/ha). • Rendimientos, expresados en toneladas por hectárea (t/ha). • Costos de internación, expresados en tiempo de desplazamiento en horas y pesos/t (flete).		

Definición

Con este criterio se busca espacializar algunas 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 toneladas producidas por hectárea y la distancia al lugar donde arriba la semilla.

Importancia del criterio

Busca medir los principales rubros de los costos de producción del cultivo a nivel municipal, dado que definen la viabilidad económica y financiera de cualquier proceso productivo. Tener 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.

El precio de la tierra y los arriendos son factores fundamentales que influyen directamente en los costos de producción. Niveles altos de arriendo o precios altos de la tierra, generan obstáculos inmediatos en la posibilidad de producir porque aumenta considerablemente los costos finales del producto cosechado.

Limitantes de la evaluación del criterio

La fuente de información para la medición de la variable precio de la tierra, que tiene como base predial el IGAC vigencia 2014, no cuenta con datos para 84 municipios. Se asume que un mayor valor catastral de la tierra (en ha), implica que pueda tener un mayor valor de arriendo.

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 la siguiente ponderación para las variables: rendimientos: 50 %, precio de la tierra: 25 % y costos de internación: 25 %.

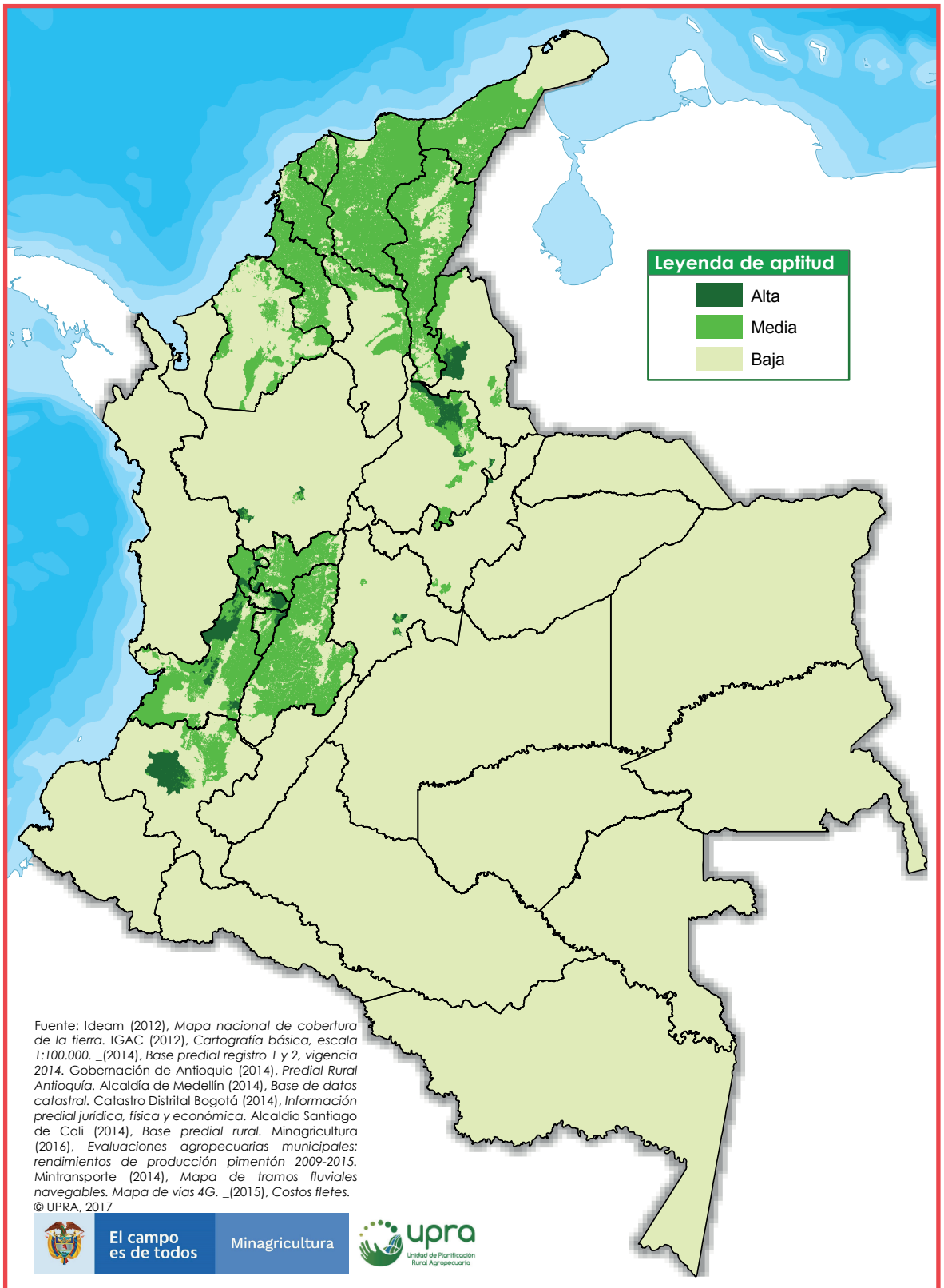
Los resultados de esta ponderación se agruparon en tres categorías de aptitud competitiva para el criterio: A1 (alta); A2 (media) y A3 (baja).

Rangos para la asignación de valores de aptitud

No hay rangos de exclusión (N1) para las variables que integran el criterio. Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1), media (A2) y baja (A3), así:

Variable	Unidad de medida	Aptitud		
		A1	A2	A3
Precio de la tierra rural municipal	Pesos / ha	< 2 millones	2 millones-10 millones	> 10 millones
Rendimientos	t/ha	> 20	13,6-20	< 13,6
Costos de internación	Tiempo de desplazamiento en horas	< 4	4-8	> 8
	Pesos / t (flete)	< 93.390	> 93.390-139.386-	> 139.386-

Representación cartográfica del criterio



Fuente: Ideam (2012), *Mapa nacional de cobertura de la tierra.* IGAC (2012), *Cartografía básica, escala 1:100.000.* _(2014), *Base predial registro 1 y 2, vigencia 2014.* Gobernación de Antioquia (2014), *Predial Rural Antioquia.* Alcaldía de Medellín (2014), *Base de datos catastral.* Catastro Distrital Bogotá (2014), *Información predial jurídica, física y económica.* Alcaldía Santiago de Cali (2014), *Base predial rural.* Minagricultura (2016), *Evaluaciones agropecuarias municipales: rendimientos de producción pimentón 2009-2015.* Mintransporte (2014), *Mapa de tramos fluviales navegables. Mapa de vías 4G.* _(2015), *Costos fletes.*

© UPRA, 2017

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Fuentes de información

- Alcaldía de Medellín. (2014). *Registro 1 de la base catastral rural.*
- Catastro Distrital de Bogotá. (2014). *Información predial de la base catastrar rural.*
- Gobernación de Antioquía. (2014). *Registro básico de la base catastral rural.*
- Ideam. (2012). *Mapa nacional de cobertura de la tierra.* Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). *Base predial registros 1 y 2.* Estadística catastral nacional rural.
- Minagricultura. (2016). *Evaluaciones agropecuarias municipales: área sembrada en pimentón 2009-2015*. Mintransporte. (2014b). *Mapa de tramos fluviales navegables y mapa de vías 4G.*

3.3.1. Variable precio de la tierra rural municipal

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
Componente: socioeconómico		
Criterio asociado: factores productivos		
Variable: precio de la tierra rural municipal	**Unidad de medida:** pesos/ha	
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 hectárea de los predios rurales de un municipio.

Avalúo catastral: determinación del valor de los predios, obtenido mediante investigación y análisis estadístico del mercado inmobiliario. Se determina por la adición de los avalúos parciales practicados independientemente para los terrenos y para las edificaciones en ellos comprendidos (IGAC, Resolución 70 de 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; así, a mayor precio de la tierra, mayor será el valor del arriendo.

El precio de la tierra o el valor del arriendo están asociados con la competitividad de la explotación comercial de las cadenas hortofrutícolas; a menores precios de la tierra, menores serán los 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 del cultivo.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado

Los rangos adoptados para la espacialización de los valores de la variable se clasificaron de acuerdo con la categoría de aptitud competitiva: A1 (alta); A2 (media) y A3 (baja). No hay rangos de exclusión (N1) para la variable.

Avalúo catastral promedio de los predios rurales con destino económico agropecuario por hectárea en el municipio a 2014 (pesos/ha)	Aptitud
< 2 millones	A1
2 millones-10 millones	A2
> 10 millones	A3

Limitantes de la evaluación de la variable

La fuente de información para la medición de la variable, que tiene como base predial el IGAC vigencia 2014, no cuenta con datos para 84 municipios. Se asume que un mayor valor catastral de la tierra (en ha), implica que puede tener un mayor valor de arriendo.

Metodología de procesamiento de la información

16.Información.

IGAC. (2010a). Cartografía básica, escala 1:100.000.

IGAC. (2014). Base predial registros 1 y 2. Estadística catastral nacional rural.

17.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.

18.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 los predios hortofrutícolas existentes en el país, como referencia para calcular el valor de cada rango de aptitud.

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

El IC es un valor numérico que compara las capacidades (expresadas en variables) de los municipios que tiene el potencial comercial para generar el desarrollo sostenible de un cultivo o una explotación comercial agropecuaria.

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

donde:

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

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

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

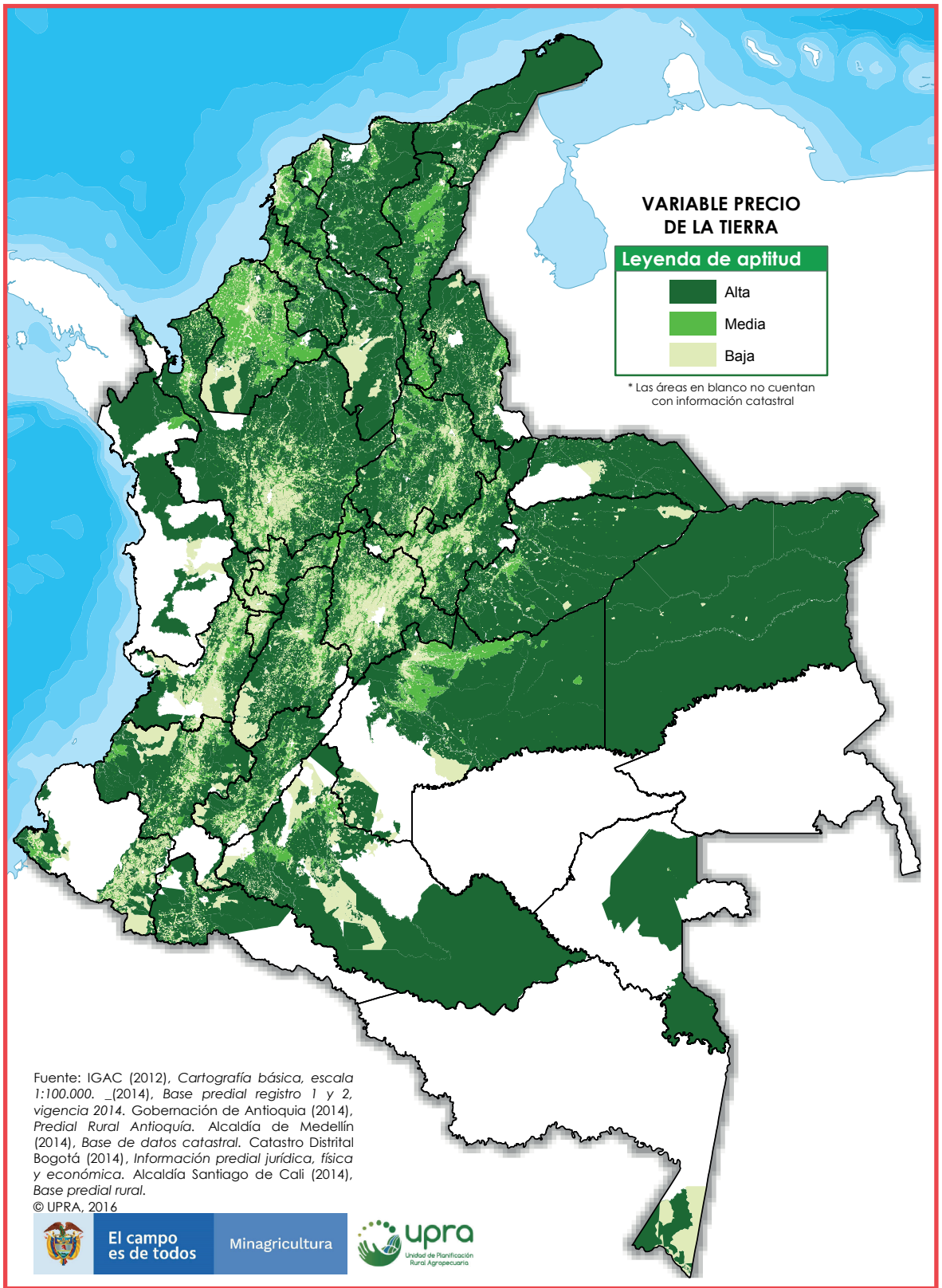
El IC, para esta variable en cualquier municipio, toma valores entre 0 y 1.

20.Clasificación de los municipios por aptitud.

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definieron 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 con base en 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



Fuente: IGAC (2012), *Cartografía básica, escala 1:100.000.* _(2014), *Base predial registro 1 y 2, vigencia 2014.* Gobernación de Antioquia (2014), *Predial Rural Antioquía.* Alcaldía de Medellín (2014), *Base de datos catastral.* Catastro Distrital Bogotá (2014), *Información predial jurídica, física y económica.* Alcaldía Santiago de Cali (2014), *Base predial rural.*

© UPRA, 2016

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio factores productivos

Fuentes de información

- Alcaldía de Medellín. (2014). *Registro 1 de la base catastral rural.*
- Alcaldía de Santiago de Cali. (2014). *Base predial rural.*
- Catastro Distrital de Bogotá. (2014). *Información predial. de la base catastrar rural.*
- Gobernación de Antioquía. (2014). *Registro básico de la base catastral rural.*
- IGAC. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _(2014). *Base predial registros 1 y 2*. Estadística catastral nacional rural.

3.3.2. Variable rendimientos

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
Componente: socioeconómico		
Criterio asociado: factores productivos		
Variable: rendimientos	**Unidad de medida:** tonelada por hectárea (t/ha)	
Tipo de criterio asociado	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

Definición

Peso por unidad de superficie cosechada de un producto vegetal. En general, se representa como t/ha.

Importancia de la variable

El rendimiento medido en toneladas por hectárea, muestra cuales son las zonas con mejor aptitud para el desarrollo y la productividad del cultivo; genera menores costos y, por lo tanto, mejora 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: A1 (alta), A2 (media) y A3 (baja). No hay rangos de exclusión (N1) para la variable.

Promedio anual 2009-2014 rendimiento en pimentón en el municipio (t / ha)	Aptitud
> 20	A1
13,6-20	A2
< 13,6	A3

Limitantes de la evaluación de la variable

En la información analizada se encontraron algunos municipios que no reportaron rendimientos de la producción de pimentón. Estos municipios, bajo el principio de precaución, se asimilaron al registro cero y, en consecuencia, se clasificaron en el rango de aptitud baja (A3).

La información fuente no obedece a un censo de rendimiento de pimentón por municipio. La información se utilizó tal y como está consolidada en la base de datos de Minagricultura.

Metodología de procesamiento de la información

21. Información.

Minagricultura. (2016). Evaluaciones agropecuarias municipales: Área sembrada en pimentón 2009-2015.

22. Precisiones de la información.

La información se utilizó como está consolidada en la base de datos de Minagricultura, la cual reportó el rendimiento por municipio entre el 2009 y 2015.

23. 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 rendimientos de pimentón. Para definir el rango de aptitud media (A2) se trabajó con la desviación estándar la cual se sumó al valor mínimo producido por ha.

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

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

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

donde:

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

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

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

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

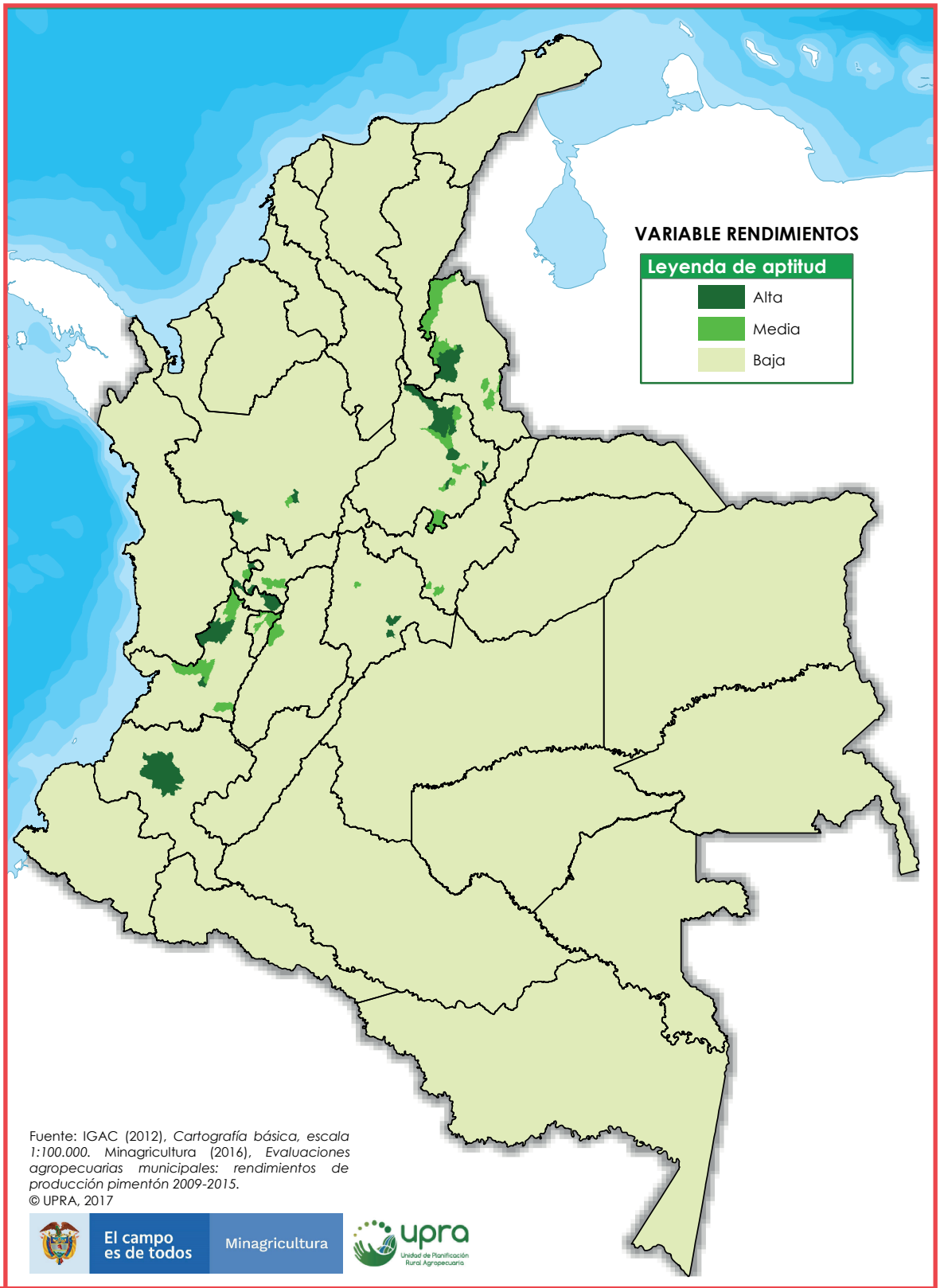
25. Clasificación de los municipios por aptitud:

Se tuvo en cuenta el valor promedio de los rendimientos de los años 2009 a 2015 por municipio.

Unidad de análisis

Municipio

Representación cartográfica de la variable



Fuente: IGAC (2012), *Cartografía básica, escala 1:100.000.* Minagricultura (2016), *Evaluaciones agropecuarias municipales: rendimientos de producción pimentón 2009-2015.*

© UPRA, 2017

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio factores productivos

Fuentes de información

- IGAC. (2012a). Cartografía básica, a escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Minagricultura. (2016). *Evaluaciones agropecuarias municipales: área sembrada en pimentón 2009-2015*.

3.3.3. Variable costos de internación

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
Componente: socioeconómico		
Criterio asociado: factores productivos		
Variable: costos de internación	**Unidad de medida:** : tiempo de desplazamiento en horas y pesos / t (flete).	
Tipo de criterio asociado	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

Definición

Medida de distancia y costo de flete entre el puerto y cualquier parte del país; se refiere al costo de internar una semilla importada, por vía marítima.

Importancia de la variable

Para los casos de semilla importada, que debe llegar por vía marítima se calcula a través de la distancia del puerto de entrada a cualquier parte del territorio; a mayor cercanía, menor costo de la semilla y, por consiguiente, mayor competitividad.

Mide el impacto del costo de distribución de la semilla importada; a mayor distancia del puerto, el costo implícitamente será mayor por el valor del flete.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado

Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo con el tiempo de desplazamiento desde los puertos marítimos donde se importa la semilla hacia cualquier punto en el territorio: A1 (alta); A2 (media) y A3 (baja). No hay rangos de exclusión (N1) para la variable.

Tiempo de desplazamiento (horas)	Pesos / t flete	Aptitud
< 4	< 93.390	A1
4-8	93.390-139.386	A2
> 8	> 139.386	A3

La región caribe muestra la mayor aptitud competitiva en costos por su cercanía a los puertos marítimos ubicados en Bolívar, Atlántico y Magdalena. De igual forma ocurre con los municipios del Valle del Cauca, Quindío y Risaralda con su cercanía al Puerto de Buenaventura, el cual también refleja una gran incidencia para algunas partes de la región Andina. Regiones como la Orinoquía y la Amazonía, tienen menor grado de aptitud, lo que hace que el transporte de carga sea muy costoso.

Limitantes de la evaluación de la variable

No se presentan limitantes para esta variable.

Metodología de procesamiento de la información

26.Información.

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

Mintransporte. (2014). Mapa de tramos fluviales navegables y mapa de vías 4G.

Mintransporte. (2014). Información Portuaria.

Mintransporte. (2016). Sistema de costos de transporte de carga (SICE Tac).

27.Precisiones de la información.

La metodología de isócronas empleadas por la UPRA involucra todos los tipos de vías terrestres, las pendientes de las mismas dado su influencia en la velocidad y los tramos fluviales navegables en la actualidad.

Tipos de vías terrestres empleadas en el algoritmo de isócronas:

Tipo 1: pavimentada, carretera de dos o más carriles, transitable todo el año.

Tipo 2: sin pavimentar, carretera de dos o más carriles, transitable todo el año.

Tipo 3: pavimentada, carretera angosta, transitable todo el año.

Tipo 4: sin pavimentar, carretera angosta, transitable todo el año.

Tipo 5: sin pavimentar, transitable en tiempo seco.

Tipo 6: sin afirmado, transitable en tiempo seco.

Con base en lo anterior, se combina el área de influencia por desplazamiento con el costo mínimo para el transporte de carga por tonelada que suministra el SICE Tac del Mintransporte para 29 ciudades y teniendo en cuenta los siguientes supuestos:

Condiciones registradas por el usuario	
Características del viaje	
Origen	29 ciudades
Destino	Puerto marítimo
Tipo de carga	General
Características del vehículo	3 ejes

Tiempos logísticos acordados (horas)	
Espera para el cargue	9
Cargue	3
Espera para el descargue	12
Descargue	2
Consecución de carga	0

28. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

La localización de los puertos marítimos son los puntos de referencia a partir de los cuales se estima el área de influencia para un tiempo de desplazamiento determinado. La información de la localización de dichos puertos corresponde a 2014.

Asimismo, la información del costo mínimo por tonelada del transporte de carga se generó desde las 29 ciudades hacia los cuatro puertos marítimos elegidos (Barranquilla, Cartagena, Santa Marta y Buenaventura), de acuerdo con las condiciones impuestas por el aplicativo diseñado por el Mintransporte.

29. Clasificación de los municipios por aptitud.

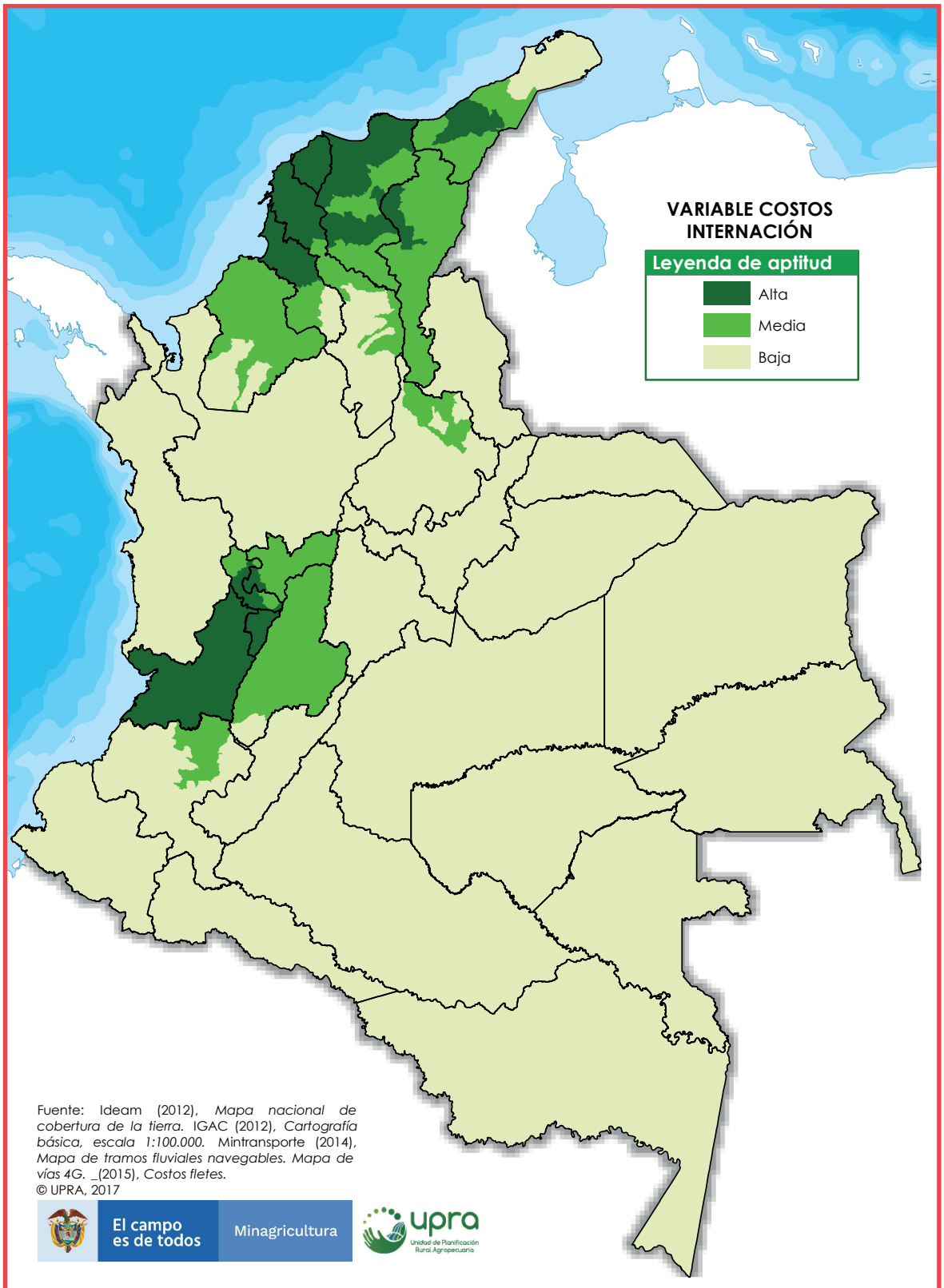
Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definieron teniendo en cuenta la siguiente tabla:

Subvariables	Valoración de la subvariable		
	A1 (3 puntos)	A2 (2 puntos)	A3 (1 punto)
Costo de transporte de carga	Municipios donde el costo de transporte de carga sea menor o igual a $ 93.390/t (menor o igual a 3 SMDLV en 2016)	Municipios donde el costo de transporte de carga sea entre $ 93.390/t y $ 139.386/t (entre 3 y 6 SMDLV en 2016)	Municipios donde el costo de transporte de carga sea mayor a $ 139.386/t (mayor a 6 SMDLV en 2016)
Cercanía a los puertos marítimos	Municipios donde la mayor proporción de área de influencia (isócrona) en tiempos de desplazamiento es menor o igual a 4 horas.	Municipios donde la mayor proporción de área de influencia (isócrona) en tiempos de desplazamiento es mayor a 4 horas y menor o igual a 8 horas.	Municipios donde la mayor proporción de área de influencia (isócrona) en tiempos de desplazamiento es mayor a 8 horas.

A partir de la suma de las subvariables se definen el costo predominante del municipio para asignar la aptitud competitiva como se muestra en la tabla siguiente:

Variable	Categorías de aptitud con base en la aptitud predominante definida por la suma de las subvariables		
	A1	A2	A3
Costo de internación	Municipios donde la suma de subvariables es igual a 6	Municipios donde la suma de subvariables es 4 o 5	Municipios donde la suma de subvariables es menor a 4

Representación cartográfica de la variable



Fuente: Ideam (2012), *Mapa nacional de cobertura de la tierra.* IGAC (2012), *Cartografía básica, escala 1:100.000.* Mintransporte (2014), *Mapa de tramos fluviales navegables. Mapa de vías 4G.* _(2015), *Costos fletes.*

© UPRA, 2017

El campo es de todos Minagricultura upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio factores productivos

Fuentes de información

- Ideam. (2012). *Mapa nacional de cobertura de la tierra*. Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Mintransporte. (2014). *Mapa de tramos fluviales navegables y mapa de* vías 4G.
- _. (2015). *Costos fletes.*



3.4. Criterio institucionalidad y asociatividad

Ficha metodológica de criterio		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
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 de desempeño fiscal e índice de competitividad (IC). • Programas y servicios ofrecidos por el Sena, expresados como tiempo de desplazamiento en horas. • Predios certificados BPA por el ICA, expresado como número de predios certificados. • Programas o servicios ofrecidos por Corpoica, expresado como tiempo de desplazamiento en horas. • Extensión y asistencia técnica sectorial, expresada como tiempo de desplazamiento en horas. • Organizaciones gremiales o de base del sector, expresadas como presencia.		

Definición

Identifica condiciones internas y externas a la cadena en términos de la oferta institucional y del fortalecimiento y consolidación del sector de pimentón.

Caracteriza la presencia institucional del Estado y los gremios, porque su apoyo a los procesos productivos y comerciales se constituye en un elemento central para la competitividad.

Importancia del criterio

Identifica la oferta institucional de organizaciones como el ICA, el Sena y Corpoica (hoy Agrosavia), que tiene efecto directo, sobre el desempeño de la actividad agrícola municipal, e indirectos, sobre la calidad del gasto público local. Esta oferta se convierte en generadora de externalidades positivas que propicia una mayor competitividad regional.

Refleja la existencia de oferta institucional pública y privada municipal, así como la articulación de organizaciones, asociaciones, cooperativas y productores, a instancias que facilitan el desarrollo y soporte del sector de la producción de pimentón en el territorio.

Una mayor oferta institucional del orden nacional, y asociatividad, favorece el acceso a los avances de investigación, control fitosanitario, formación técnica y tecnológica y fortalecimiento organizacional del sector. En los municipios con posibilidades de una mejor oferta institucional pública en infraestructura, asistencia técnica, servicios públicos y sociales, y proyectos productivos, entre otros, ofrecen mejores condiciones para el fortalecimiento del aparato productivo. En conjunto, la oferta nacional y municipal, contribuye a mejorar la competitividad del cultivo comercial de pimentón.

Los municipios con presencia institucional o con una sede cercana, tienen mejores posibilidades de que exista mayor oferta de servicios, por lo cual se consideran más competitivos.

Limitantes de la evaluación del criterio

El análisis de presencia o ausencia de instituciones en un municipio debe ser complementado con la calidad de sus intervenciones ya que la sola presencia, no garantiza procesos que agreguen valor a la actividad agrícola.

La información utilizada para la variable organizaciones gremiales o de base del sector, proviene de Asohofrucol, y puede variar en el corto plazo según las actualizaciones periódicas que se realicen.

Para los departamentos de Amazonas, Vaupés y Guainía sólo se incluyeron sus capitales para el análisis de desempeño fiscal. La isla de San Andrés no se incluyó.

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: alta (A1), media (A2) y baja (A3). Para cada categoría de aptitud se asignó un valor así: A1 = 3; A2 = 2; A3 = 1.

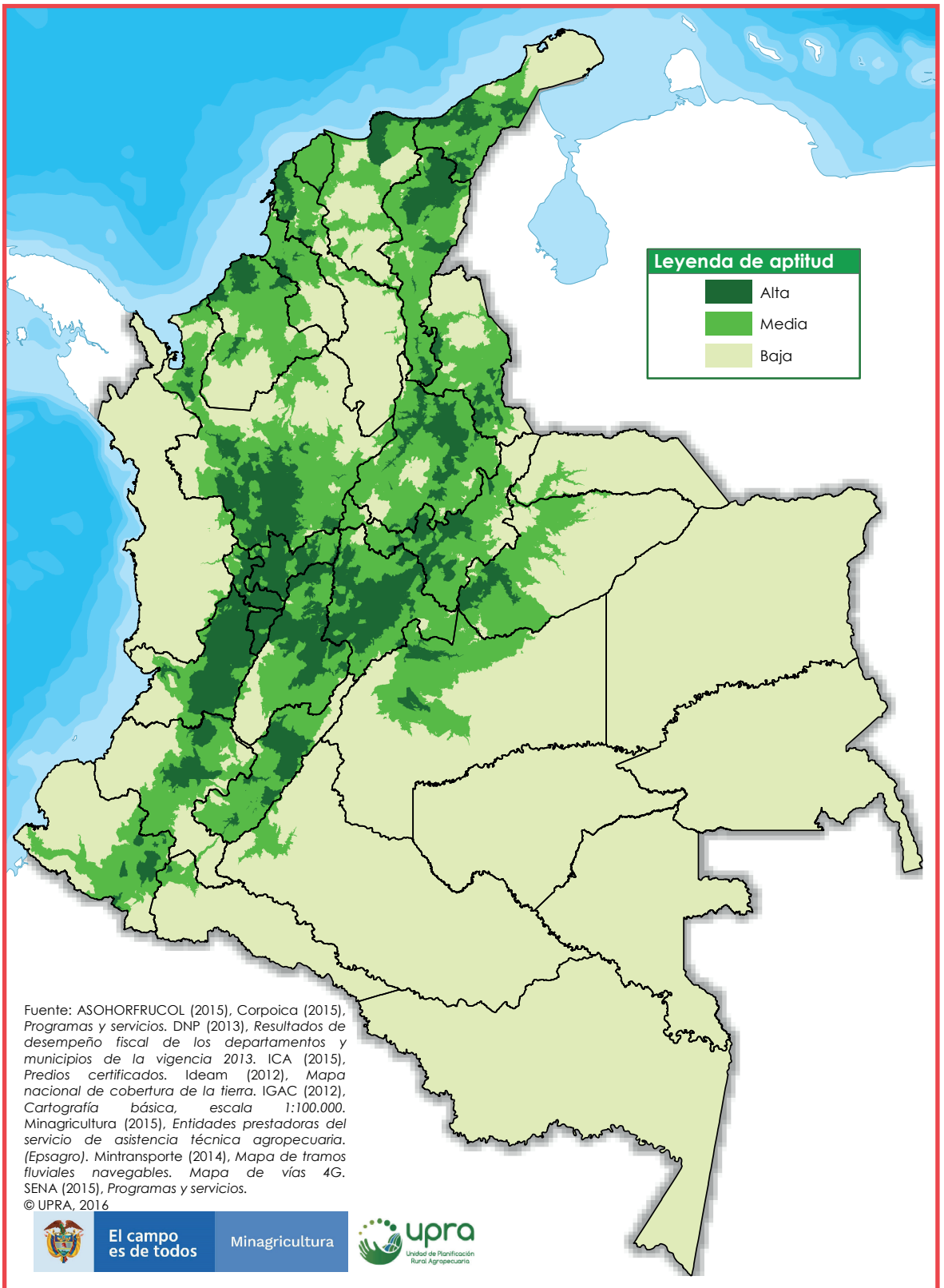
Mediante un árbol de decisión, se procedió a sumar los valores asignados a las categorías de aptitud. Los resultados de esta suma se agruparon en tres categorías de aptitud para el criterio:

Criterio	Aptitud		
	A1	A2	A3
Institucionalidad y asociatividad	Municipios con sumatoria de aptitud > 13	Municipios con sumatoria de aptitud entre 10 y 13	Municipios con sumatoria de aptitud < 10

Rangos para la asignación de valores de aptitud

Variables	Unidad de medida	Aptitud		
		A1	A2	A3
Índice de desempeño fiscal	Índice de desempeño fiscal	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	> 4
Predios certificados BPA por el ICA	Número de predios certificados	> 5	1-5	0
Programas y servicios ofrecidos por Corpoica	Tiempo de desplazamiento en horas	≤ 2	2-4	> 4
Extensión y asistencia técnica sectorial	Tiempo de desplazamiento en horas	≤ 2	2-4	> 4
Organizaciones gremiales o de base del sector	Presencia	Con presencia	-	Sin presencia

Representación cartográfica del criterio



Fuente: ASOHORFRUCOL (2015), Corpoica (2015), *Programas y servicios*. DNP (2013), *Resultados de desempeño fiscal de los departamentos y municipios de la vigencia 2013*. ICA (2015), *Predios certificados*. Ideam (2012), *Mapa nacional de cobertura de la tierra*. IGAC (2012), *Cartografía básica, escala 1:100.000*. Minagricultura (2015), *Entidades prestadoras del servicio de asistencia técnica agropecuaria. (Epsagro)*. Mintransporte (2014), *Mapa de tramos fluviales navegables. Mapa de vías 4G*. SENA (2015), *Programas y servicios*.

© UPRA, 2016

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio institucionalidad

Fuentes de información

- Asohofrucol. (2015). *Asociaciones inscritas.*
- Corpoica. (2015). *Programas y servicios.*
- DNP. (2013). *Resultados de desempeño fiscal de los departamentos y municipios de la vigencia 2013.* Recuperado de <https://www.dnp.gov.co/programas/desarrolloterritorial/evaluacion-y-seguimiento-de-la-descentralizacion/Paginas/desempenofiscal.aspx>.
- Ideam. (2012). *Mapa nacional de cobertura de la tierra*. Bogotá: Ideam.
- ICA. (2015c). Predios certificados BPA.
- IGAC. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Minagricultura. (2015c). Entidades prestadoras del servicio de asistencia técnica agropecuaria (Epsagro) [tabla]. Dirección de Innovación, Desarrollo Tecnológico y Protección Sanitaria.
- 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 variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
Componente: socioeconómico		
Criterio asociado: institucionalidad y asociatividad		
Variable: institucionalidad y asociatividad	**Unidad de medida:** A. Índice de desempeño fiscal B. Índice de competitividad (IC)	
Tipo de criterio asociado	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión técnica	
	Condicionante	
	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.

Para ello, 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.

Existe una relación directa entre el desempeño fiscal y la aptitud del municipio. Municipios con mayores índices de desempeño fiscal tienen mayores posibilidades de inversión en infraestructura, asistencia técnica, servicios públicos y sociales y proyectos productivos, entre otros, lo cual favorece la competitividad del cultivo.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado

Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: A1 (alta), A2 (media) y A3 (baja). No hay rangos de exclusión (N1) para la variable.

Índice de desempeño fiscal	Índice de competitividad (IC)	Aptitud
70,02-90,73	≥ 0,655	A1
60,00-70,02	0,476-0,655	A2
33,23-60,00	< 0,476	A3

En consideración a los estadígrafos de la variable para el período de análisis 2009-2013, de los 1101 municipios evaluados, el 21 % se clasifican como solventes y sostenibles, entre los que se encuentran Rionegro (Antioquia), Monterrey (Casanare) y Nobsa (Boyacá); el 62 %, vulnerables tales como Zetaquira (Boyacá), Pacho (Cundinamarca) y Santo Domingo (Antioquia); y el 17 %, en deterioro y riesgo, como Contadero (Nariño), río Iró (Chocó) y Albania (Caquetá).

Limitantes de la evaluación de la variable

Para los departamentos de Amazonas, Vaupés y Guainía sólo se incluyeron sus capitales para el análisis de desempeño fiscal. La isla de San Andrés fue incluida.

Metodología de procesamiento de la información

30.Información.

DNP. (2013). Resultados de desempeño fiscal de los departamentos y municipios de la vigencia 2013.

31.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 ≥ 80); sostenible (IDF ≥ 70 y < 80); vulnerable (IDF ≥ 60 y < 70); riesgo (IDF ≥ 40 y < 60); y deterioro (IDF < 40).

32.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.

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

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

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

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

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

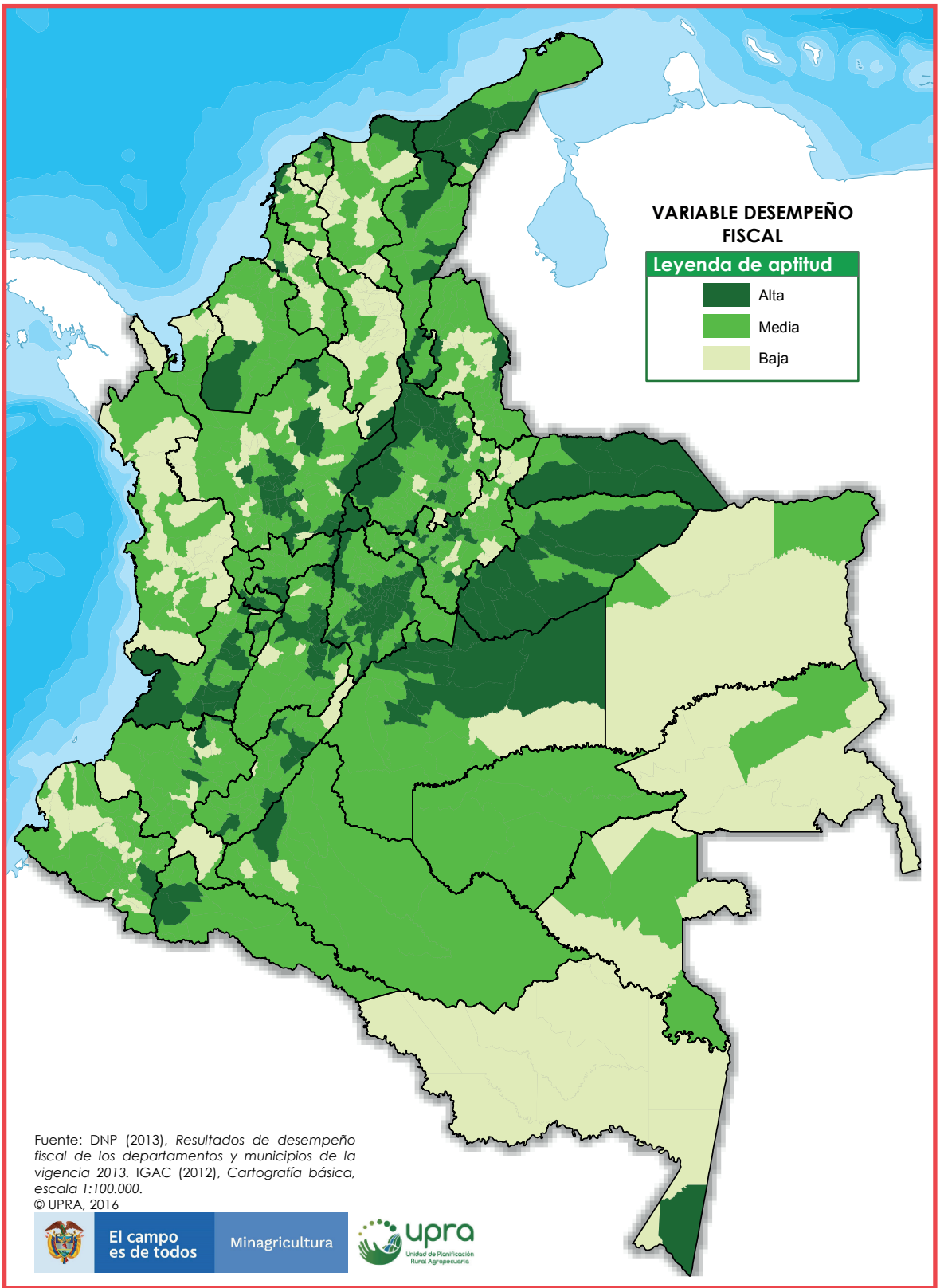
MÁX: valor máximo existente de la variable en los municipios del país

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

34.Clasificación de los municipios por aptitud.

De acuerdo con la clasificación de los municipios mediante el índice de desempeño fiscal (IDF), estos se agruparon dentro de las categorías de aptitud así: A1 (solvente y sostenible); A2 (vulnerable) y A3 (deterioro y riesgo).

Representación cartográfica de la variable



Fuente: DNP (2013), *Resultados de desempeño fiscal de los departamentos y municipios de la vigencia 2013*. IGAC (2012), *Cartografía básica, escala 1:100.000.*

© UPRA, 2016

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio institucionalidad

Fuentes de información

- DNP. (2013). *Resultados de desempeño fiscal de los departamentos y municipios de la vigencia 2013*. Recuperado de: <https://www.dnp.gov.co/programas/desarrolloterritorial/evaluacion-y-seguimiento-de-la-descentralizacion/Paginas/desempenofiscal.aspx>.
- IGAC. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

3.4.2. Variable programas y servicios ofrecidos por el Sena

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
Componente: socioeconómico		
Criterio asociado: institucionalidad y asociatividad		
Variable: programas y servicios ofrecidos por el Sena	**Unidad de medida:** tiempo de desplazamiento en horas.	
Tipo de criterio asociado	Análisis jerárquico	✓
	Condicionante	
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	

Definición

Facilidad con la que se puede alcanzar, desde un sitio en el territorio, el centro más cercano al Sena que ofrezca programas de formación profesional integral para la incorporación, servicios, apoyo o formación en técnicas y procesos que intervienen directamente en la producción agrícola de este producto.

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 en poscosecha, proyectos productivos agrícolas comunitarios, innovación en agricultura, asistencia a producción agrícola, agricultura de precisión, control ambiental, apoyo a empresas agrícolas.

Importancia de la variable

Refleja la existencia de oferta institucional pública del Sena que facilita el desarrollo y soporte de la cadena hortofrutícola en el territorio. Una mayor oferta del Sena favorece el acceso a los avances de investigación, asistencia técnica, control fitosanitario entre otros aspectos, que conduce a mejorar la competitividad del cultivo de pimentón en la zona.

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.

Municipios con presencia o con una sede cercana del Sena, tienen mayores posibilidades de contar con una mayor oferta institucional, por lo cual se consideran más competitivos. Incide en la competitividad para el desarrollo de una explotación comercial de pimentón, al facilitar el acceso a la formación técnica y tecnológica de los habitantes de la zona.

La accesibilidad, en términos de transporte, viene determinada como una consecuencia de la oferta y estado de las redes de transporte vial y fluvial. Cuando la red de transporte considerada es suficiente y en buen estado, los tiempos de recorrido hasta el Sena serán menores, por tanto, los municipios serán más competitivos en comparación con aquellos que disponen de una red en mal estado, escasa o inexistente.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado

Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con el tiempo de desplazamiento hasta la sede del Sena más cercana: A1 (alta), A2 (media) y A3 (baja). No hay rangos de exclusión (N1) para la variable.

Tiempo de desplazamiento en horas	Aptitud
≤ 2	A1
2-4	A2
> 4	A3

Se observa que la zona central del país tiene una mayor aptitud, al igual que la zona de influencia de las capitales de la costa Atlántica. La región Pacífica, los llanos Orientales y la Amazonía son las que presentan menor aptitud.

Limitantes de la evaluación de la variable

Por tratarse de un corte temporal que muestra los programas al 2016, se pueden generar programas nuevos que no estarán en esta zonificación; también se pueden presentar cambios en los mismos.

Metodología de procesamiento de la información

1. **Información.**

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

Mintransporte. (2014b). Mapa de tramos fluviales navegables y mapa de vías 4G.

Sena. (2015). 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, con programas específicos en servicios especializados como son Jóvenes Rurales Emprendedores, Escuelas líderes CEDAGRO-SER, Sena emprende rural, modelos y sistemas de producción agrícola enmarcados en BPA, técnicas en procedimiento de frutas y hortalizas, jóvenes en acción, riego, drenaje y manejo de suelos agrícolas, cultivos, labores del campo, unidad investigativa para frutas y hortalizas, formación agrícola en poscosecha, proyectos productivos agrícolas comunitarios, innovación en agricultura, asistencia a producción agrícola, agricultura de precisión, control ambiental, apoyo a empresas agrícolas.

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.

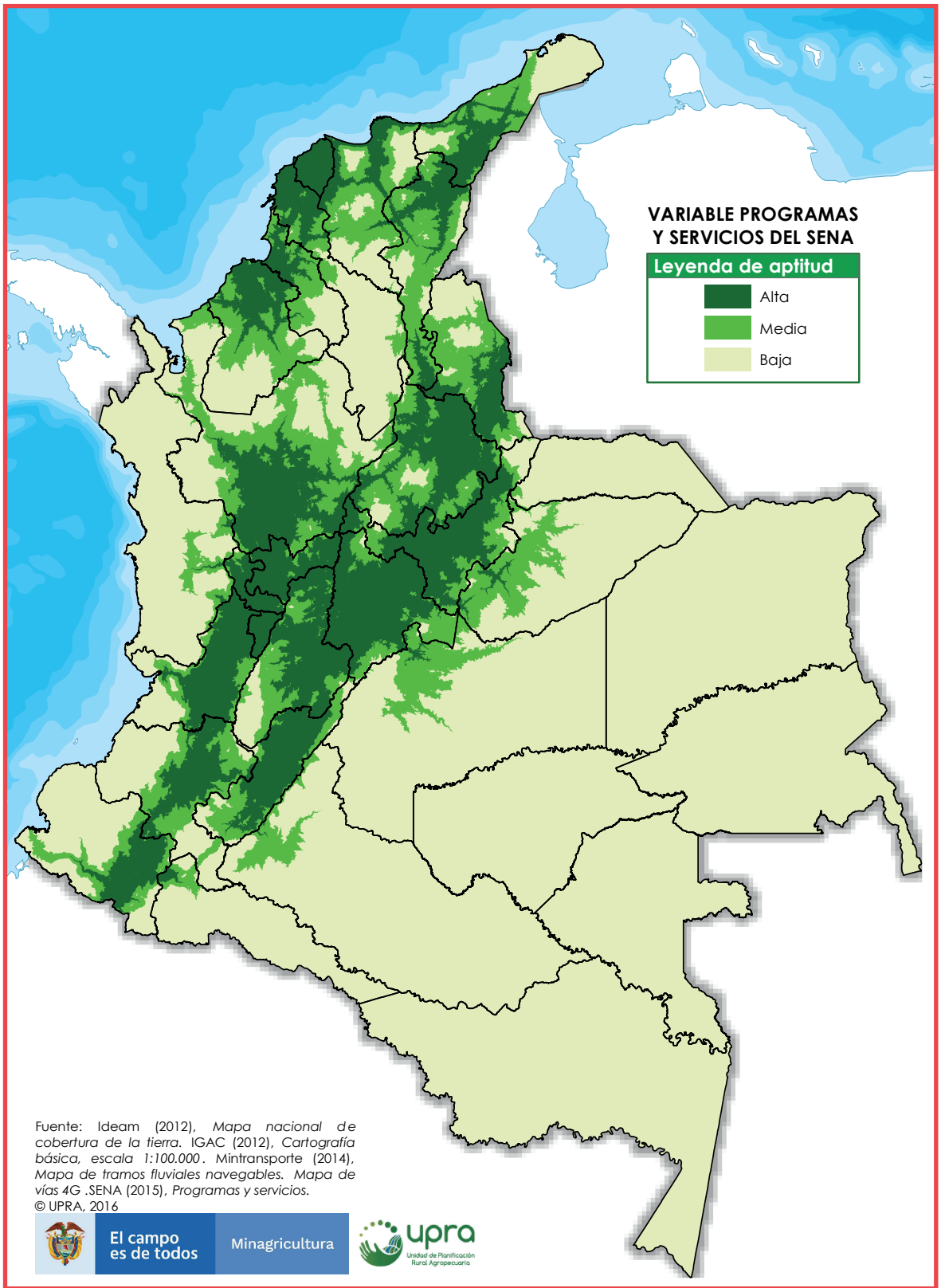
Tipo 5: sin pavimentar, transitable en tiempo seco.

Tipo 6: sin afirmado, transitable en tiempo seco.

3. **Clasificación de los municipios por aptitud.**

Las 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); las que se encuentran a más de dos y hasta cuatro horas se clasificaron en aptitud media (A2), y las áreas geográficas que se encuentran a más de cuatro horas de distancia de los centros de formación se clasificaron en aptitud baja (A3), estas últimas, aunque distantes y de difícil acceso a los centros de formación Sena, se encuentran dentro de la cobertura de la institución.

Representación cartográfica de la variable



Fuente: Ideam (2012), *Mapa nacional de cobertura de la tierra*. IGAC (2012), *Cartografía básica, escala 1:100.000*. Mintransporte (2014), *Mapa de tramos fluviales navegables. Mapa de vías 4G* .SENA (2015), *Programas y servicios.*

© UPRA, 2016

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio institucionalidad

Fuentes de información

- Ideam. (2012). *Mapa nacional de cobertura de la tierra*. Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Mintransporte. (2014). *Mapa de tramos fluviales navegables y mapa de vías 4G*.
- SENA. (2015). *Objetivos y funciones*. Recuperado de: <http://www.sena.edu.co/acerca-del-sena/quienes-somos/Paginas/Objetivos-y-Funciones.aspx>.
- _. (2015). *Regionales y centros de formación*. Recuperado de: <www.sena.edu.co/regionales-y-centros-de-formacion/Paginas/Regionales-y-Centros-de-Formacion.aspx>.

3.4.3. Variable predios certificados BPA por el ICA

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
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), por municipio, cuyos objetivos son mejorar la inocuidad de los alimentos, la sostenibilidad ambiental y el bienestar de los agricultores y sus familias para aumentar la competitividad de las actividades agropecuarias y obtener admisibilidad sanitaria en los mercados internacionales (ICA, 2015c).

Importancia de la variable

Incide en la percepción de los agentes económicos con respecto a la oferta institucional para la certificación en BPA de la producción agrícola. La certificación abre las puertas a mercados internacionales que exigen este tipo de requisitos.

Municipios con presencia de predios certificados por el ICA tienen mayores oportunidades de desarrollo de la cadena productiva de pimentón, y, por lo tanto, se consideran más competitivos.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado

Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud competitiva: A1 (alta), A2 (media) y A3 (baja). No hay rangos de exclusión (N1) para la variable.

Número de predios certificados	Aptitud
> 5	A1
1-5-	A2
0	A3

Limitantes de la evaluación de la variable

No se conocen limitaciones para la evaluación de esta variable.

Metodología de procesamiento de la información

1. **Información.**

   ICA. (2015c). Predios certificados en BPA.

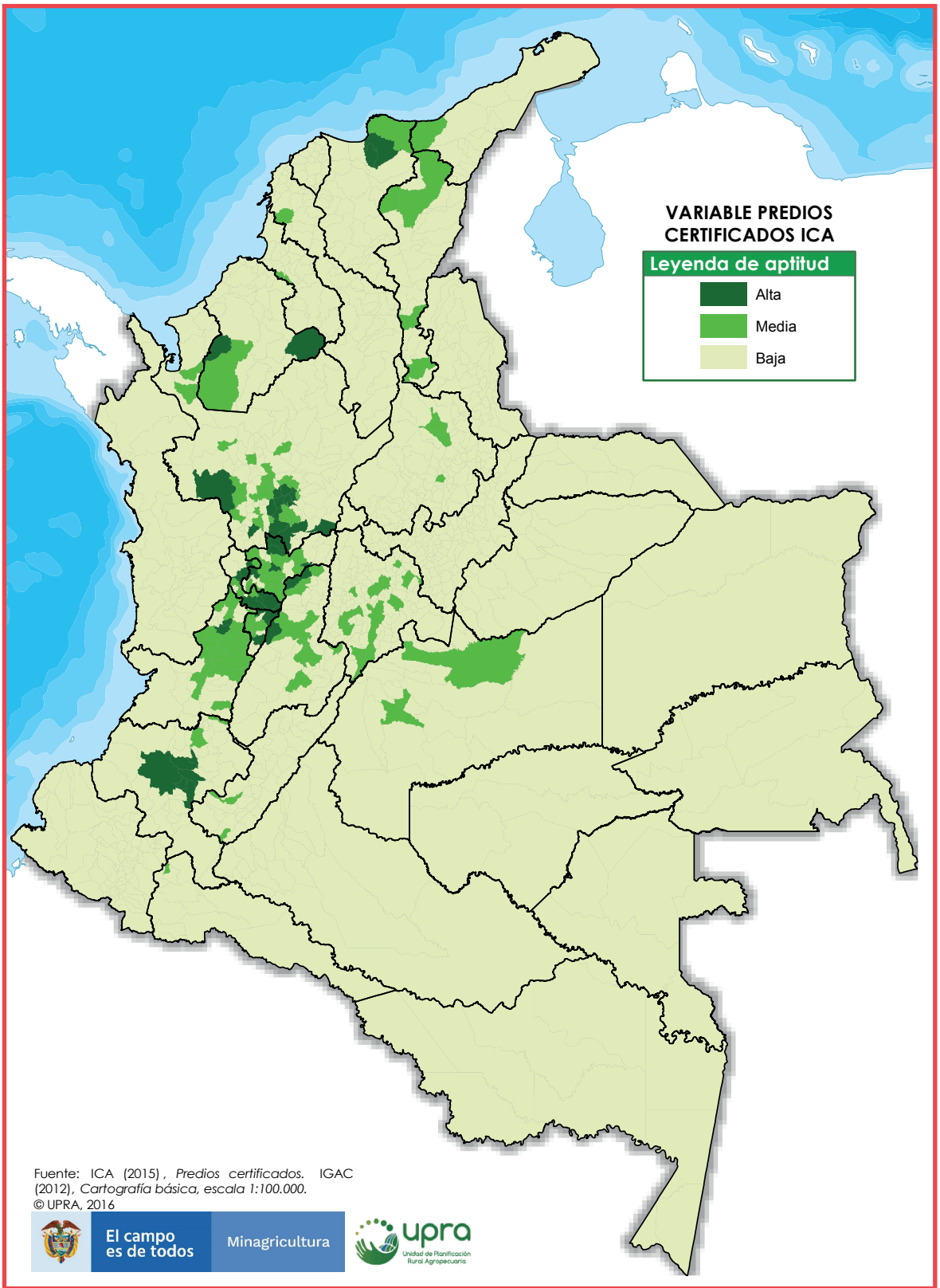
2. **Precisión de la información.**

   Para la espacialización se tomó como referente los municipios donde existen predios certificados en BPA por el ICA.

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 con cinco o más predios certificados BPA por el ICA, se clasifican en aptitud alta (A1); municipios entre uno y cinco predios certificados BPA por el ICA, son de aptitud media (A2) y los municipios sin predios certificados BPA por el ICA son considerados de aptitud baja (A3).

Representación cartográfica de la variable



Criterio institucionalidad

Fuentes de información

- ICA. (2015c). *Predios certificados BPA.*
- IGAC. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

3.4.4. Variable programas o servicios ofrecidos por Corpoica

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
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 (hoy Agrosavia) el cual ofrezca servicios, apoyo o formación en técnicas y procesos productivos que intervienen en la producción agrícola de la cadena hortofrutícola de pimentón, 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) desde los centros de investigación de Corpoica que ofrecen estos programas específicos.

Importancia de la variable

La presencia de un Centro de Investigación de Corpoica y su articulación con asociaciones, cooperativas y productores facilitan el desarrollo y soporte de la cadena hortofrutícola en el territorio. Una mayor oferta institucional del orden nacional favorece el acceso a los avances de investigación, control fitosanitario, y fortalecimiento organizacional del sector lo que contribuye a mejorar la competitividad del cultivo de pimentón.

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 lo tanto, los municipios serán más competitivos en comparación con aquellos que disponen de una red en mal estado, escasa o inexistente.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado

Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con la categoría de aptitud competitiva: A1 (alta), A2 (media) y A3 (baja). No hay rangos de exclusión (N1) para la variable.

Tiempo de desplazamiento en horas	Aptitud
≤ 2	A1
2-4	A2
> 4	A3

Limitantes de la evaluación de la variable

No se conocen limitaciones para la evaluación de esta variable.

Metodología de procesamiento de la información

1. **Información.**

Corpoica. (2015). Programas y servicios.

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

Mintransporte. (2014). Mapa de tramos fluviales navegables y mapas de vías 4G.

2. **Precisiones de la información.**

Para la espacialización se tomó como referente la existencia de centros de investigación de Corpoica en los municipios con programas específicos en particular el programa de Red de innovación de hortalizas y Red de innovación de cultivos transitorios.

La metodología de isócronas empleadas por la UPRA, involucra todos los tipos de vías terrestres y las pendientes de las mismas, dada su influencia en la velocidad y los tramos fluviales navegables que existían para 2014.

Tipos de vías terrestres empleadas en el algoritmo de isócronas:

Tipo 1: pavimentada, carretera de dos o más carriles, transitable todo el año.

Tipo 2: sin pavimentar, carretera de dos o más carriles, transitable todo el año.

Tipo 3: pavimentada, carretera angosta, transitable todo el año.

Tipo 4: sin pavimentar, carretera angosta, transitable todo el año.

Tipo 5: sin pavimentar, transitable en tiempo seco.

Tipo 6: sin afirmado, transitable en tiempo seco.

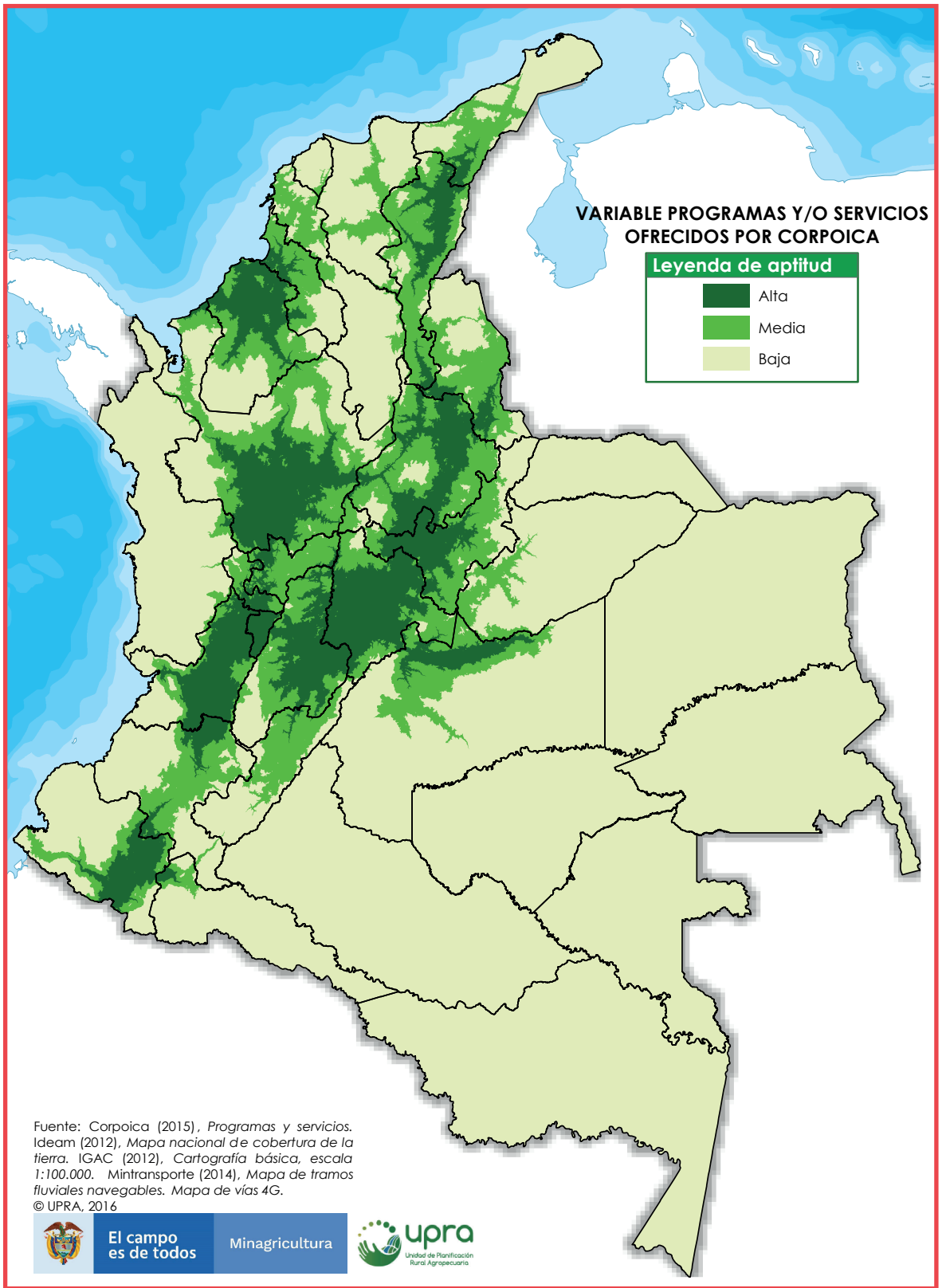
3. **Clasificación de los municipios por aptitud competitiva.**

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definieron teniendo en cuenta los tiempos de desplazamiento en horas hasta los centros de investigación Corpoica. Se definieron tres categorías de aptitud competitiva:

Las 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); las que se encuentran a más de dos y hasta cuatro horas de los centros de investigación de Corpoica se clasificaron en aptitud media (A2); áreas geográficas que se encuentran a más de cuatro horas de distancia de los centros de investigación de Corpoica, se clasificaron en aptitud baja (A3).



Representación cartográfica de la variable



Fuente: Corpoica (2015), *Programas y servicios.* Ideam (2012), *Mapa nacional de cobertura de la tierra.* IGAC (2012), *Cartografía básica, escala 1:100.000.* Mintransporte (2014), *Mapa de tramos fluviales navegables. Mapa de vías 4G.*

© UPRA, 2016

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio institucionalidad

Fuentes de información

- Corpoica. (2015). *programas y servicios*.
- Ideam. (2012). *Mapa nacional de cobertura de la tierra*. Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Mintransporte. (2014). *Mapa de tramos fluviales navegables y mapa de* vías 4G

3.4.5. Variable extensión y asistencia técnica sectorial

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
Componente: socioeconómico		
Criterio asociado: institucionalidad y asociatividad		
Variable: extensión y asistencia técnica sectorial	**Unidad de medida:** tiempo de desplazamiento en horas	
Tipo de criterio asociado	Análisis jerárquico	✓
	Condicionante	
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	

Definición

Cercanía de las entidades u organizaciones que prestan servicios de extensión y asistencia técnica agropecuaria a nivel municipal, cuya función es articular y orientar acciones para el incremento de la productividad y competitividad de los sistemas locales de producción, considerando la sostenibilidad ambiental. El término sectorial está referido tanto al sector agropecuario, en general, como al sector de pimentón.

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: A1 (alta), A2 (media) y A3 (baja). No hay rangos de exclusión (N1) para la variable.

Tiempo de desplazamiento en horas	Aptitud
≤ 2	A1
2-4	A2
> 4	A3

Limitantes de la evaluación de la variable

La información empleada está basada en las asociaciones que se encuentran referidas en el Plan Nacional de Fomento 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 consideraron 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.

Metodología de procesamiento de la información

1. **Información.**

Asohofrucol. (2015). Asociaciones inscritas.

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

Mintransporte. (2014b). Mapa de tramos fluviales navegables y mapa de vías 4G.

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 de Asohofrucol el cual reporta que existen más de 273 municipios con mínimo una asociación y una amplia cobertura a nivel nacional.

3. **Metodología de isócronas.**

Esta metodología empleada por la UPRA, involucra todos los tipos de vías terrestres y las pendientes de las mismas, dada su influencia en la velocidad y los tramos fluviales navegables que existían para 2014.

Tipos de vías terrestres empleadas en el algoritmo de isócronas:

Tipo 1: pavimentada, carretera de dos o más carriles, transitable todo el año.

Tipo 2: sin pavimentar, carretera de dos o más carriles, transitable todo el año.

Tipo 3: pavimentada, carretera angosta, transitable todo el año.

Tipo 4: sin pavimentar, carretera angosta, transitable todo el año.

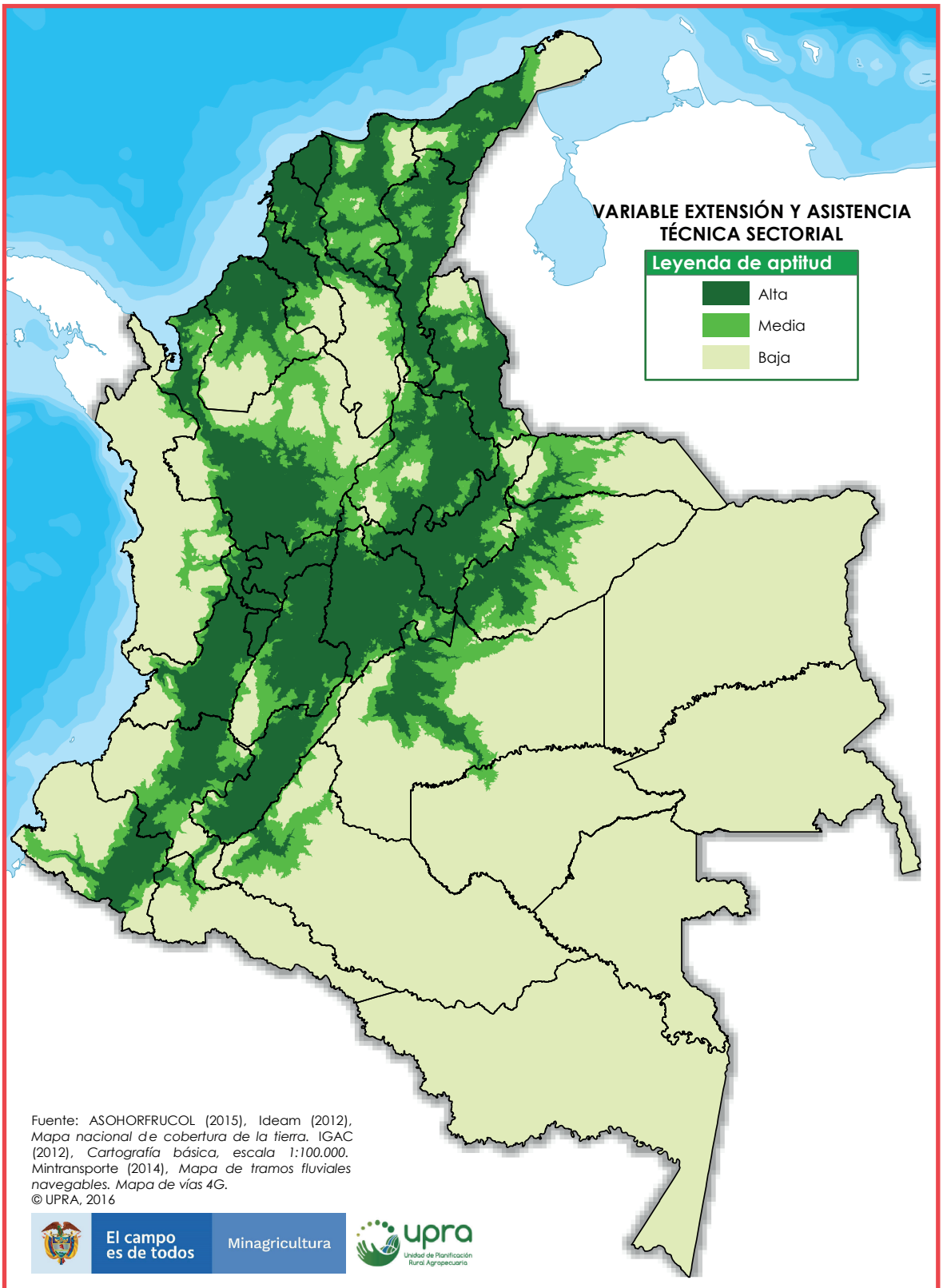
Tipo 5: sin pavimentar, transitable en tiempo seco.

Tipo 6: sin afirmado, transitable en tiempo seco.

4. Clasificación de los municipios por aptitud.

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 que se encuentran a más de dos y hasta cuatro horas de las asociaciones se clasificaron en aptitud media (A2); y áreas que se encuentran a más de cuatro horas de distancia de las asociaciones, se clasificaron en aptitud baja (A3).

Representación cartográfica de la variable



Fuente: ASOHORFRUCOL (2015), Ideam (2012), *Mapa nacional de cobertura de la tierra.* IGAC (2012), *Cartografía básica, escala 1:100.000.* Mintransporte (2014), *Mapa de tramos fluviales navegables. Mapa de vías 4G.*

© UPRA, 2016

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio institucionalidad

Fuentes de información

- Asohofrucol. (2015a) *Asociaciones inscritas*.
- Ideam. (2012). *Mapa nacional de cobertura de la tierra*. Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Mintransporte. (2014b). Mapa de tramos fluviales navegables y mapa de vías 4G.

3.4.6. Variable organizaciones gremiales o de base del sector

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
Componente: socioeconómico		
Criterio asociado: institucionalidad y asociatividad		
Variable: organizaciones gremiales o de base del sector	**Unidad de medida:** presencia	
Tipo de criterio asociado	Análisis jerárquico	✓
	Condicionante	
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	

Definición

Sedes de Asohofrucol que hacen presencia en los municipios.

Importancia de la variable

La presencia gremial indica el nivel de asociatividad y representatividad regional de los productores frente a los lineamientos de política sectorial del Gobierno nacional.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado

Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud competitiva: A1 (alta), A2 (media) y A3 (baja). No hay rangos de exclusión (N1) para la variable.

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). Sedes Asohofrucol en Colombia, 2015 [base de datos].

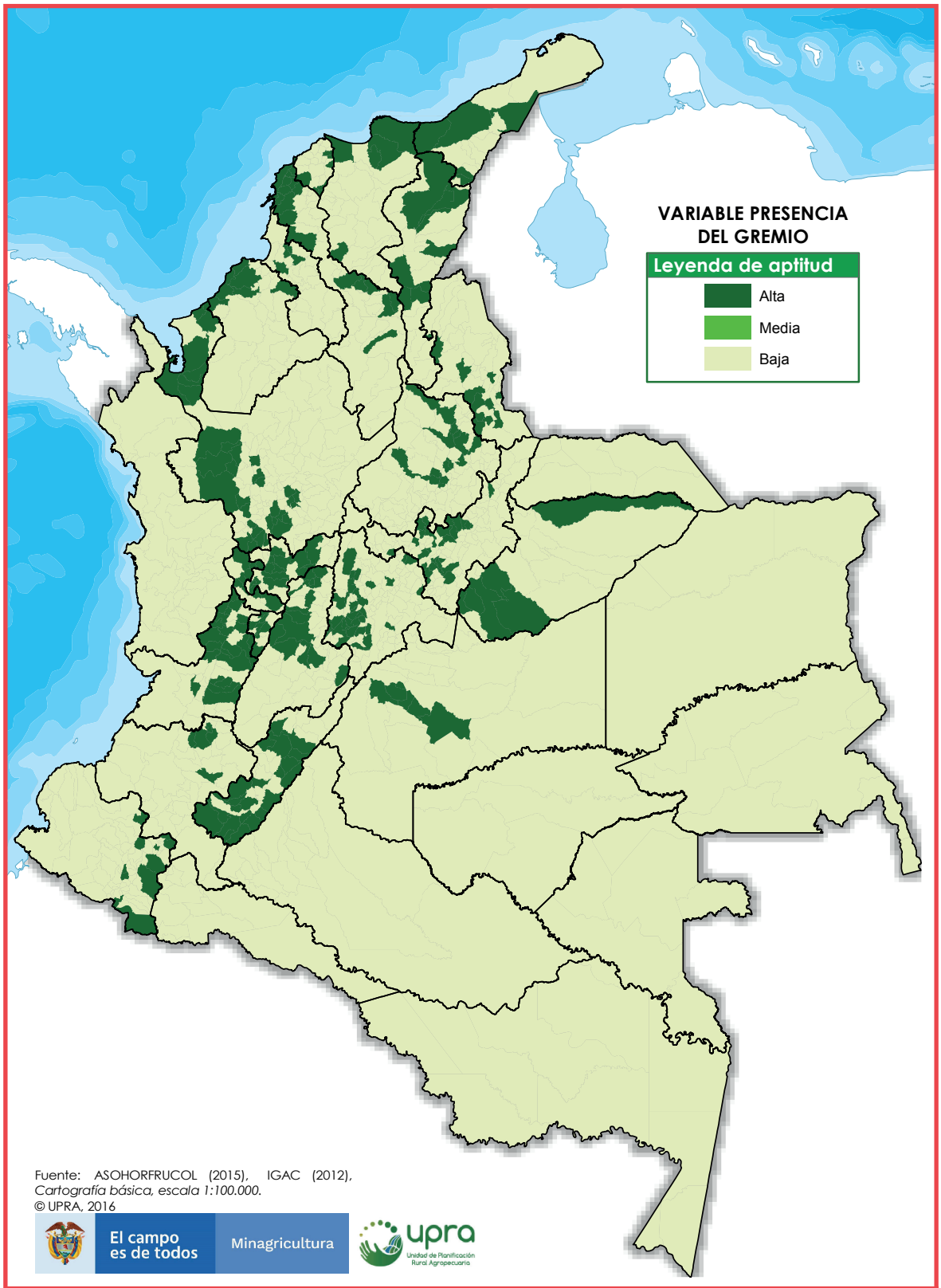
2. **Precisiones de la información.**

   Se consultaron los municipios que tiene regionales de Asohofrucol.

3. **Clasificación de los municipios por aptitud.**

   Municipios con presencia regional de Asohofrucol, se clasificaron en aptitud alta (A1) y aquellos sin presencia con aptitud baja (A3), dado que la Asociación tiene cobertura nacional.

Representación cartográfica de la variable



Fuente: ASOHORFRUCOL (2015), IGAC (2012), *Cartografía básica, escala 1:100.000.*

© UPRA, 2016

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio institucionalidad

Fuentes de información

- Asohofrucol. (2015b). Sedes Asohofrucol en Colombia [base de datos].
- IGAC. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC. Bogotá: IGAC.



3.5. Criterio tamaño de la tierra rural

Ficha metodológica de criterio		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
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, expresado como 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.

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, que, a su vez, tienen una estrecha relación con el tamaño de la unidad de producción.

Considerando que los cultivos de pimentón se siembran principalmente en predios pequeños, se espera que las regiones del país donde la distribución del predio no sea mayor de 2 UAF municipales, tengan una aptitud mayor para acceder a la tierra y poder producir esta hortaliza; esto teniendo en cuenta la relación que existe entre el tamaño del predio y la UAF.

Limitantes de la evaluación del criterio

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

Las áreas registradas en el catastro, en la mayoría de casos, corresponden a las indicadas en los títulos de dominio bajo la figura de “cuerpo cierto” y no a la superficie real sobre la cual se ejerce dominio o posesión.

La definición de UAF del municipio se define bajo los decretos 1132 y 1133 de 2013 por 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.

Para efectos de la zonificación, cada municipio se ubicó dentro de un rango de tamaño tipo predominante y, por lo tanto, en una aptitud determinada. La medición se hizo mediante 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 las resoluciones 1132 y 1133 de 2013 del Incoder, para el municipio donde se encuentre el predio.

Rangos para la asignación de valores de aptitud

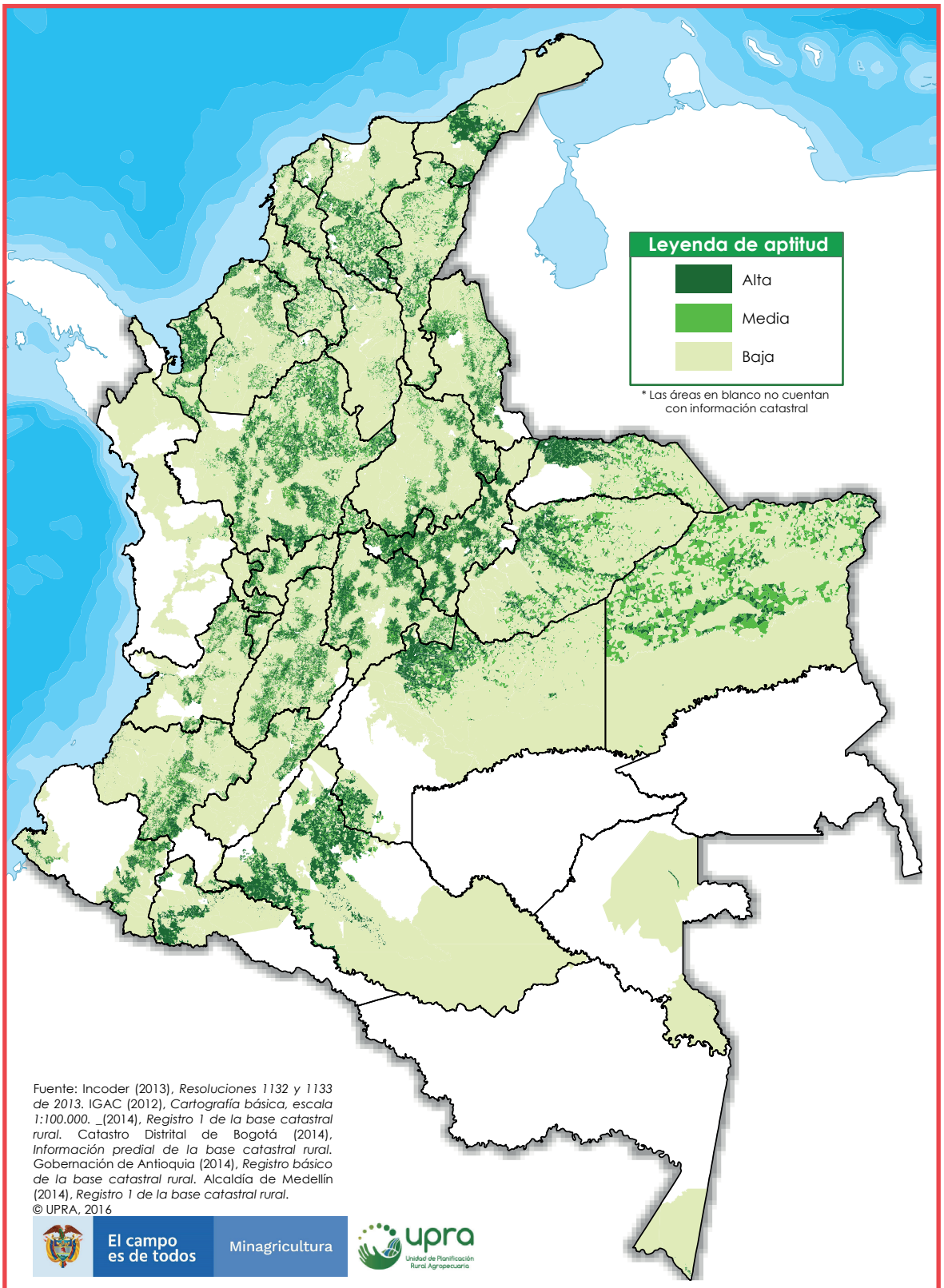
No hay rangos de exclusión (N1) para la variable; por lo tanto, tampoco existen para el criterio. Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: A1 (alta), A2 (media) y A3 (baja), así:

Variable	Unidad de medida	Aptitud		
		A1	A2	A3
Tamaño tipo de los predios rurales	Unidad agrícola familiar UAF	< 2	2-5	> 5

Unidad de análisis

Municipio

Representación cartográfica del criterio



Fuente: Incoder (2013), *Resoluciones 1132 y 1133 de 2013*. IGAC (2012), *Cartografía básica, escala 1:100.000*. _(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*. Alcaldía de Medellín (2014), *Registro 1 de la base catastral rural*.

© UPRA, 2016

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio tamaño de la tierra rural

Fuentes de información

- Alcaldía de Medellín. (2014). *Registro 1 de la base catastral rural.*
- Catastro Distrital de Bogotá. (2014). *Información predial de la base catastrar rural.*
- Gobernación de Antioquía (2014). *Registro básico de la base catastrar rural.*
- IGAC. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: 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 variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
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

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.

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 indican un mayor nivel de aptitud. Regiones del país donde el tamaño de los predios es menor de 2 UAF por municipio, tienen mayor probabilidad de acceder a la tierra debido a que hay menor concentración de la misma. Normalmente en el país los cultivos hortofrutícolas son sembrados en predios pequeños; esta relación muestra menor concentración y por consiguiente genera 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 las categorías de aptitud competitiva: A1 (alta), A2 (media) y A3 (baja). No hay rangos de exclusión (N1) para la variable.

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 fue 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

Para efectos de la zonificación, cada municipio del país se ubicó dentro de un rango de tamaño tipo predominante y, por lo tanto, en una aptitud determinada. 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.

Información:

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, escala 1:100.000.

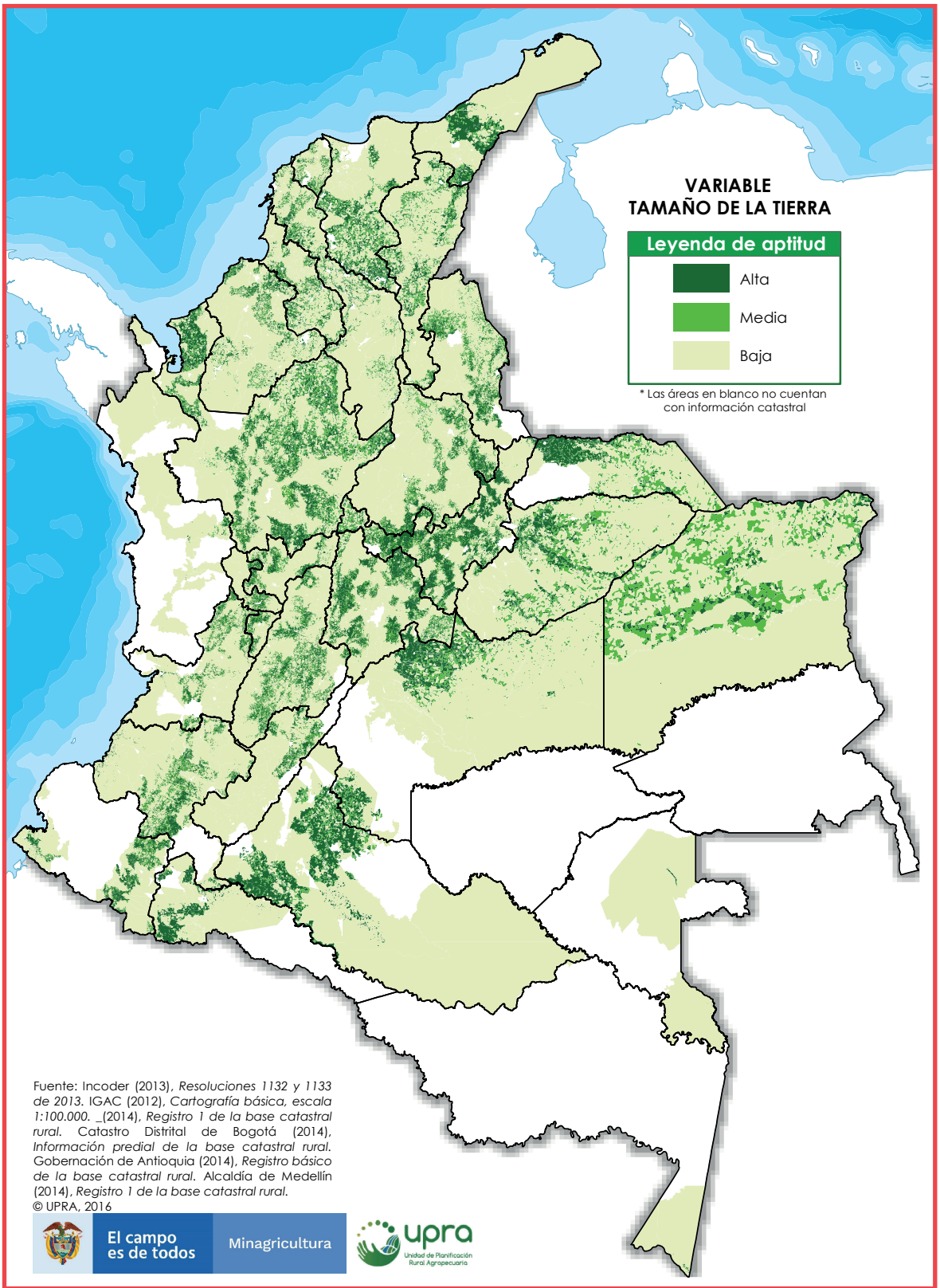
IGAC. (2014a). Bases de datos catastrales: cobertura nacional (registro 1, vigencia 2014).

Incoder. (2013). Resoluciones 1132 y 1133 de 2013.

Unidad de análisis

Municipio

Representación cartográfica de la variable



Fuente: Incoder (2013), *Resoluciones 1132 y 1133 de 2013*. IGAC (2012), *Cartografía básica, escala 1:100.000*. _(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*. Alcaldía de Medellín (2014), *Registro 1 de la base catastral rural*.

© UPRA, 2016

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio tamaño de la tierra rural

Fuentes de información

- Alcaldía de Medellín. (2014). *Registro 1 de la base catastral rural.*
- Catastro Distrital de Bogotá. (2014). *Información predial de la base catastrar rural.*
- Gobernación de Antioquía (2014). *Registro básico de la base catastrar rural.*
- IGAC. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). *Bases de datos catastrales: cobertura nacional* (registro 1, vigencia 2014). Recuperado de: <http://datos.igac.gov.co/pages/catastro>
- Incoder. (2013). Resoluciones 1132 y 1133 de 2013.

3.6. Criterio seguridad ciudadana

Ficha metodológica de criterio		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
Componente: socioeconómico		
Criterio: seguridad ciudadana		
Tipo de criterio	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Variables asociadas al criterio		
Índice de riesgo de amenazas, expresado como índice de riesgo de amenazas e índice de competitividad (IC).		

Sensación de confianza, entendida como ausencia de riesgos y daños a la vida y a la integridad física y psicológica de un individuo o de un grupo poblacional, determinada por situaciones sociales.

Importancia del criterio

Las zonas donde se presentan y repiten hechos delictivos constituyen un riesgo para la vida humana, la integridad física y psicológica de los individuos. Estas zonas podrían estar asociadas a la presencia de grupos armados ilegales y delincuencia común, lo cual puede incidir negativamente en la dinámica del aparato productivo asociado al cultivo.

La seguridad es uno de los factores que determina el clima de inversión, el cual a su vez afecta la competitividad del municipio. Existe una relación inversa entre riesgo de amenazas y la aptitud 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 determinadores de la política pública del sector agropecuario.

Limitantes de la evaluación del criterio

Con la información disponible no se logra caracterizar la incidencia de delitos comunes, ya que los datos usados, se refieren en su mayoría a acciones causadas por grupos de delincuencia organizada.

Para la variable índice de riesgo de amenaza, 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 re-

ferencia 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.

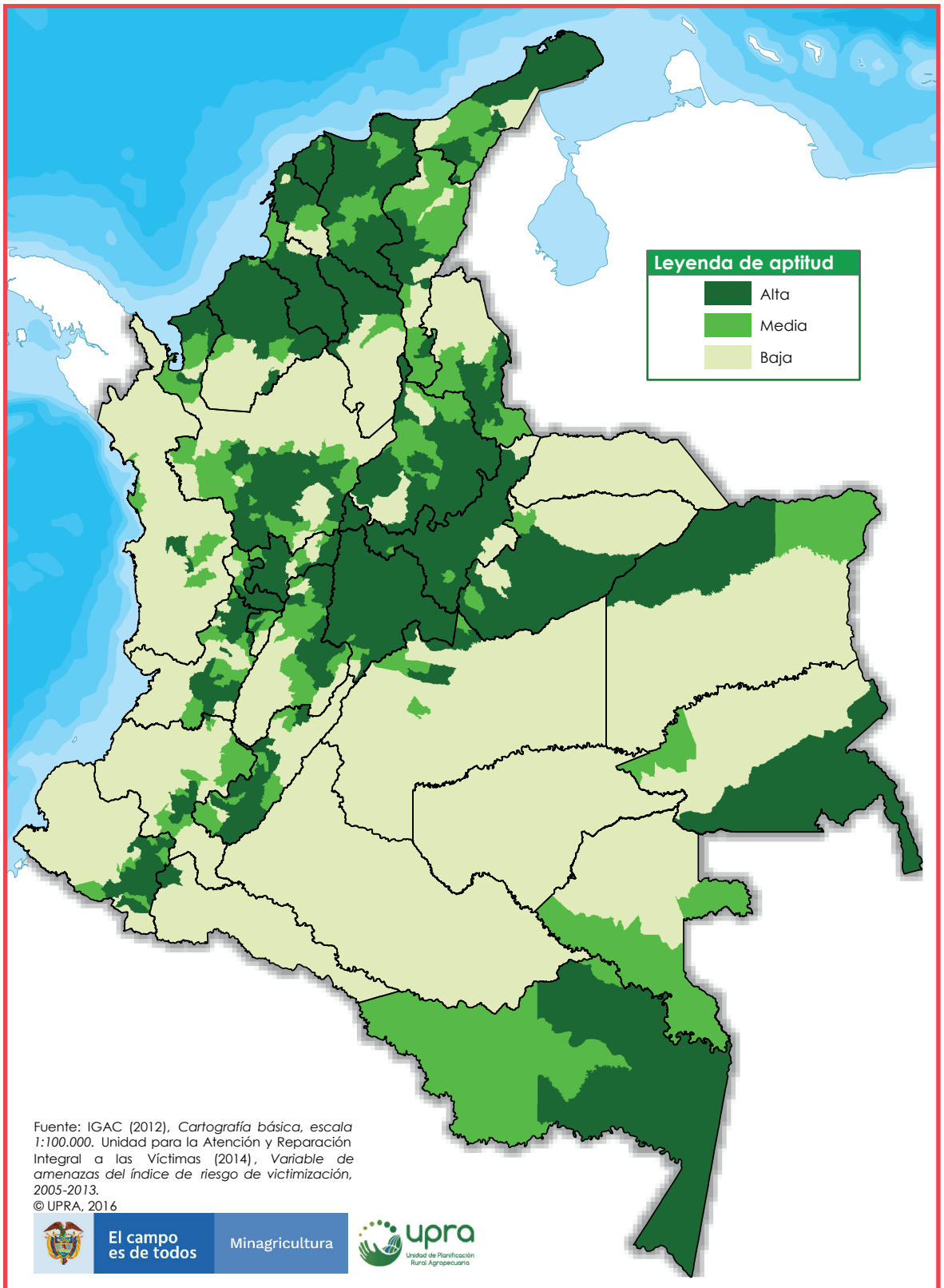
Metodología de evaluación

Debido a que el criterio comprende solo una variable, las categorías de aptitud 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	Índice de riesgo de amenazas	< 0,42	0,42-0,58	> 0,58
	Índice de competitividad (IC)	> 0,720	0,519-0,720	< 0,519

Representación cartográfica del criterio



Fuente: IGAC (2012), *Cartografía básica, escala 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

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio seguridad ciudadana

Fuentes de información

- IGAC. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC. Bogotá: IGAC.
- UARIV. (2014a). *Índice de riesgo de victimización 2005-2013.* Recuperado de: <http:// vgv.unidadvictimas.gov.co/irv/>

3.6.1. Variable índice de riesgo de amenazas

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
Componente: socioeconómico		
Criterio asociado: seguridad ciudadana		
Variable: índice de riesgo de amenazas	**Unidad de medida:** A. Índice de riesgo de amenazas B. índice de competitividad (IC)	
Tipo de criterio asociado	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

Definición

Eventual ocurrencia de acciones o sucesos relacionados con el conflicto armado interno en cada municipio de Colombia, que tengan la potencialidad de causar daño a la población civil y a sus bienes. Dichas acciones son ocasionadas por agentes preponderantemente exógenos, en un determinado tiempo y lugar (UARIV, 2014b).

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 comercial del pimentón.

La seguridad es uno de los factores que determina el clima de inversión de un municipio. Existe una relación inversa entre el riesgo de amenaza y la aptitud competitiva del municipio.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado

Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud competitiva: alta (A1); media (A2) y baja (A3). No hay rangos de exclusión (N1) para la variable.

Índice de riesgo de amenazas	Índice de competitividad (IC)	Aptitud
< 0,42	> 0,720	A1
0,42-0,58	0,519-0,720	A2
> 0,58	< 0,519	A3

Para el período de análisis 2005-2013, los municipios con mayor riesgo de amenazas son fueron El Tarra (Norte de Santander), Arauquita (Arauca) y Puerto Rico (Meta). Los riesgos más bajos se presentan principalmente en municipios ubicados en departamentos de Boyacá, Cundinamarca y Santander.

Limitantes de la evaluación de la variable

En la fuente de información usada se encontraron municipios sin datos disponibles 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.**

UARIV. (2014a). 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 Antipersonas (MAP), exámenes médicos legales por presunto delito sexual, militares y civiles heridos por MAP personas torturadas, desaparición forzada, militares y civiles muertos por MAP, masacres, líderes sociales asesinados.

Subíndice Acciones: ataques a aeronaves, ataque a instalaciones de policía, contacto armado, emboscada, hostigamiento, incidentes MAP, puentes y vías destruidas, retenes ilegales.

Subíndice Otros: artefactos explosivos desactivados o incautados, informes de riesgo, notas de seguimiento.

Subíndice Presencia: hectáreas sembradas en coca, presencia hombres de las BACRIM, FARC y ELN.

El índice de riesgo de amenazas asigna pesos porcentuales a cada subíndice así: hechos (28,98 %); acciones (25,12 %); otros (21,31 %) y presencia (24,57 %).

Este índice clasifica los municipios a través de un ranking según su nivel de Riesgo de Amenazas (RA), así: bajo entre 0,2025 y 0,3081, medio bajo entre 0,3090 y 0,4255, medio entre 0,4263 y 0,5800, medio alto entre 0,5817 y 0,7955, y alto entre 0,8025 y 1.

3. **Análisis de la consistencia y preparación de la información.**

El índice de riesgo de amenazas 2005-2013 calculado por la fuente está disponible por municipio.

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

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

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

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

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

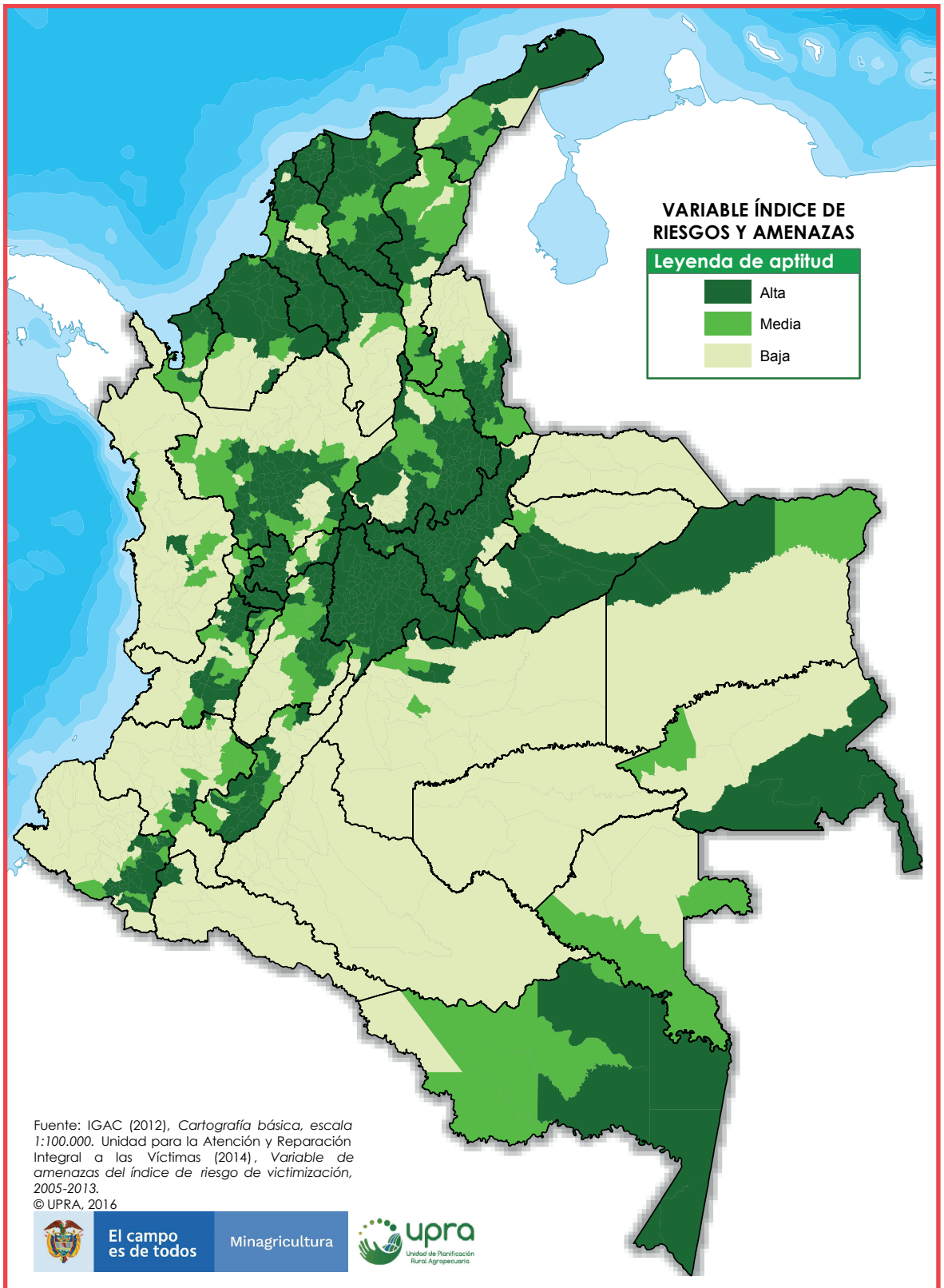
MÁX: valor máximo existente de la variable en los municipios del país

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

5. **Clasificación de los municipios por aptitud.**

De acuerdo con la clasificación de los municipios mediante el índice de riesgo de amenazas, estos se agruparon dentro de las categorías de aptitud competitiva así: A1 (bajo y medio bajo), A2 (medio) y A3 (alto y medio alto).

Representación cartográfica de la variable



Fuente: IGAC (2012), *Cartografía básica, escala 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

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio seguridad ciudadana

Fuentes de información

- IGAC. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- UARIV. (2014a). Índice de riesgo de victimización 2005-*2013*. Recuperado de: <http:// vgv.unidadvictimas.gov.co/irv/>

3.7. Criterio bienestar económico

Ficha metodológica de criterio		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
Componente: socioeconómico		
Criterio: bienestar económico		
Tipo de criterio	Análisis jerárquico	✓
	Condicionante	
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	
Variables asociadas al criterio		
Índice de pobreza multidimensional (IPM), expresado como índice de pobreza multidimensional e índice de competitividad (IC).		

Definición

Conjunto de circunstancias materiales e inmateriales de la existencia y supervivencia de un individuo o grupo humano. Refleja el grado de desarrollo humano de la población perteneciente a un municipio analizado, en relación al concepto de competitividad.

Desarrollo humano: «Busca garantizar el ambiente necesario para que las personas y los grupos humanos puedan desarrollar sus potencialidades y así llevar una vida creativa y productiva conforme con sus necesidades e intereses [...] Para ampliar estas opciones, es fundamental construir capacidades humanas. Las capacidades más básicas para el desarrollo humano son llevar una vida larga y saludable, tener acceso a los recursos que permitan a las personas vivir dignamente y tener la posibilidad de participar en las decisiones que afectan a su comunidad» (PNUD, 2015).

Importancia del criterio

Incide en la percepción de los agentes económicos con respecto a las capacidades de la población para integrarse a un proceso productivo. Aquellos municipios con mayor desarrollo humano cuentan con poblaciones más aptas para participar en las dinámicas socioeconómicas y, por lo tanto, requieren una menor inversión social para potenciar sus capacidades.

Existe una relación directa entre un mayor desarrollo humano en un municipio y la aptitud 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. Di-

cho censo 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

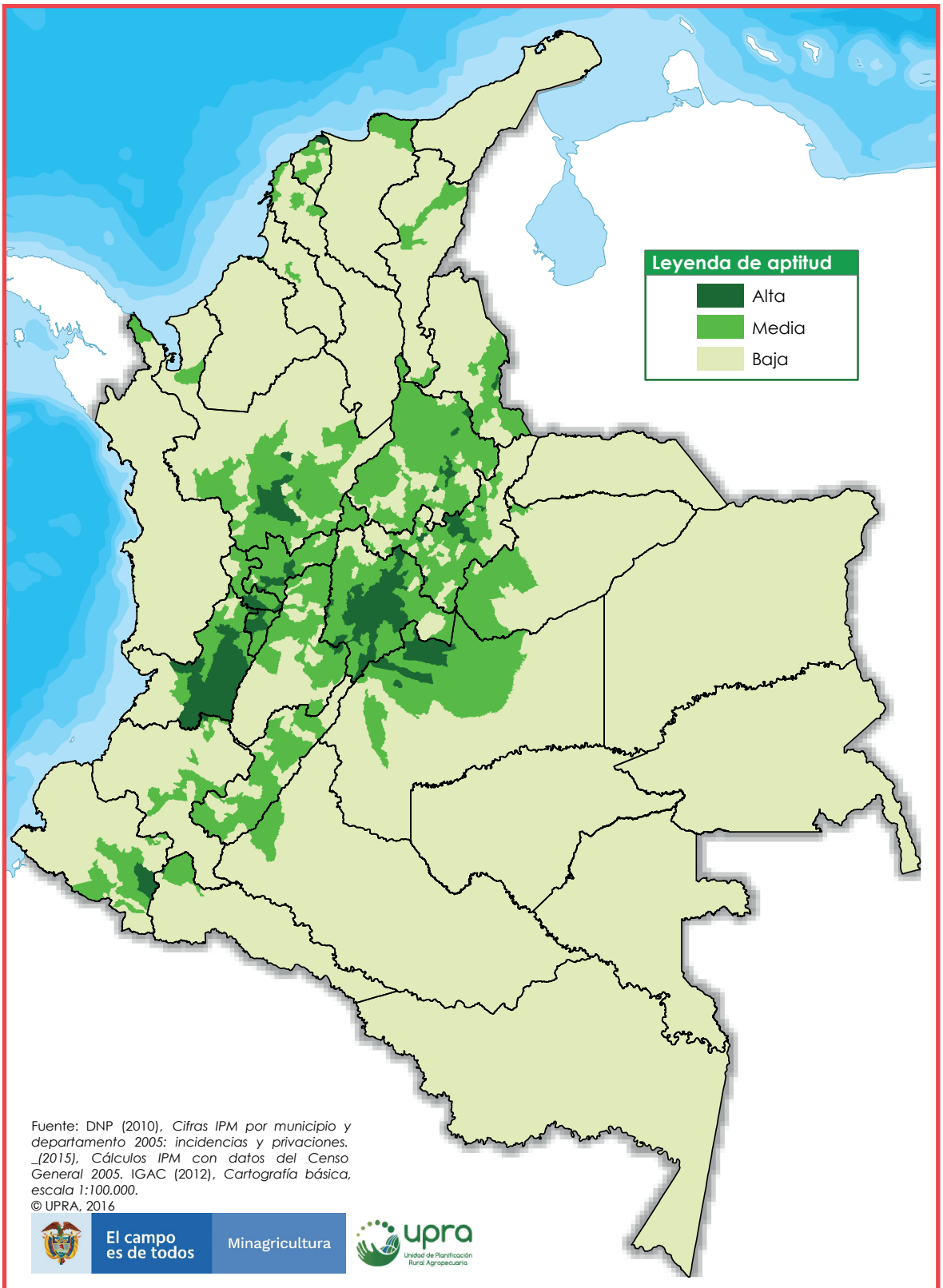
Debido a que el criterio comprende solo una variable, las categorías de aptitud de los municipios, son equivalentes a las categorías de la variable.

Rangos para la asignación de valores de aptitud

Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud competitiva: A1 (alta), A2 (media) y A3 (baja). No hay rangos de exclusión (N1) para la variable.

Variable	Unidad de medida	Aptitud		
		A1	A2	A3
Índice de pobreza multidimensional (IPM)	Índice de pobreza multidimensional	< 64	64-83	> 83
	Índice de competitividad (IC)	> 0,46731	0,22069-0,46731	< 0,22069

Representación cartográfica del criterio



Fuente: 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.*

© UPRA, 2016

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio bienestar económico

Fuentes de información

- DNP. (2010). *Cifras IPM por municipio y departamento 2005: incidencias y privaciones*. Recuperado de: <https://www.dnp.gov.co/programas/desarrollo-social/ pol%C3%ADticas-sociales-transversales/Paginas/promoci%C3%B3n-de-la-equidady-reducci%C3%B3n-de-la-pobreza.aspx>
- _. (2015). *Cálculos IPM con datos del censo general 2005*.
- IGAC. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- PNUD. (2015). Qué es el desarrollo humano.

3.7.1 Variable índice de pobreza multidimensional (IPM)

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
Componente: socioeconómico		
Criterio asociado: bienestar económico		
Variable: índice de pobreza multidimensional (IPM)	**Unidad de medida:** Índice de pobreza multidimensional (IPM) e 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, 2011b).

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.

Existe una relación inversa entre el IPM y la aptitud del municipio. Los municipios con mayores IPM reflejan una menor incidencia de la competitividad de los procesos productivos desarrollados en el pasado.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado

Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud competitiva, así: A1 (alta), A2 (media) y A3 (baja). No hay rangos de exclusión (N1) para la variable.

Índice de pobreza multidimensional (IPM)	Índice de competitividad (IC)	Aptitud
< 64	> 0,46731	A1
64-83	0,22069-0,46731	A2
> 83	< 0,22069	A3

Limitantes de la evaluación de la variable

El IPM municipal fue calculado por el DNP con base en la información del censo general. Dicho censo 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. (2011b). Índice de Pobreza Multidimensional (IPM-Colombia) 1997-2008 y meta del DNP.

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 los servicios 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 (IC).

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

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

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

donde:

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

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

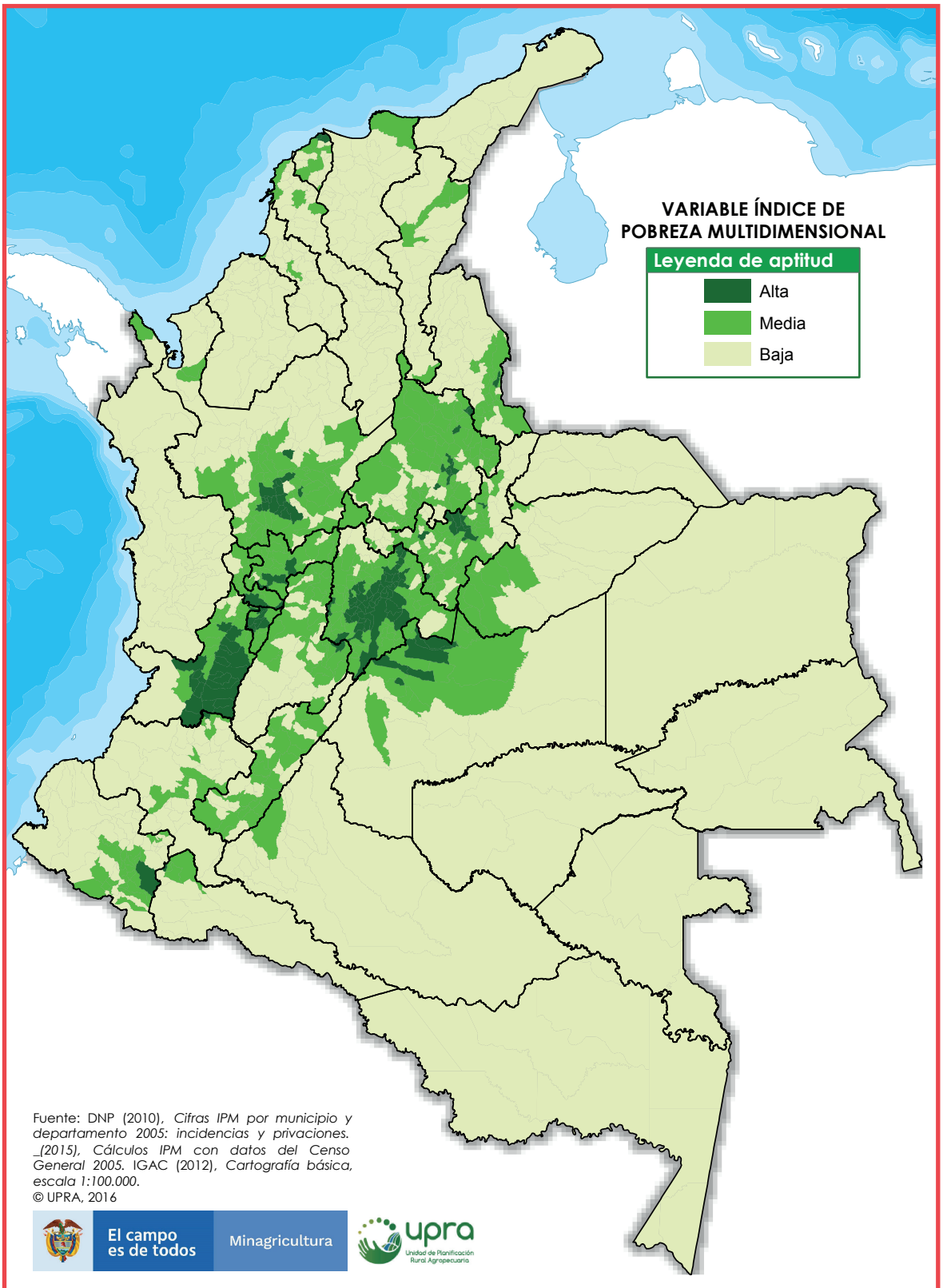
MÁX: valor máximo existente de la variable en los municipios del país

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

5. **Clasificación de los municipios por aptitud.**

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definieron teniendo en cuenta la dispersión de los datos del IPM. 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



Fuente: 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.*

© UPRA, 2016

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio bienestar económico

Fuentes de información

- DNP. (2010). *Cifras IPM por municipio y departamento 2005: incidencias y privaciones*. Recuperado de: <https://www.dnp.gov.co/programas/desarrollo-social/ pol%C3%ADticas-sociales-transversales/Paginas/promoci%C3%B3n-de-la-equidady-reducci%C3%B3n-de-la-pobreza.aspx>.
- _. (2015). *Cálculos IPM con datos del Censo General 2005*.
- IGAC. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.



3.8. Criterio indicadores económicos

Ficha metodológica de criterio		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
Componente: socioeconómico		
Criterio: indicadores económicos		
Tipo de criterio	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Variables asociadas al criterio		
Grado de participación agropecuaria municipal, expresado en porcentaje (%).		

Definición

Son valores estadísticos que ayudan a analizar y prever el comportamiento de la economía; representa la realidad económica de manera cuantitativa y directa, y miden las variables durante un cierto período de tiempo.

Importancia del criterio

Incide en la percepción de los agentes económicos con respecto al entorno económico de un municipio (comportamiento de los sectores económicos respecto al PIB municipal). Un municipio con mayor dependencia de su PIB con el sector agropecuario muestra su vocación agropecuaria, lo cual hace parte de las consideraciones tenidas en cuenta para desarrollar actividades productivas, como el cultivo comercial de pimentón.

Limitantes de la evaluación del criterio

El valor agregado municipal define la cantidad de recursos generados en el municipio para cada sector. En este análisis se excluyó la participación del sector minero, teniendo en cuenta su gran aporte a los municipios; de esta manera se contó con una medida más ajustada de la vocación agropecuaria de cada uno de ellos en el país.

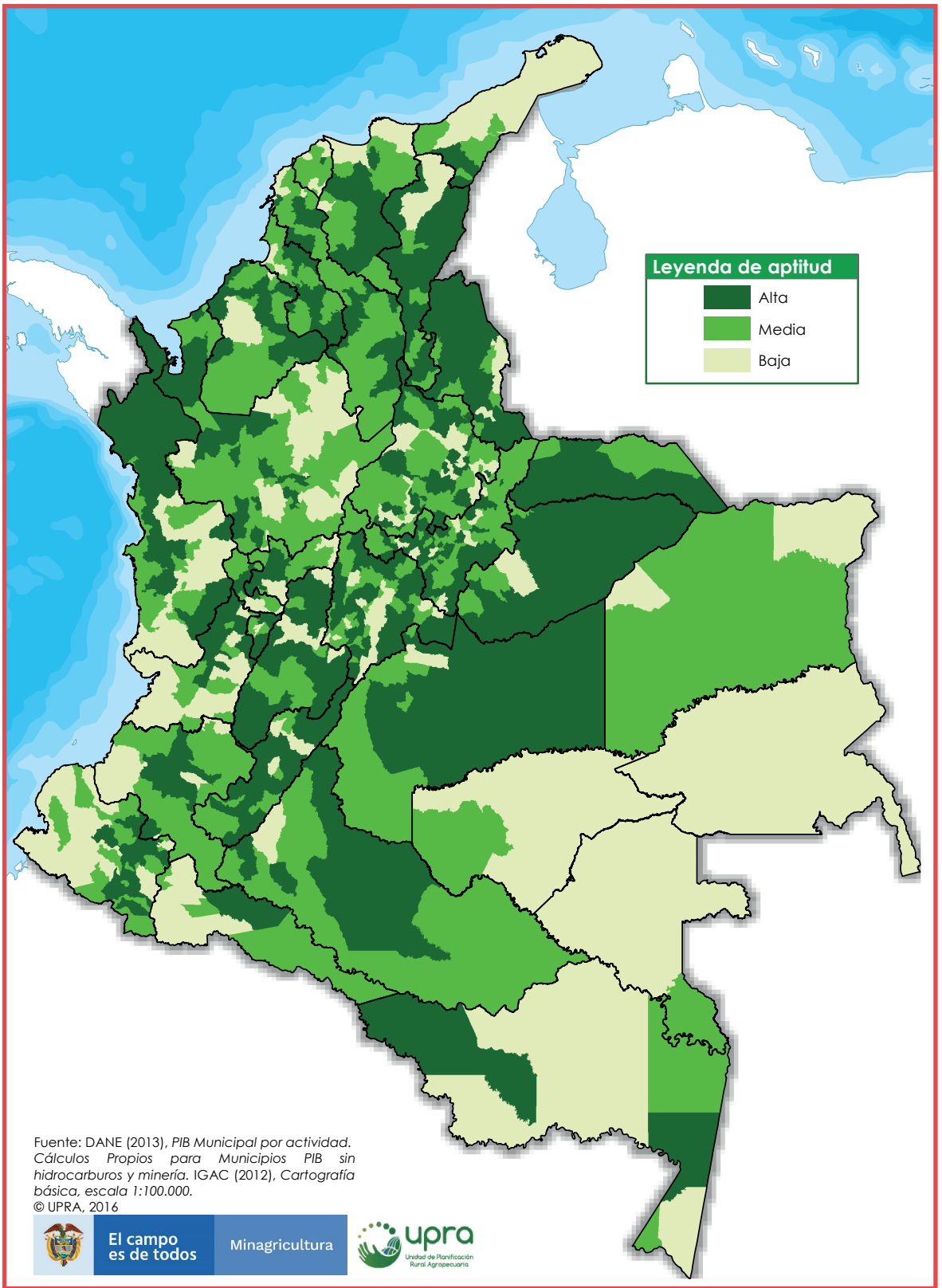
Metodología de evaluación

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
Grado de participación agropecuaria municipal	Porcentaje (%)	> 27	10-27	< 10

Representación cartográfica del criterio



Fuente: DANE (2013), *PIB Municipal por actividad. Cálculos Propios para Municipios PIB sin hidrocarburos y minería.* IGAC (2012), *Cartografía básica, escala 1:100.000.*

© UPRA, 2016

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio indicadores económicos

Fuentes de información

- DANE. (2013). *PIB, Municipal por actividad. Cálculos propios para municipios PIB sin hidrocarburos y minería*.
- IGAC (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

3.8.1. Variable grado de participación agropecuaria municipal

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
Componente: socioeconómico		
Criterio asociado: indicadores económicos		
Variable: grado de participación agropecuaria municipal	**Unidad de medida:** porcentaje (%)	
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 para el desarrollo de actividades económicas relacionadas al sector agropecuario, porque señala que la dinámica del aparato productivo en el municipio es más adecuada para responder a los requerimientos de dichas actividades, entre las cuales se encuentra el cultivo comercial de pimentón.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado

Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud competitiva: A1 (alta); A2 (media) y A3 (baja).

Participación 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. En este análisis se excluyó la participación del sector minero, teniendo en cuenta su gran aporte a los municipios; de esta manera se contó con una medida más ajustada de la vocación agropecuaria de cada uno de ellos en el país.

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 departamental, 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), cual 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. Teniendo en cuenta 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 vocación y por consiguiente 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.

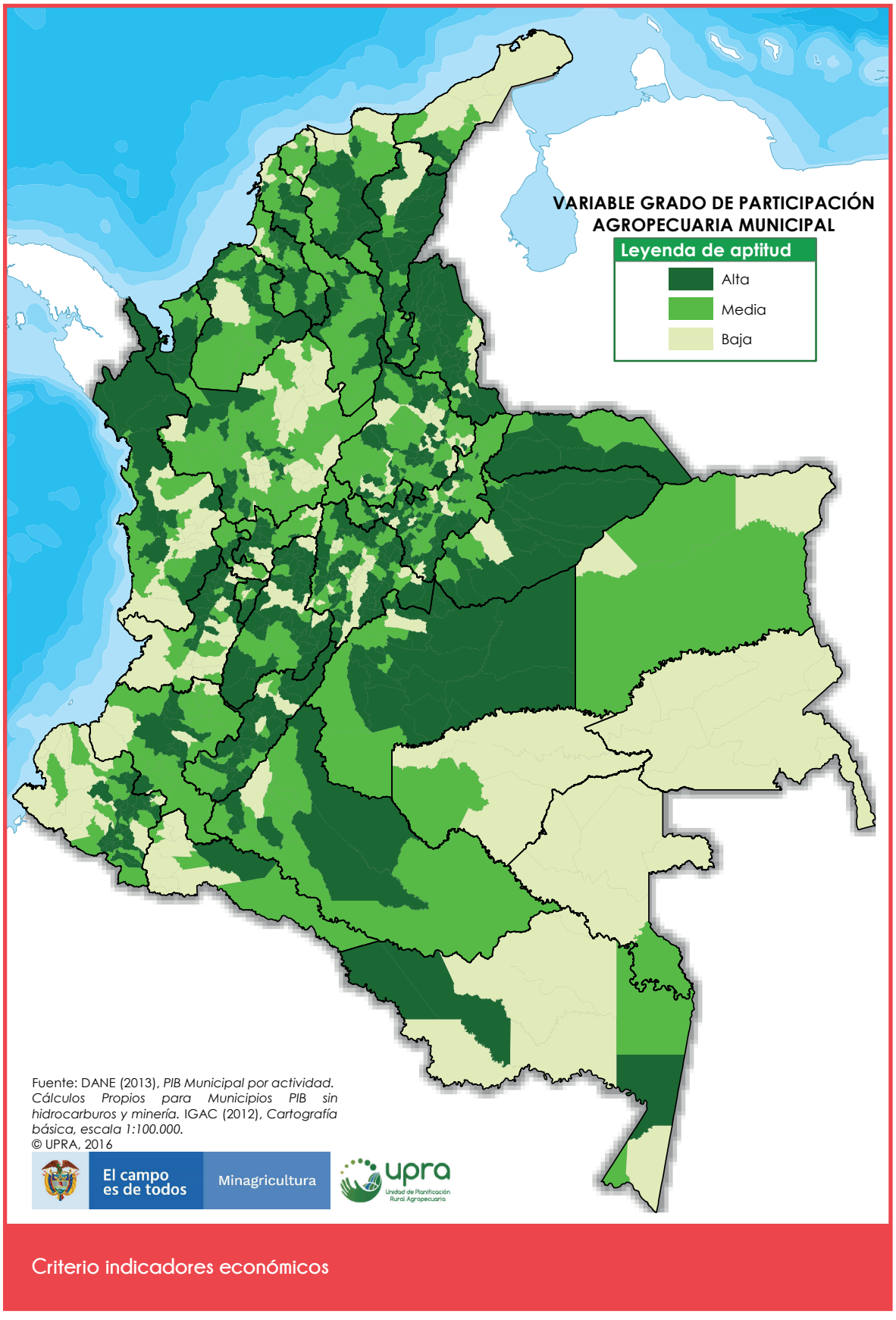
3. **Análisis de la consistencia y preparación de la información.**

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 su calificación denota territorios con mayor ventaja competitiva de producir y generar ingresos provenientes del sector agropecuario.

4. **Clasificación de los municipios por aptitud.**

Se clasificaron los municipios de acuerdo a la participación del valor estimado de la producción agropecuaria municipal sobre el PIB en porcentaje, sin hidrocarburos y minería.

Representación cartográfica de la variable



Criterio indicadores económicos

Fuentes de información

- DANE. (2012). *PIB, Municipal por actividad. Cálculos propios para municipios PIB sin hidrocarburos y minería*.
- IGAC (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

4. Fichas metodológicas de exclusiones legales

4.1. Criterio exclusiones legales

Ficha metodológica de criterio		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
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). • Otras áreas protegidas locales: de acuerdo con el PBOT del municipio de Puerto López de 2017 y el Acuerdo 12 de Cormacarena de 2012, se establecen como exclusiones las siguientes áreas: bosques de galería, rondas de caño y ríos secundarios buffer de 30 m, rondas principales buffer de 100 m, Parque Municipal Yucao, Reserva Natural del Alto de Menegua y microcuencas que surten acueductos. • Áreas urbanas: áreas conformadas por conjuntos de edificaciones y estructuras contiguas agrupadas en manzanas censales que por lo general cuentan con una dotación de servicios esenciales tales como acueducto, alcantarillado, energía eléctrica, hospitales, colegios, entre otros. En esta categoría están incluidas las cabeceras municipales y los centros poblados (DANE, 2018). • Parques arqueológicos: son áreas arqueológicas protegidas, declarados mediante 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 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.

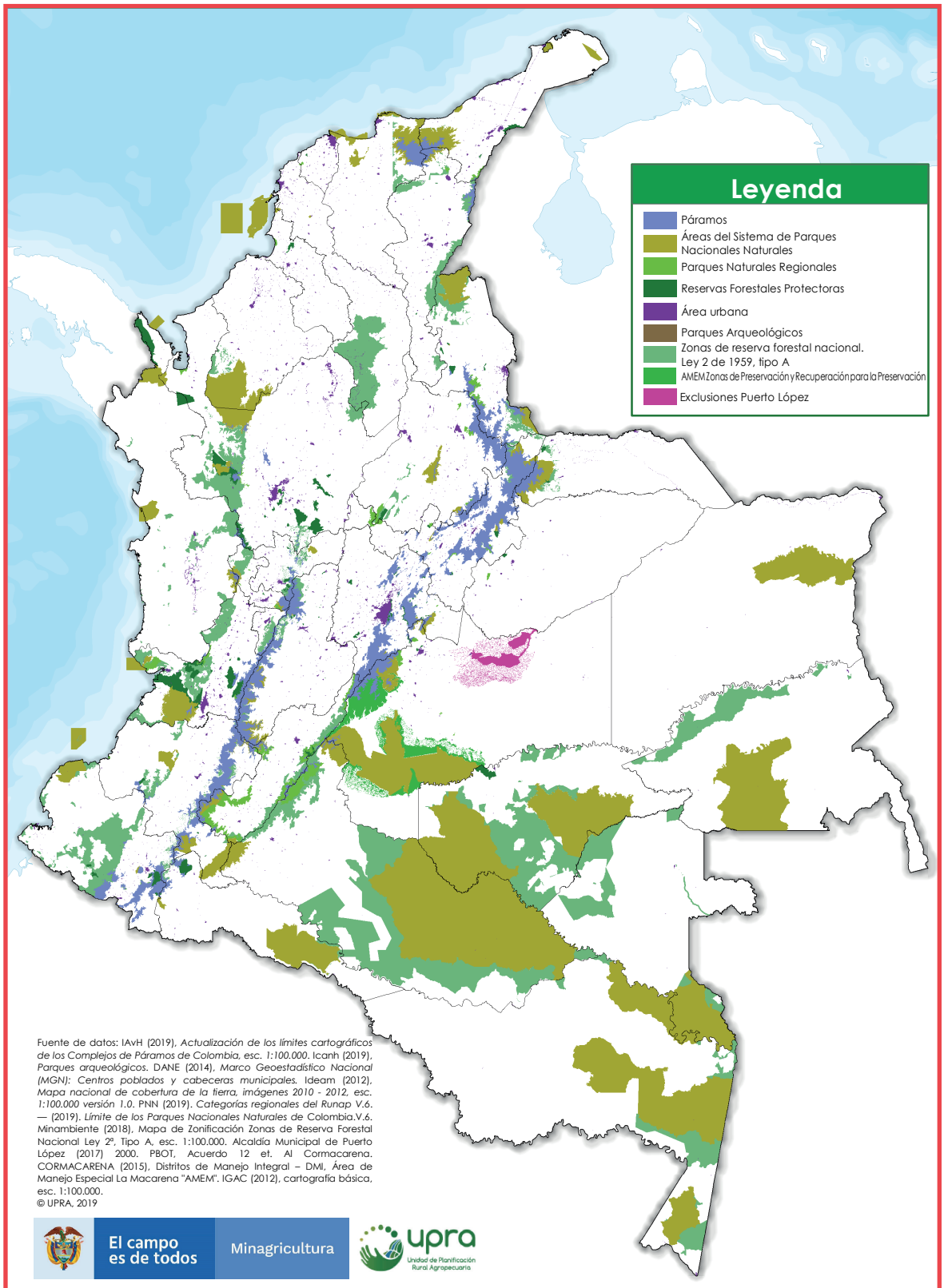
Metodología de evaluación

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



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

© UPRA, 2019

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio exclusiones legales

Fuentes de información

- Alcaldía Municipal de Puerto López (2017). *PBOT, Acuerdo 12 et al. Cormacarena*.
- Cormacarena (2015). *Distritos de Manejo Integrado – DMI. Área de Manejo Especial La Macarena (AMEM).*
- DANE. (2014). *Marco Geodésico Nacional (MGN): centros poblados y cabeceras municipales.*
- IAVH. (2019). *Actualización de los límites cartográficos de los complejos de páramos, escala 1:100.000*
- Icanh. (2019). *Parques arqueológicos.*
- Ideam (2012). *Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2010-2012, escala 1:100.000 versión 1.0.*
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. 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 variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
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 pimentón, 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.

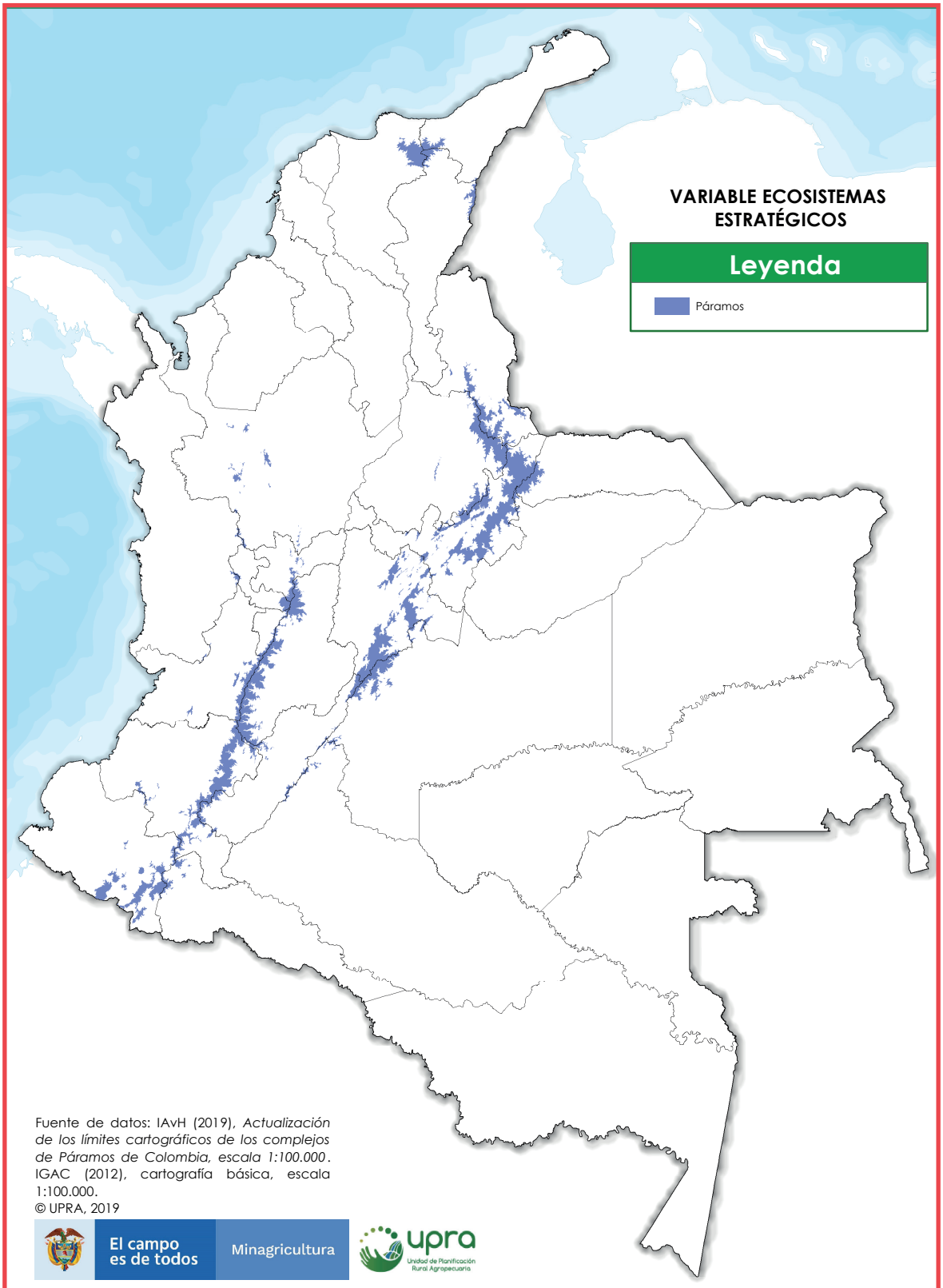
Valor de exclusión

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



Fuente de datos: IAvH (2019), *Actualización de los límites cartográficos de los complejos de Páramos de Colombia, escala 1:100.000*. IGAC (2012), cartografía básica, escala 1:100.000.

© UPRA, 2019

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio exclusiones legales

Unidad de análisis

Polígonos de páramos

Fuentes de información

- IAVH. (2019). *Actualización de los límites cartográficos de los complejos de páramos, escala 1:100.000*.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

4.1.2. Variable áreas protegidas

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
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 pimentón, las áreas protegidas representan determinantes ambientales de obligatorio cumplimiento de acuerdo con la normatividad nacional, por lo que constituyen el máximo nivel de restricción al uso.

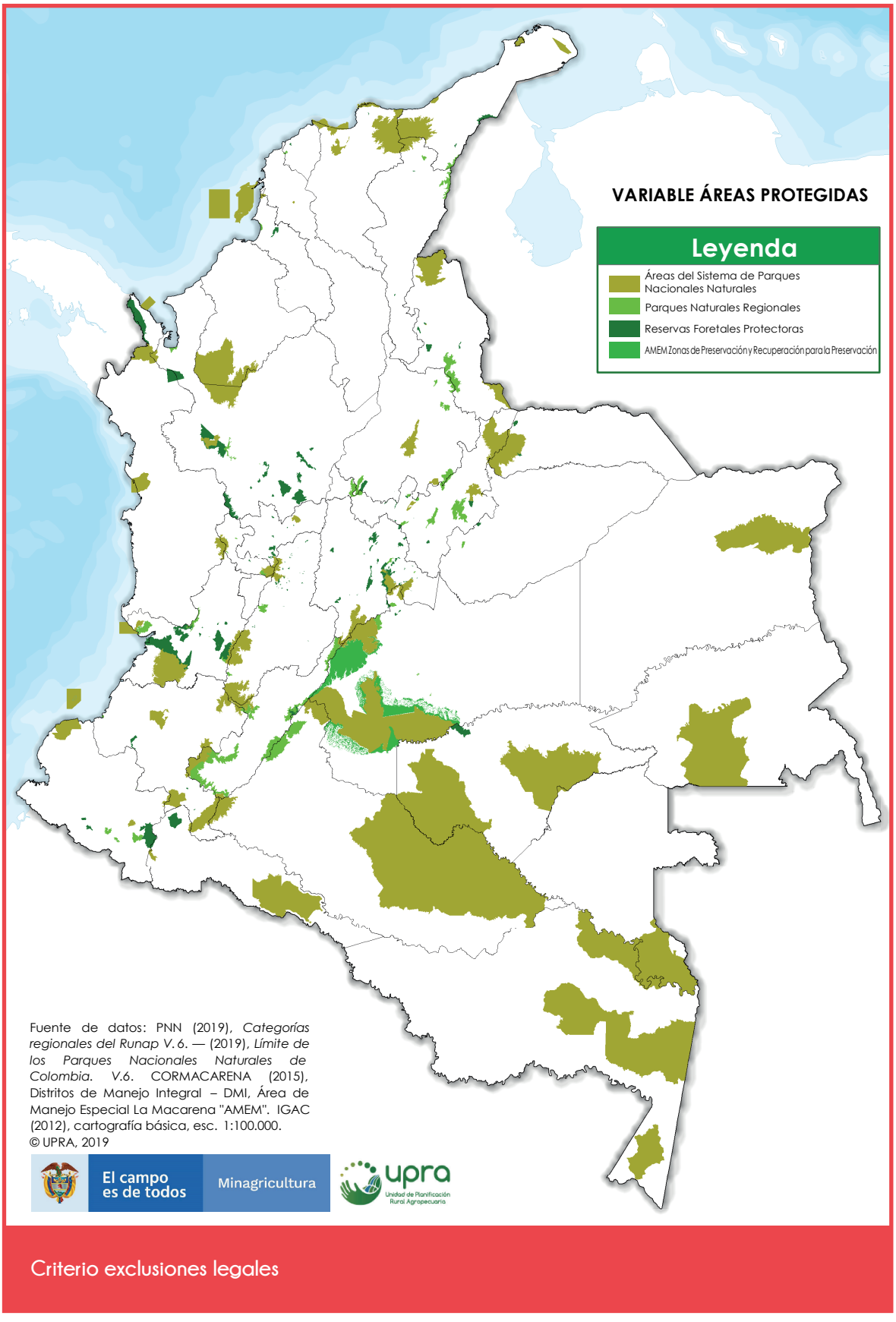
Valor de exclusión de la variable

No aplica, por tratarse de una exclusión legal (N2).

Limitantes de evaluación de la variable

La principal limitante para analizar las áreas protegidas está referido a su dinámica, ya que constantemente se están creando nuevas áreas. Sobre este aspecto, es necesario resaltar que dentro de los criterios condicionantes se evalúa la figura «*Zonas de protección y desarrollo de los recursos*» (tanto de carácter regional como nacional), en las cuales queda implícito que, en el futuro, es posible que una parte de estas pueda convertirse en un área protegida, lo cual implica que cambia de condicionante a exclusión legal. Lo anterior implica la necesidad de mantener actualizada la información cartográfica para que las exclusiones incluyan las nuevas áreas protegidas que se van creando.

Representación cartográfica de la variable



Criterio exclusiones legales

Unidad de análisis

Áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales, polígonos de Parques Naturales Regionales y polígonos de las Reservas Forestales Protectoras.

Fuentes de información

- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. 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 variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
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 pimentón, las áreas protegidas representan determinantes ambientales de obligatorio cumplimiento de acuerdo con la normatividad nacional, por lo que constituyen el máximo nivel de restricción al uso.

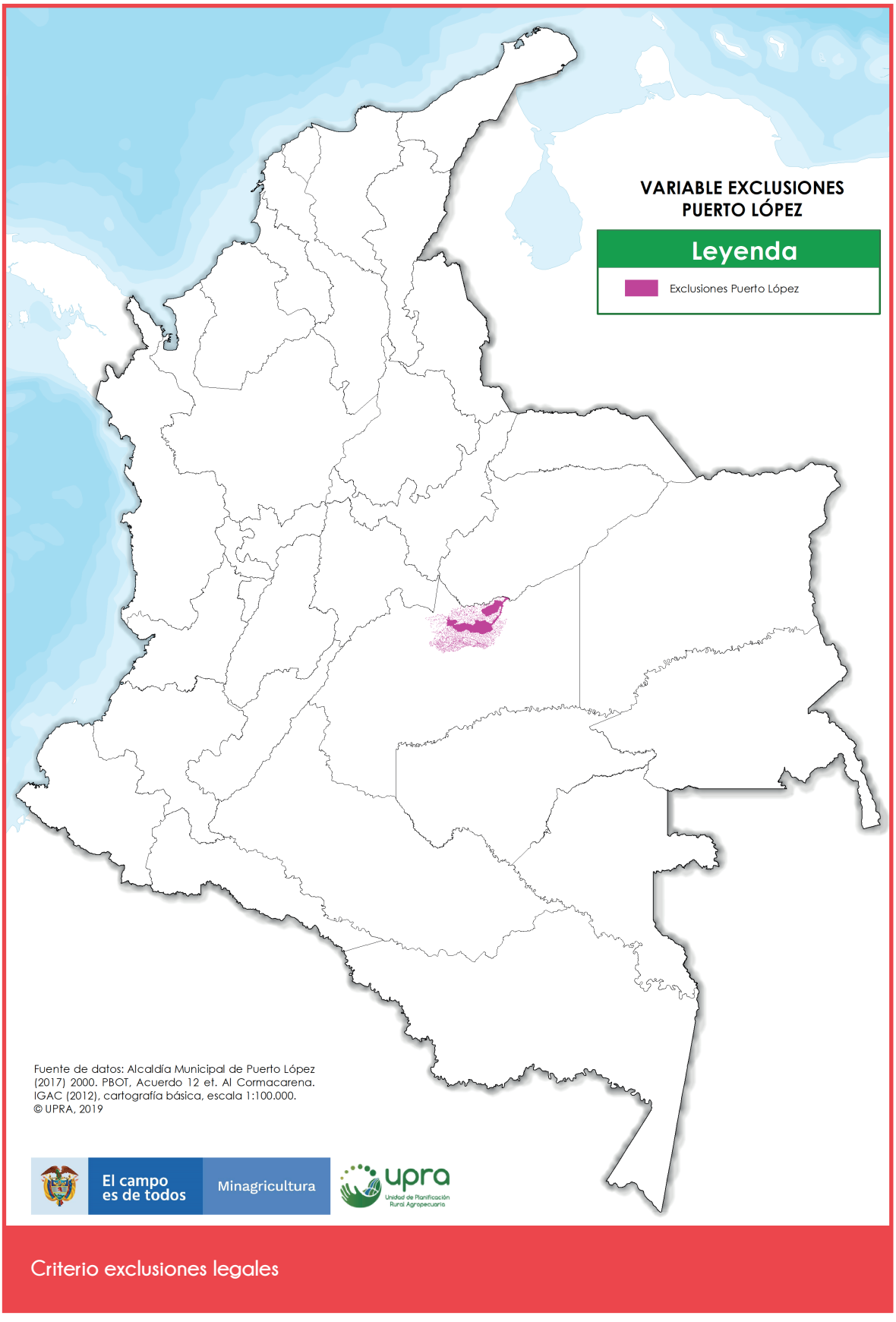
Valor de exclusión de la variable

No aplica, por tratarse de una exclusión legal (N2).

Limitantes de evaluación de la variable

La principal limitante para analizar las áreas protegidas está referido a su dinámica, ya que constantemente se están creando y definiendo nuevas áreas de conservación y protección que se van creando.

Representación cartográfica de la variable



Criterio exclusiones legales

Unidad de análisis

Zonas de protección declaradas en el PBOT de Puerto López

Fuentes de información

- Alcaldía Municipal de Puerto López (2017). *PBOT, Acuerdo 12 et., al. Cormacarena*.
- Cormacarena (2015). *Distritos de Manejo Integrado – DMI. Área de Manejo Especial La Macarena (AMEM).*
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

4.1.4. Variable áreas urbanas

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
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 pro-

ductivas 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.

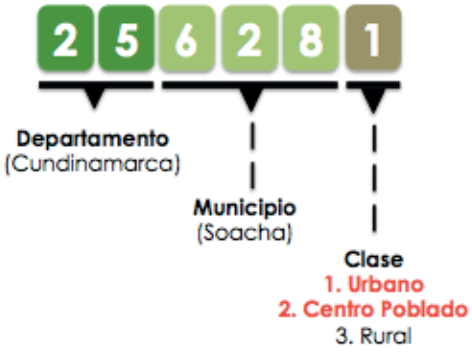
Ideam. 2012. Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2010-2012, escala 1:100.000 versión 1.0.

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

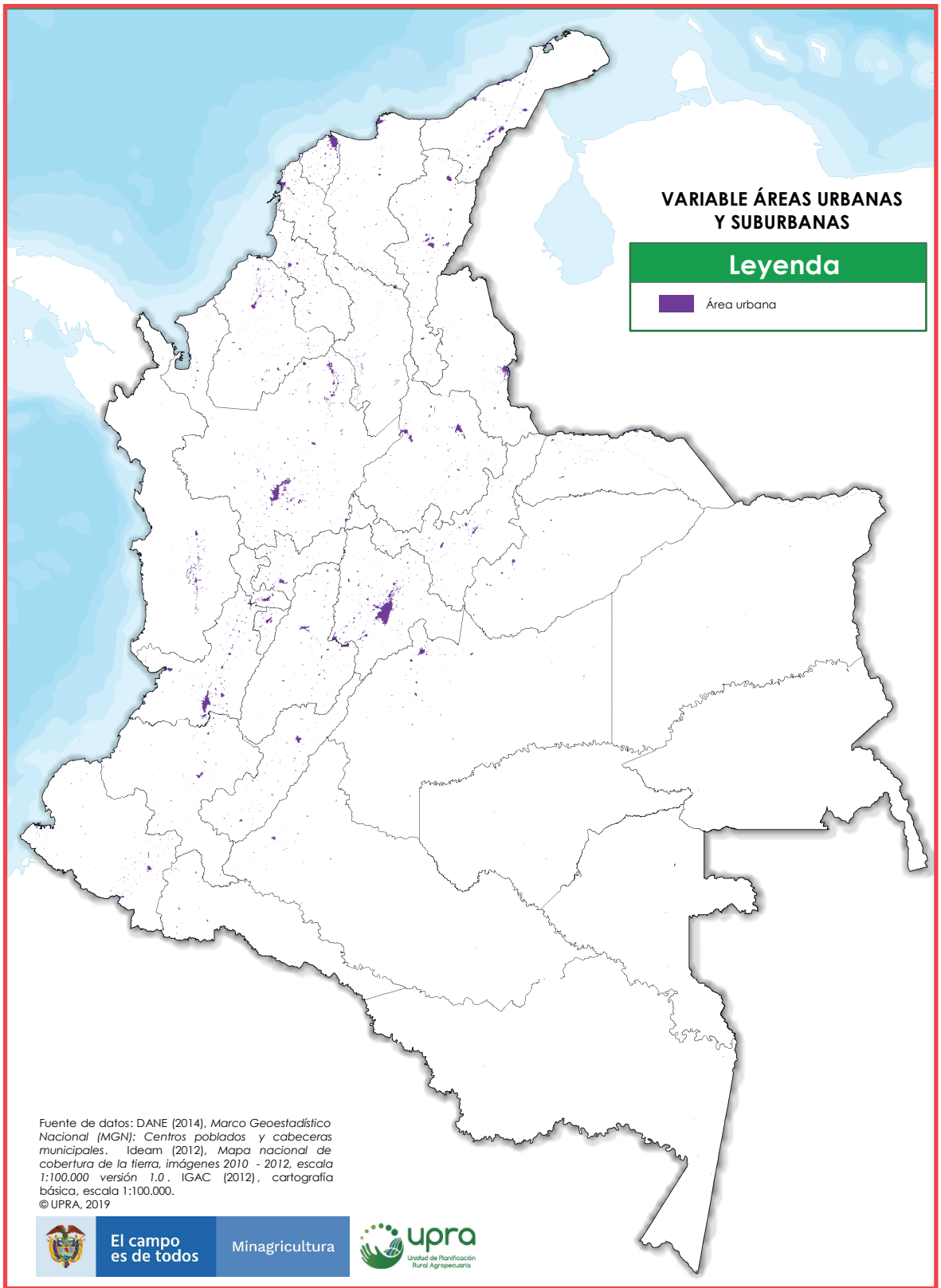


Fuente: Elaboración propia con base en DANE (2018)

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



Criterio exclusiones legales

Unidad de análisis

Polígonos correspondientes a cabeceras municipales y centros poblados

Fuentes de información

- DANE. (2018). *Manual de uso del Marco Geoestadístico Nacional. Glosario.* Recuperado de: <https://www.sen.gov.co/files/RegulacionEstadistica/Manual_MGN.pdf>
- _. (2014). *Marco Geoestadístico Nacional (MGN). Cabeceras municipales y centros poblados.*
- Ideam (2012). *Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2010-2012, escala 1:100.000 versión 1.0*
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

4.1.5. Variable parques arqueológicos

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
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	Parque Arqueológico	Zona
Tierradentro	Segovia	Tequendama	Directa
	El Tablón	Alto de Las Piedras	Directa
	Alto de San Andrés	El Abra	Directa
Sogamoso	Directa	El Infiernito	Directa
San Agustín	Mesitas	La Lindosa	Raudal
Hacienda El Carmen	Directa		Nuevo Tolima
Cerro El Volador	Directa		Los Alpes
Alto de Los Ídolos	Directa		Limoncillo
UPTC Tunja	Directa		Campanilla
Ciudad Perdida	Directa		Cerro Azul
	Área de influencia	Serranía del Chibiriquete	Directa
Piedras Blancas	Directa		

Representación cartográfica de la variable



Fuente de datos: Icanh (2019). *Parques arqueológicos*. IGAC (2012), cartografía básica, escala 1:100.000.

© UPRA, 2019

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio 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 variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
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:

a. Resolución 1922 de 2013, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal Central, establecida en la Ley 2ª de 1959.
b. Resolución 1923 de 2013, mediante la cual se adopta la zonificación y ordenamiento de la Reserva Forestal de la Serranía de los Motilones, establecida en la Ley 2ª de 1959.

c. Resolución 1924 de 2013, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del Río Magdalena, establecida en la Ley 2ª de 1959.
d. Resolución 1925 de 2013, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Amazonía, establecida en la Ley 2ª de 1959, para los departamentos de Caquetá, Guaviare y Huila.
e. Resolución 1926 de 2013, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del Pacífico, establecida en la Ley 2ª de 1959.
f. Resolución 1275 de 2014, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del Cocuy, establecida en la Ley 2ª de 1959.
g. Resolución 1276 de 2014, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Sierra Nevada de Santa Marta, establecida en la Ley 2ª de 1959.
h. Resolución 1277 de 2014, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Amazonía, establecida en la Ley 2ª de 1959, para los departamentos de Amazonas, Cauca, Guainía, Putumayo y Vaupés.

Importancia de la variable

Para los propósitos de la zonificación, las zonas tipo A de las Zonas de Reserva Forestal Nacional son consideradas como determinantes ambientales de obligatorio cumplimiento de acuerdo con la normatividad nacional, por lo que constituyen el máximo nivel de restricción al uso.

Valor de exclusión de la variable

No aplica, por tratarse de una exclusión legal (N2).

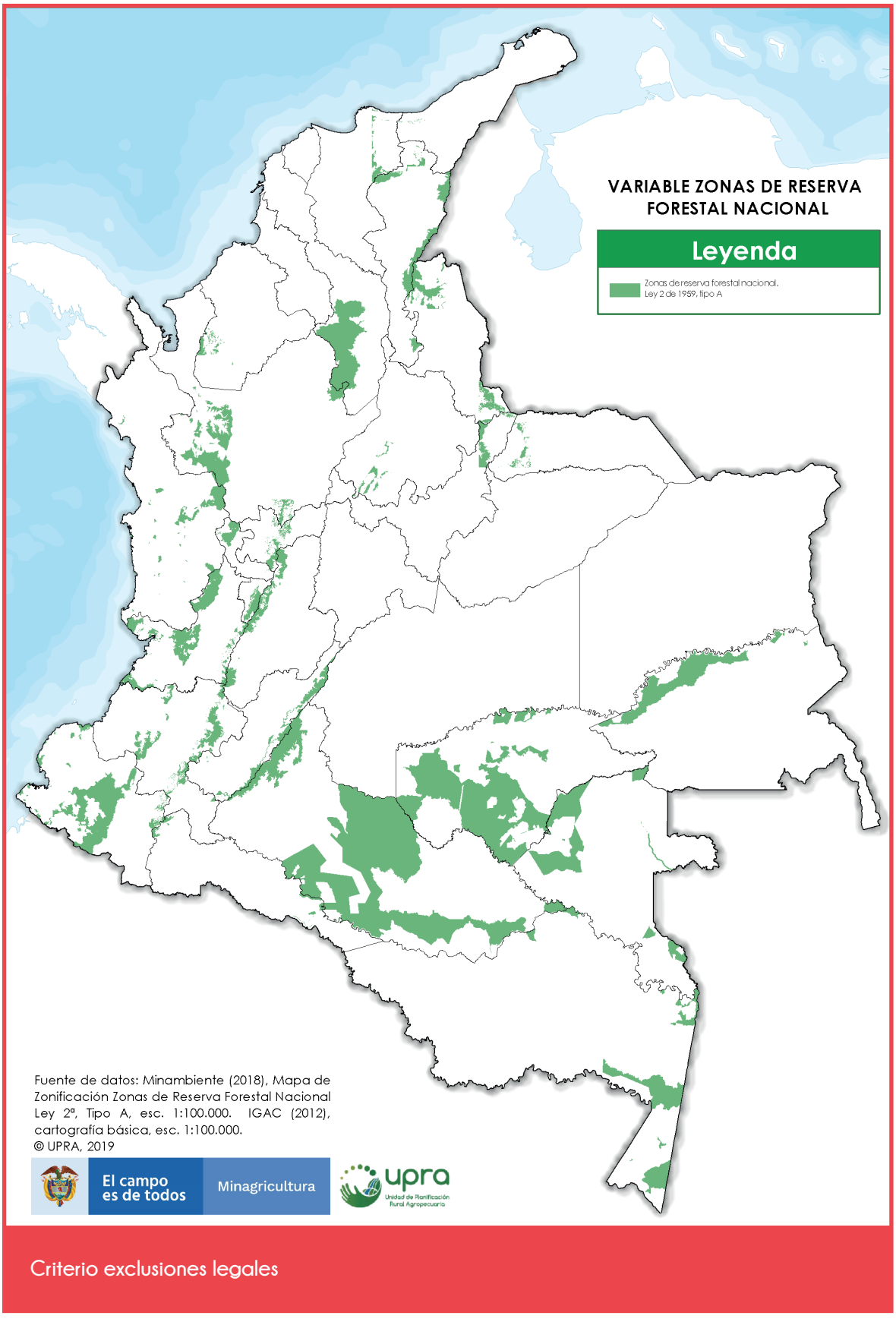
Limitantes de evaluación de la variable

Las resoluciones que zonifican las Zonas de Reserva Forestal Nacional establecen que tanto en las zonas tipo A, B o C, se pueden adelantar procesos de sustracción de conformidad con la normatividad vigente. Como todas las áreas son susceptibles de solicitud de sustracción, es importante que, la información de sustracciones sea actualizada regularmente.

Metodología 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



Criterio exclusiones legales

Fuentes de información

- Minambiente (2018). *Mapa de zonificación de Zonas de Reserva Forestal Nacional Ley 2ª, Tipo A, escala 1:100.000.*
- IGAC. (2012). Cartografía básica escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

5. Fichas metodológicas de condicionantes legales

5.1. Criterio condicionantes legales

Ficha metodológica de criterio		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
Componente: socioecosistémico		
Criterio: condicionantes legales		
Tipo de criterio	Análisis jerárquico	
	Condicionante	✓
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	
Variables asociadas al criterio		
Ecosistemas estratégicos: polígonos de bosque seco tropical, polígonos de manglares, polígonos de humedales y buffer 30 m a lado y lado de los cauces sencillos. **Áreas protegidas:** polígonos de distritos de manejo integrado (DMI), polígonos de distritos de conservación de suelos (DCS), polígonos de áreas de recreación, polígonos Zonas de Producción y Recuperación para la Producción del AMEM, polígonos de reservas naturales de la sociedad civil (RNSC), polígono de otras áreas protegidas, polígonos de zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medio ambiente. **Otras áreas protegidas locales:** de acuerdo con el PBOT del municipio de Puerto López de 2017 y el Acuerdo 12 Cormacarena de 2012, se consideran como condicionantes las siguientes áreas: lagunas, zonas de amenaza y riesgo por inundación, zonas de amenaza y riesgos por deslizamientos y el resguardo Humapo-La Victoria. **Zonas de Reserva Forestal Nacional de la Ley 2a de 1959, tipo B y C:** 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 pimentón.

Importancia del criterio

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

Limitantes de la evaluación del criterio

No existen limitantes para la evaluación del criterio, puesto que la normatividad permite el establecimiento y desarrollo de cultivos comerciales, y solo se exige el cumplimiento de los condicionantes legales o las líneas de política determinados en cada caso.

Metodología de evaluación

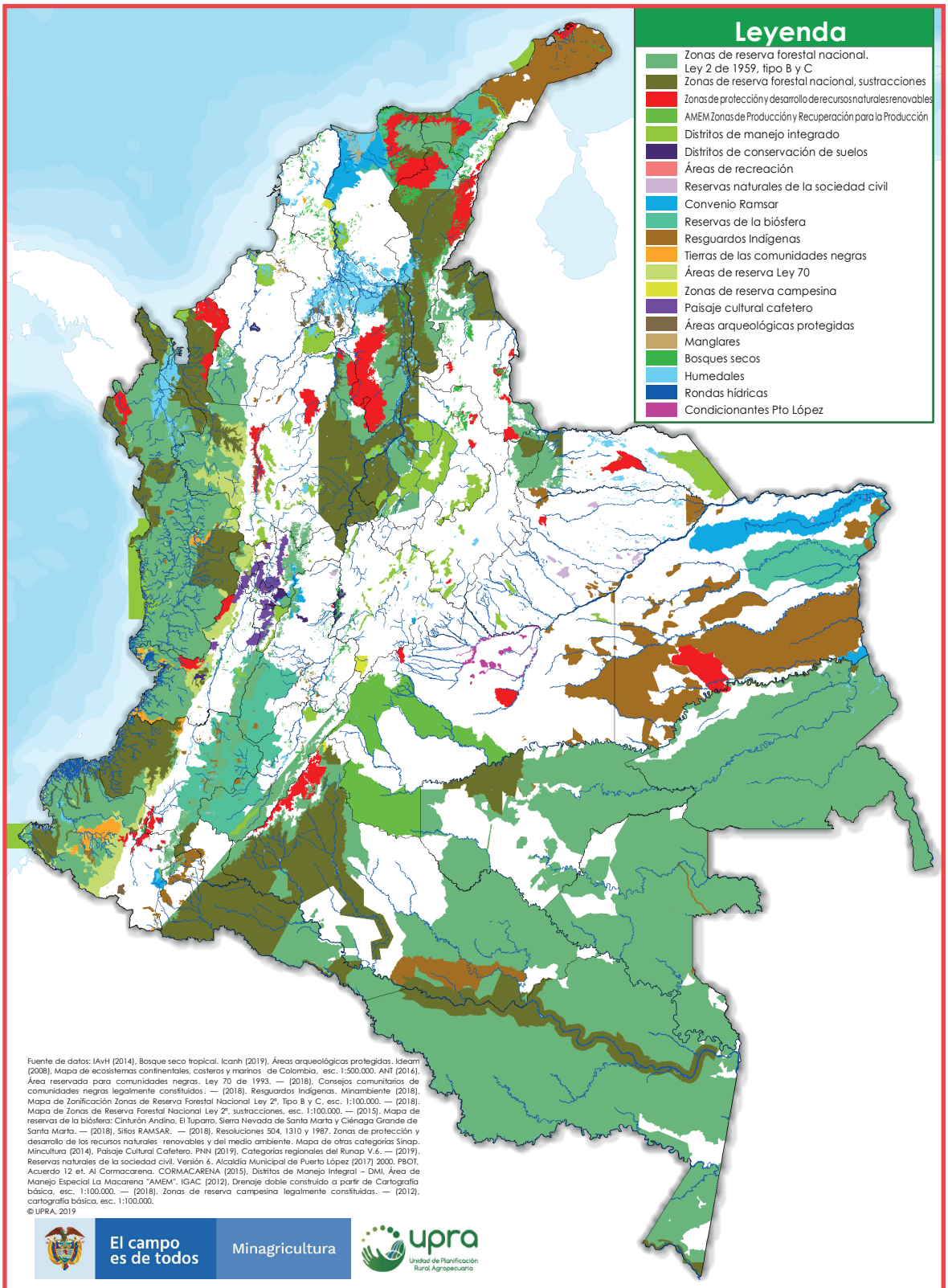
La metodología de evaluación consistió en analizar a profundidad las normas vigentes, revisar las fuentes y, posteriormente, obtener la cartografía oficial de la información.

Por medio de esta información es posible identificar si en la zona de estudio se localiza alguna de las variables que conforman los condicionantes legales. De ser el caso, se espacializa y se genera el mapa correspondiente.

Rangos para la asignación de valores de aptitud

No aplican rangos para los condicionantes.

Representación cartográfica del criterio



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

© UPRA, 2019

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio condicionantes legales

Fuentes de información

- Alcaldía Municipal de Puerto López (2017). *PBOT, Acuerdo 12 et al. Cormacarena.*
- ANT. (2016). Áreas reservadas para comunidades negras. Ley 70 de 1993.
- _. (2018). *Consejos comunitarios de comunidades negras legalmente constituidos.*
- _. (2018). *Resguardos indígenas.*
- Cormacarena. (2015). *Distrito de manejo integral –DMI-, Área de Manejo Especial La Macarena "AMEM".*
- IAVH. (2014). *Bosque seco tropical.*
- Icanh. (2019). Áreas arqueológicas protegidas.
- Ideam *et al.* (2008). *Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia, escala 1:500.000.*
- IGAC. (2012). Drenaje doble construido a partir de cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (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 variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
Criterio asociado: exclusiones 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 pimentón. 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 pimentón.

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 importan-

cia ecosistémica o su nivel de amenaza; se requiere de un análisis detallado del área, previo a cualquier establecimiento de un cultivo.

Importancia de la variable

Permite identificar áreas donde el establecimiento del cultivo no es compatible con los usos vocacionales en estos ecosistemas estratégicos y, por tanto, su uso está condicionado a estudios con mayor nivel de detalle.

Valor de exclusión de la variable

No aplica, por tratarse de un condicionante legal (C1).

Limitantes de evaluación de la variable

Generalmente estas zonas no cuentan con una delimitación a escala regional, lo cual motiva que sean considerados como figuras normativas que requieren de un análisis complementario de tipo legal, social, cultural y/o ambiental para el desarrollo de actividades agropecuarias. Es necesario determinar si la autoridad ambiental regional ha definido y reglamentado las normas que fijan la Estructura Ecológica Principal de su territorio; si estas áreas aparecen identificadas y reglamentadas deberán ser tratadas como una exclusión legal.

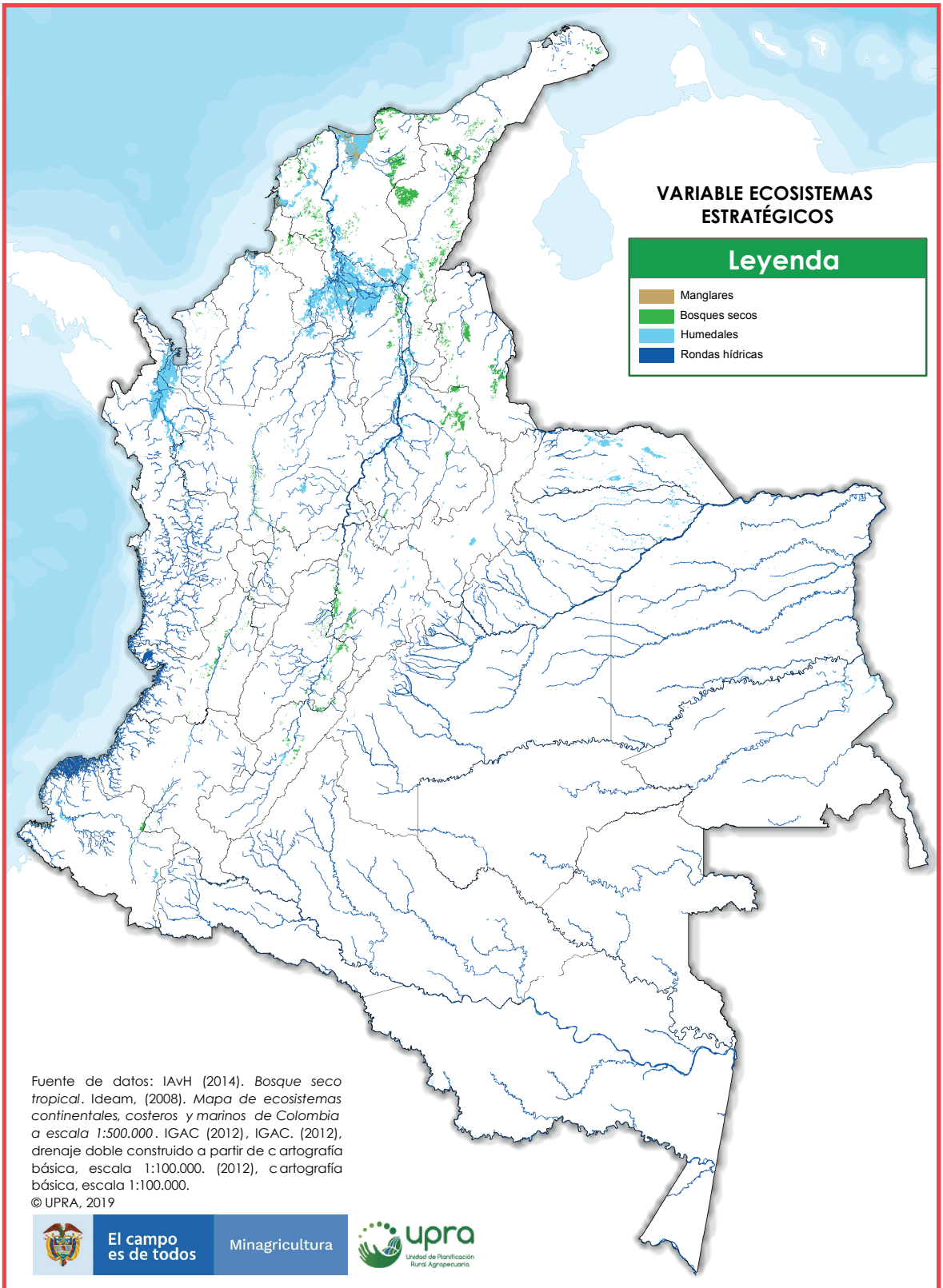
En lo referente a rondas hídricas, es necesario mencionar que la delimitación específica de cada cauce, debe obedecer a lo que establezcan las autoridades ambientales respectivas. Para la zonificación de aptitud se toman 30 m; no obstante, estas podrán tener una mayor o menor longitud.

Es función de las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR) efectuar, en el área de su jurisdicción y en el marco de sus competencias, el acotamiento de la faja paralela a los cuerpos de agua a que se refiere el literal d del artículo 83 del Decreto Ley 2811 de 1974, y el área de protección o conservación aferente, para lo cual se deberán realizar los estudios correspondientes, conforme a los criterios que defina el Gobierno nacional (Ley 1450 de 2011).

Metodología de procesamiento de la información

Para la generación de la información cartográfica, se parte de las capas que contienen la información espacial actualizada de las áreas de bosque seco tropical, humedales y manglares. Para las rondas hídricas se emplea la cartografía básica del IGAC, donde se definen los cauces sencillos. Una vez definidos los cauces se toman un buffer de 30 m, a lado y lado del cauce.

Representación cartográfica de la variable



Fuente de datos: IAvH (2014). *Bosque seco tropical*. Ideam, (2008). *Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia a escala 1:500.000*. IGAC (2012), IGAC. (2012), drenaje doble construido a partir de c artografía básica, escala 1:100.000. (2012), c artografía básica, escala 1:100.000.

© UPRA, 2019

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio condicionantes legales

Unidad de análisis

Polígonos que comprenden las áreas de bosque seco tropical, humedales, manglares. Para la generación de la información cartográfica se parte de la cartografía básica del IGAC, donde se definen los cauces sencillos. Una vez definidos los cauces se toman un buffer de 30 m, a lado y lado del cauce.

Fuentes de información

- IAVH. (2014). *Bosque seco tropical.*
- Ideam (2010). *Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia.*
- Ideam *et al.* (2008). *Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia, escala 1:500.000.*
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2012). *Drenaje doble construido a partir de cartografía básica, escala 1:100.000.*
- Ideam (2010). Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia.

5.1.2. Variable áreas protegidas

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
Criterio asociado: exclusiones 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 pimentón; aunque no prohíba la actividad como tal, si genera un condicionamiento al posible uso de dichas áreas. Las consideraciones legales para esta variable se muestran a continuación:

Distritos de manejo integrado (DMI): de acuerdo con el artículo 14 del Decreto 2372 de 2010, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, son espacios geográficos en los que los paisajes y ecosistemas man-

tienen 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*»**, e**ntre 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).

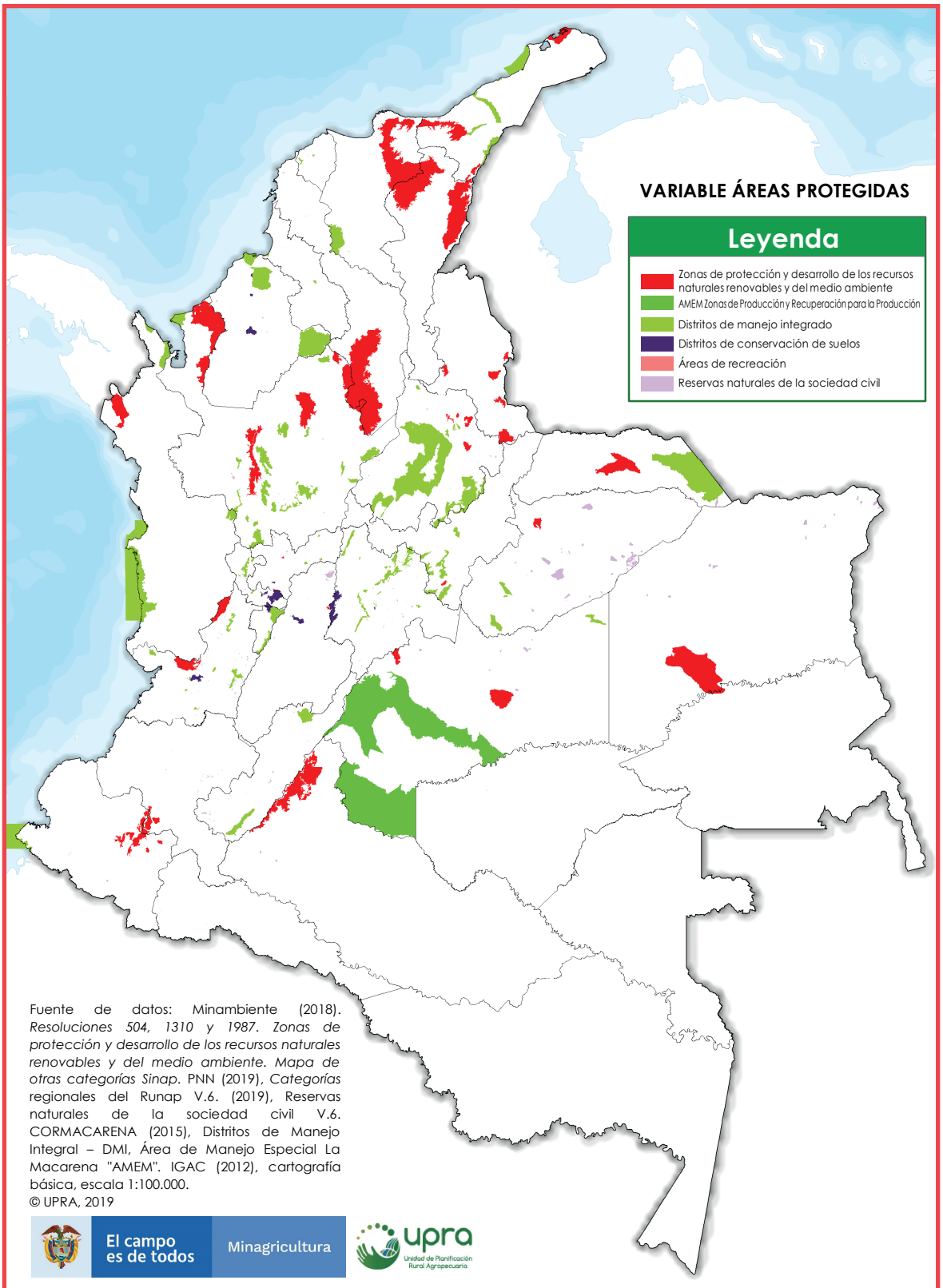
Limitantes de evaluación de la variable

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 pimentón o en las que por el contrario está prohibido el desarrollo de actividades productivas.

Metodología de procesamiento de la información

Para la generación de cartografía, se parte de las capas que contienen la información espacial de cada una de las figuras consideradas. Por medio de esta información, es posible identificar si en la zona de estudio se localiza alguna de las figuras de protección que integran esta variable.

Representación cartográfica de la variable



Fuente de datos: Minambiente (2018). *Resoluciones 504, 1310 y 1987. Zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medio ambiente. Mapa de otras categorías Sinap*. PNN (2019), *Categorías* regionales del Runap V.6. (2019), Reservas naturales de la sociedad civil V.6. CORMACARENA (2015), Distritos de Manejo Integral – DMI, Área de Manejo Especial La Macarena "AMEM". IGAC (2012), cartografía básica, escala 1:100.000.

© UPRA, 2019

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio condicionantes legales

Fuentes de información

- Cormacarena (2015). *Distrito de manejo integral –DMI-, Área de Manejo Especial La Macarena "AMEM".*
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Minambiente. (2015). *Resoluciones 1814 y 1628. Zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medio ambiente. Mapa de otras categorías Sinap.*
- PNN. (2019). *Categorías regionales del Runap V.6.*
- _. (2019). *Reservas naturales de la sociedad civil. Versión 6.*

5.1.3. Otras áreas protegidas locales

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
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 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.

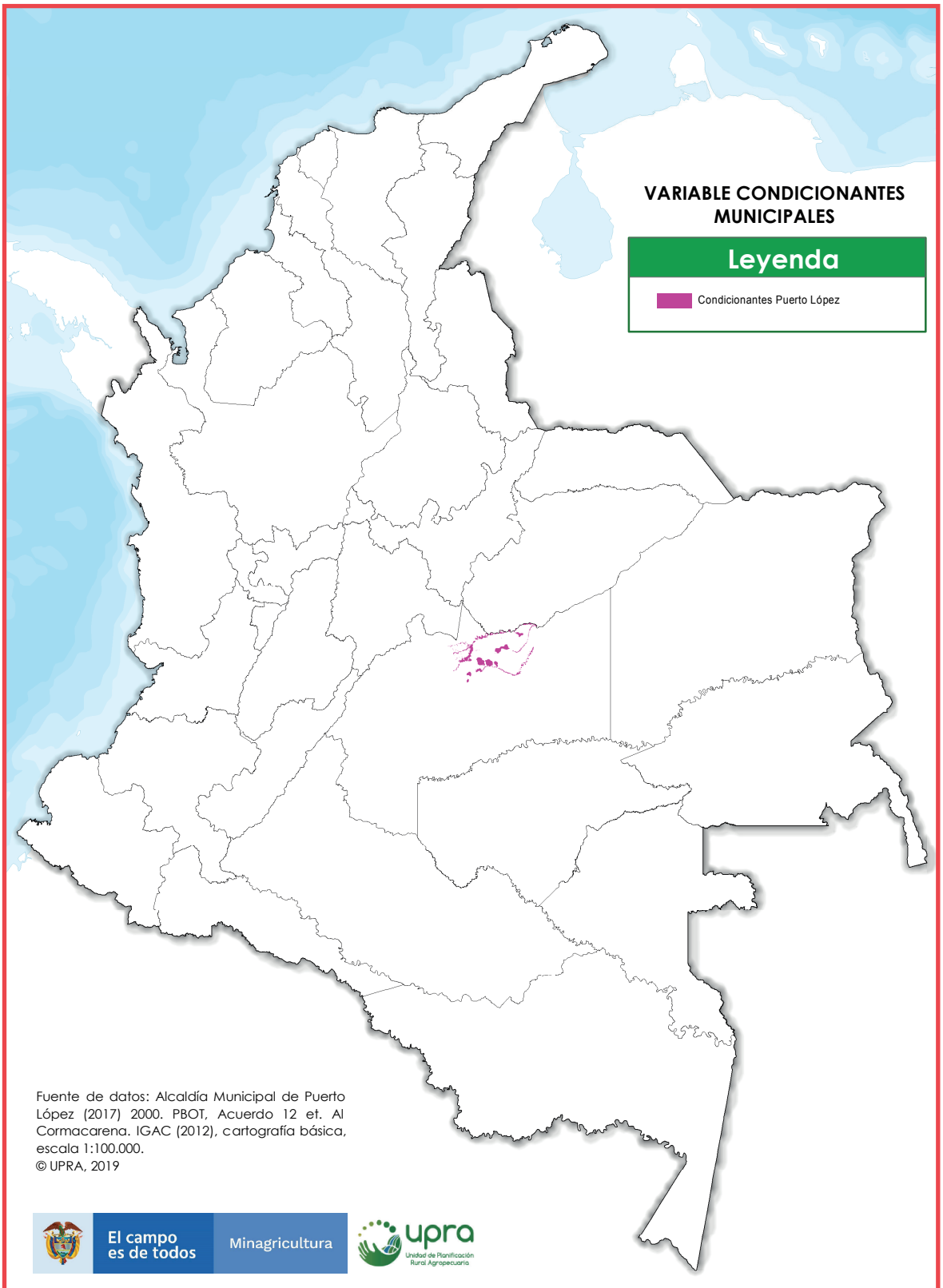
Valor de exclusión de la variable

No aplica, por tratarse de una condicionante legal (N2).

Limitantes de evaluación de la variable

La principal limitante para analizar las áreas protegidas está referido a su dinámica, ya que constantemente se están creando y definiendo nuevas áreas de conservación y protección. que se van creando.

Representación cartográfica de la variable



Criterio condicionantes legales

Unidad de análisis

Zonas de protección declaradas en el PBOT de Puerto López

Fuentes de información

- Alcaldía Municipal de Puerto López (2017). *PBOT, Acuerdo 12 et al. Cormacarena*.
- Cormacarena (2015). *Distritos de Manejo Integrado – DMI. Área de Manejo Especial La Macarena (AMEM)*.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

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

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
Criterio asociado: exclusiones 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 biofísicas ofrecen condiciones para el desarrollo de las actividades productivas agroforestales, silvopastoriles y otras compatibles con los objetivos de la Reserva Forestal, que deben incorporar

el componente forestal y que no impliquen la reducción de las áreas de bosque natural presentes en sus diferentes estados sucesionales. (Resolución MADS 1922 de 2013, que corresponde a la adopción de la zonificación de la Zona de Reserva Forestal Central).

Las zonificaciones se adoptaron mediante las siguientes resoluciones:

a. 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.
b. 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.
c. 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.
d. 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.
e. 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.
f. 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.
g. 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.
h. 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 pimentón.

Valor de exclusión de la variable

No aplica, por tratarse de un condicionante legal (C1).

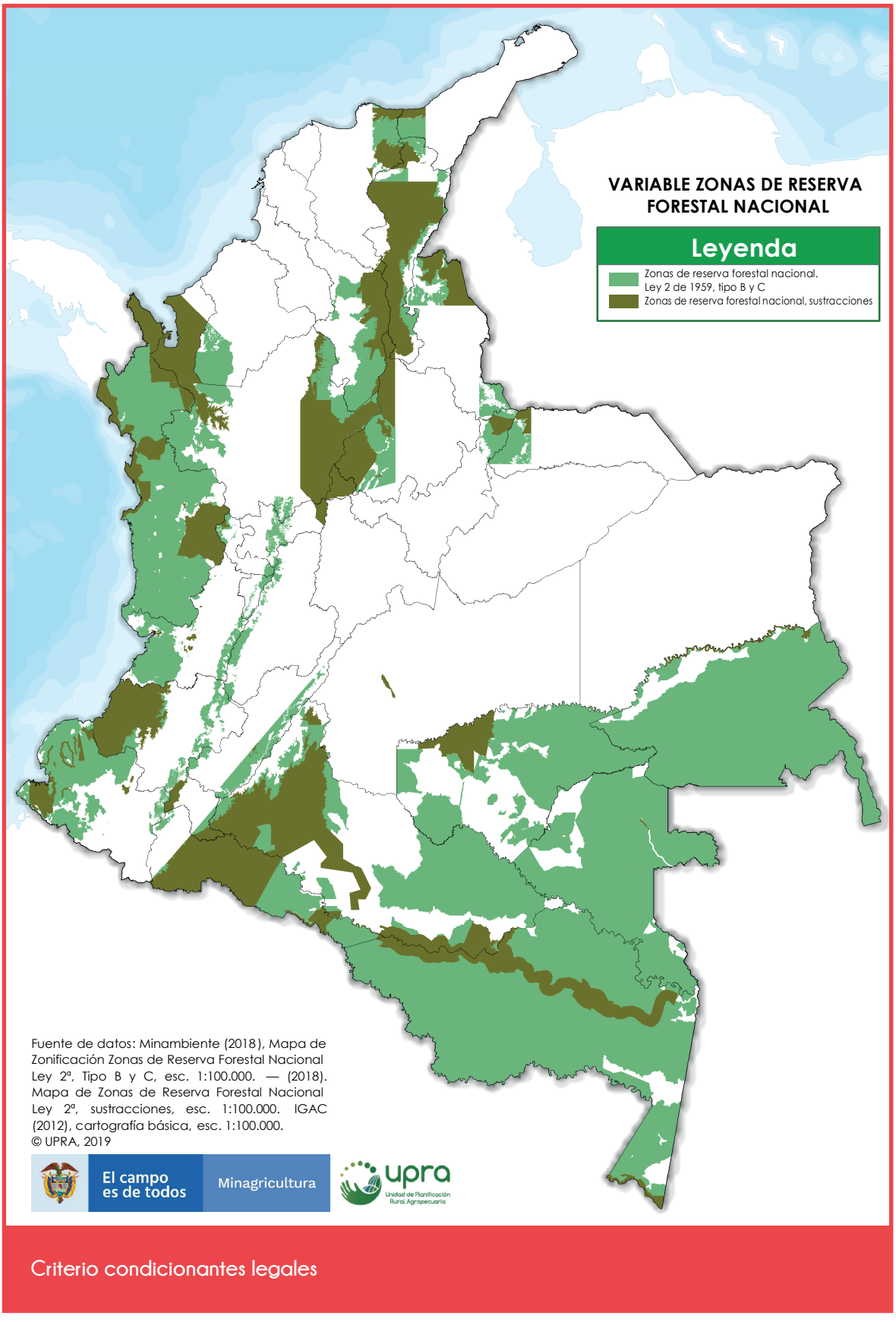
Limitantes de evaluación de la variable

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 Ley 2ª de 1959 oficial del MADS.

Representación cartográfica de la variable



Criterio condicionantes legales

Unidad de análisis

Polígonos correspondientes las ZRFN y sustracciones de Reserva Forestal Nacional, tipos B y C

Fuentes de información

- IGAC. (20129. Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Minambiente (2018). *Mapa de zonificación de Zonas de Reserva Forestal Nacional de la Ley 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 de la Ley 2ª, sustracciones, escala 1:100.000.*

5.1.5. Variable distinciones internacionales

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
Criterio asociado: exclusiones 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.

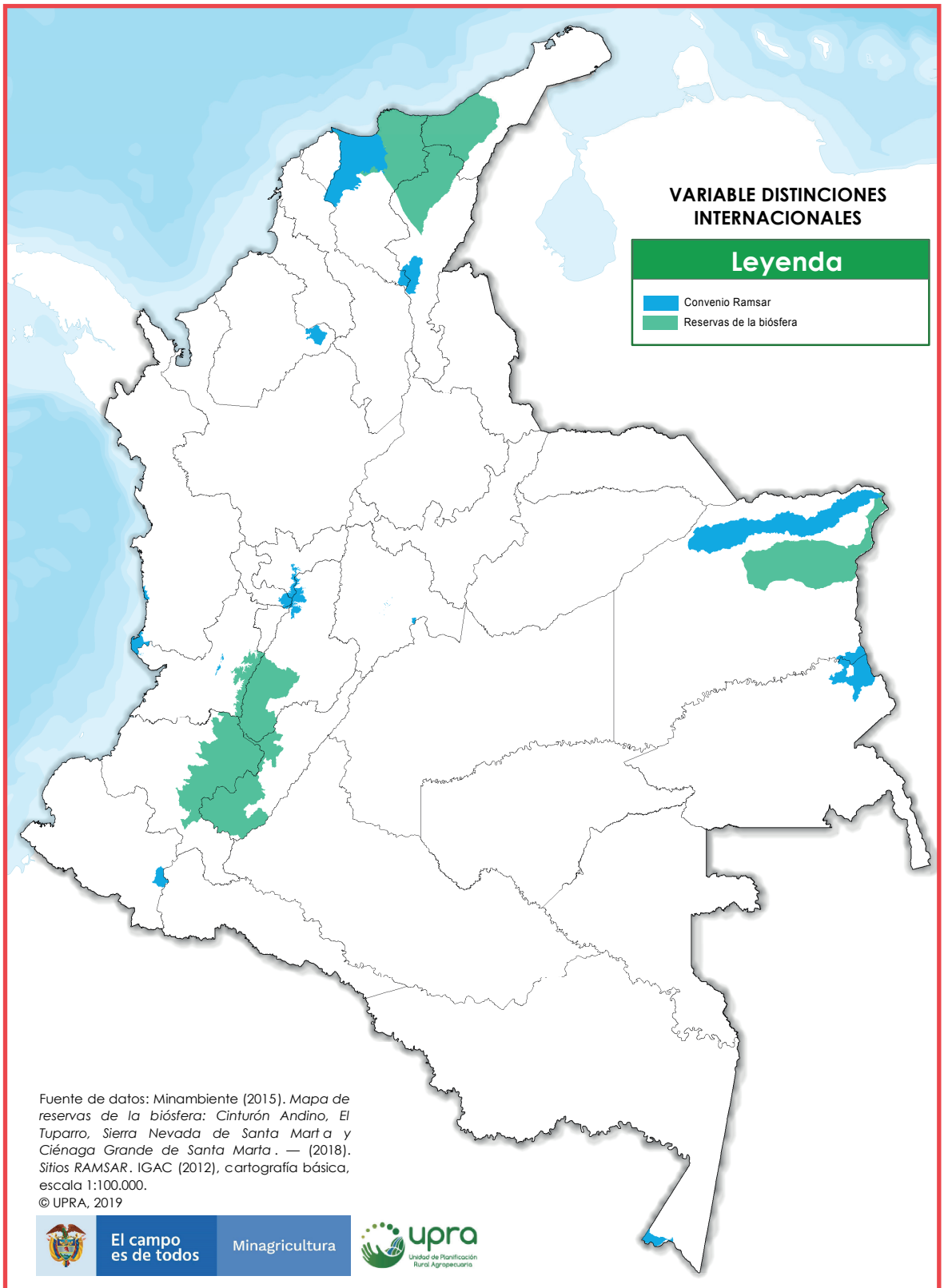
Por este motivo requieren estudios adicionales que deben ser analizados en conjunto con las autoridades ambientales competentes. De esta forma, las áreas bajo distinción internacional podrán ser reclasificadas en la zonificación, dependiendo del nivel de conocimiento que se tenga en el futuro o de aclaración 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



Fuente de datos: Minambiente (2015). *Mapa de reservas de la biósfera: Cinturón Andino, El Tuparro, Sierra Nevada de Santa Marta y Ciénaga Grande de Santa Marta*. — (2018). *Sitios RAMSAR*. IGAC (2012), cartografía básica, escala 1:100.000.

© UPRA, 2019

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio condicionantes legales

Unidad de análisis

Humedales Ramsar y Reservas de la Biósfera, de acuerdo con las fuentes de información oficial

Fuentes de información

- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Minambiente. (2015). *Mapa de reservas de la biosfera: Ciénaga Grande de Santa Marta, Cinturón Andino, El Tuparro y Sierra Nevada de Santa Marta.*
- _. (2018). *Sitios Ramsar.*
- Organización de la Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco). (1994). Convención relativa a los humedales de importancia internacional especialmente como hábitat de aves acuáticas (Convenio de Ramsar). París: Unesco. Recuperado de: <http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/current_convention_text_s.pdf>

5.1.6 Variable áreas de interés cultural y social

Ficha metodológica de variable		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de pimentón**	
Criterio asociado: exclusiones legales		
Variable: áreas de interés cultural y social		
Tipo de criterio asociado	Análisis jerárquico	
	Condicionante	✓
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	

Definición

Comprende aquellas zonas delimitadas por el Estado para el reconocimiento, protección y desarrollo de la diversidad étnica y la identidad cultural de las comunidades que las habitan, o por ser un patrimonio arqueológico nacional. Por disposiciones legales, estas áreas cuentan con regímenes especiales para el acceso y aprovechamiento de los recursos disponibles en sus territorios.

Las figuras legales que conforman esta variable son:

Tierras de las comunidades negras: terrenos en los que tiene su asentamiento histórico y ancestral las comunidades negras para uso colectivo, que constituye su hábitat, y sobre los cuales desarrollan sus prácticas tradicionales de producción, en relación a las que se profiere el acto administrativo, que reconoce la propiedad colectiva (ANT, 2017). Para recibir en propiedad colectiva las tierras adjudicables, cada comunidad debe conformar un Consejo Comunitario como

forma de administración interna de las tierras de propiedad colectiva (Ley 70 de 1993).

Áreas reservadas para comunidades negras: son las tierras baldías en las zonas rurales ribereñas de los ríos de la Cuenca del Pacífico, reconocidas a las comunidades negras, que han venido ocupando de acuerdo con sus prácticas tradicionales de producción, como propiedad colectiva. Esto tiene el fin de proteger la identidad cultural y de los derechos de las comunidades negras de Colombia como grupo étnico, y el fomento de su desarrollo económico y social, con el fin de garantizar que estas comunidades obtengan condiciones reales de igualdad de oportunidades, frente al resto de la sociedad colombiana (Ley 70 de 1993).

Resguardos indígenas: son territorios de propiedad colectiva de las comunidades indígenas, que conforme a los artículos 63 y 329 de la Constitución Política, tienen el carácter de inalienables, imprescriptibles e inembargables. Los resguardos indígenas, son una institución legal y sociopolítica de carácter especial conformada por una o más comunidades indígenas, que, con un título de propiedad colectiva, gozan de las garantías de la propiedad privada y poseen su territorio. Estas comunidades tienen una organización autónoma amparada por el fuero indígena y su sistema normativo propio (Art. 21, Decreto Minagricultura 2164 de 1995).

Zonas de reserva campesina: son tierras baldías de la nación adjudicadas a los campesinos de escasos recursos, con el fin de fomento de la pequeña propiedad rural, con sujeción a las políticas de conservación del área, medio ambiente y los recursos naturales renovables y a los criterios de ordenamiento territorial y de la propiedad rural que se señalen (Ley 160 de 1994).

Paisaje Cultural Cafetero: es un área donde se encuentra el paisaje cultural productivo en el que se combinan elementos naturales, económicos y culturales con un extraordinario grado de homogeneidad en la forma de las plantaciones del café y del paisaje. Este paisaje fue reconocido como Patrimonio Cultural de la Nación y como bien inscrito en la Lista de Patrimonio Mundial de la Unesco, que consiste en un territorio compuesto por zonas de especial interés arqueológico, histórico y cultural (Resolución Minagricultura 2079 de 2011).

Áreas Arqueológicas Protegidas (**APP):** es un polígono o zona delimitada en el territorio de colombiano que, por las particularidades y características únicas de sus evidencias arqueológicas, requiere de una especial protección y conservación, con miras a abrir las posibilidades para la investigación, divulgación y, en algunos casos, el turismo responsable en: ella (http://www.icanh.gov.co/nuestra_entidad/grupos_investigacion/grupo_patrimonio/Areas_arqueologicas_protegidas).

Importancia de la variable

Alerta a los planificadores y productores, con respecto a las áreas que, aun cuando posean aptitud para el cultivo, cuentan con regímenes especiales –cultu-

rales 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 hectáreas reservadas para las comunidades negras, el 79 % se encuentran en los departamentos del Chocó, Nariño y Antioquia, y el 21 % restante está en los departamentos del Cauca, Valle del Cauca, Risaralda y Caldas. Los municipios con menor área reservada para la constitución de consejos comunitarios son Guachucal (Nariño), Riosucio (Caldas) y Betania (Antioquia) con 37 ha, 62 ha y 65 ha, respectivamente.

Se destaca aquí que, en las subregiones del Urabá, occidente y suroeste antioqueño existen municipios donde más del 97 % de su área total ha sido reservado para comunidades negras. Este mismo fenómeno ocurre en otros departamentos, donde pese a estar la totalidad del municipio reservado para comunidades negras, a la fecha se reportan consejos comunitarios constituidos en extensiones bastante reducidas. Un ejemplo de ello son los municipios de El Cairo, Dagua, Versalles y El Dovio (Valle del Cauca) donde la extensión de los consejos constituidos equivale a menos del 10 % del total del territorio reservado para este grupo étnico. En los municipios de Pueblo Rico (Risaralda) y Argelia (Cauca) esta cifra es del 18 %.

- Resguardos indígenas

Son territorios de propiedad colectiva de las comunidades indígenas, que conforme a los artículos 63 y 329 de la Constitución Política, tienen el carácter de inalienables, imprescriptibles e inembargables. Los resguardos indígenas, son una institución legal y sociopolítica de carácter especial conformada por una o más comunidades indígenas, que, con un título de propiedad colectiva, gozan de las garantías de la propiedad privada y poseen su territorio. Estas comunidades tienen una organización autónoma amparada por el fuero indígena y su sistema normativo propio (Art. 21, Decreto Minagricultura 2164 de 1995).

- Zonas de Reserva Campesina

Las áreas constituidas como Zonas de Reserva Campesina (ZRC) suman alrededor de 875.592 ha., por lo que representan menos del 1 % de la extensión territorial de Colombia. Entre 1996 y 2018 se han constituido siete ZRC en todo el país, las más antiguas datan de los años 1997-1999 y son las de Pato-Balsillas en el municipio de San Vicente del Caguán (Caquetá), Arenal-Morales en el departamento de Bolívar, y la ZRC Guaviare, que abarca parte de los municipios de Calamar, El Retorno y San José del Guaviare. Esta última es la de mayor extensión (463.600 ha).

En el año 2000 se constituyeron las ZRC de Cabrera (Cundinamarca), Perla Amazónica (Puerto Asís, Putumayo) y la del Valle del río Cimitarra que se ubica en la región del Magdalena medio entre los departamentos de Bolívar y Antioquia. La más reciente constitución de ZRC tuvo lugar el 16 de abril de 2018 en la región de los Montes de María entre las inmediaciones de los departamentos de Sucre y Bolívar, cuyo nombre es Montes de María 2 y cuenta tiene una extensión de 44.481 ha.

- Paisaje Cultural Cafetero

Esta figura tiene una extensión total de 351.291 hectáreas a nivel nacional y abarca parte de los departamentos de Caldas, Risaralda, Valle del Cauca, Quindío, Antioquia y Chocó. En 19 de los 27 municipios del departamento de Caldas hay Paisaje Cultural Cafetero, el cual representa el 35% del total del área la figura, esto equivale a 124.250 ha aproximadamente. Por otra parte, en Risaralda y Quindío hay cerca de 149.000 ha declaradas, mientras que en el Valle del Cauca su extensión es de alrededor de 80.000 ha.

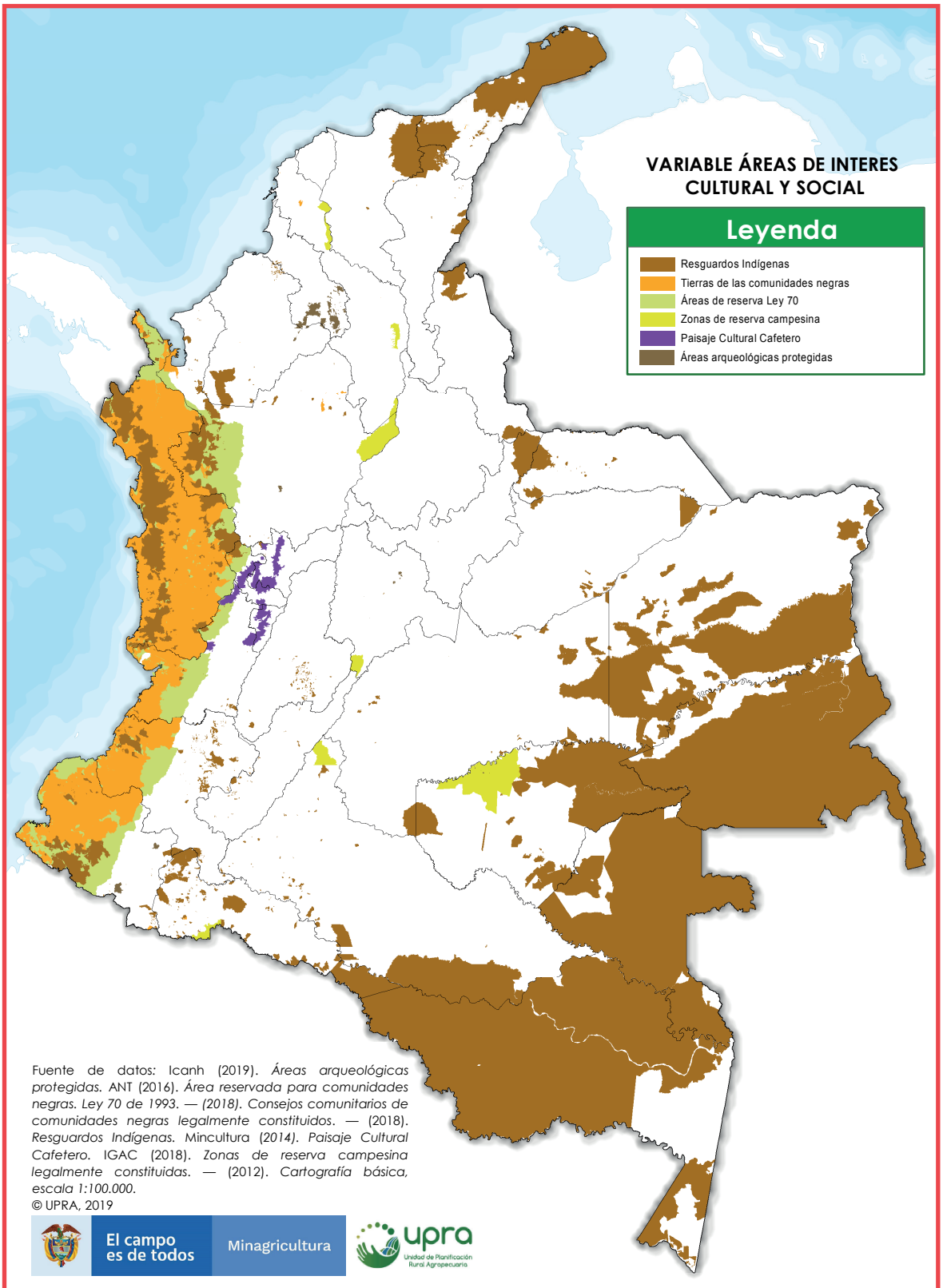
En los departamentos de Antioquia y Chocó se encuentra que el Paisaje cultural cafetero no supera las 50 ha. En el primer caso, este se reporta únicamente en el municipio de Caramanta (43 ha), y en el segundo caso, los municipios de San José del Palmar y Litoral del San Juan suman poco más de 30 ha.

- Áreas Arqueológicas Protegidas.

Se identifican 16 áreas arqueológicas protegidas, que incluyen zonas directas e indirectas, así:

Áreas Arqueológicas Protegidas	Zona		Áreas Arqueológicas Protegidas	Zona
Santa María de la Antigua del Darién	Directa		Piedras del Tunjo	Directa
El Salado	Directa		UPTC Tunja	Directa
Pueblito	Directa		Pupiales	Directa
La Lindosa	Raudal			Área de influencia
	Pizarra		Tequendama	Directa
	Nuevo Tolima		La Mojana	Directa
	Los Túneles		El Abra	Directa
	Los Alpes		El Infiernito	Directa
	Limoncillo		Arboleda	Directa
	Campanilla			Área de influencia
	Cerro Azul		Mogua	Directa
Las Salinas	Directa			Área de influencia
	Área de influencia		Valle alto del Rio Checua	Directa
Piedras Blancas	Directa			Área de influencia

Representación cartográfica de la variable



Fuente de datos: Icanh (2019). *Áreas arqueológicas protegidas.* ANT (2016). *Área reservada para comunidades negras. Ley 70 de 1993. — (2018). Consejos comunitarios de comunidades negras legalmente constituidos.* — (2018). *Resguardos Indígenas.* Mincultura (*2014*). *Paisaje Cultural Cafetero.* IGAC (2018). *Zonas de reserva campesina legalmente constituidas.* — (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000.*

© UPRA, 2019

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Criterio condicionantes legales

Fuentes de información

- Agencia Nacional de Tierras (ANT). (2018). *Resguardos Indígenas legalmente constituidos.*
- _. (2018). *Consejos Comunitarios legalmente constituidos.*
- _. (2018). *Zonas de Reserva Campesina legalmente constituídas.*
- Icanh. (2019). Áreas Arqueológicas Protegidas.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Mincultura. (2014). *Paisaje Cultural Cafetero.*


El campo
es de todos
Minagricultura
upra
Unidad de Planificación
Rural Agropecuaria