



El campo
es de todos

Minagricultura

Cultivo de **Papa Diacol Capiro**

para uso industrial

Identificación de zonas aptas en Colombia, escala 1:100.000



PEPSICO





Cultivo de
Papa Diacol Capiro

para uso industrial

Identificación de zonas aptas en Colombia, escala **1:100.000**



Iván Duque Márquez
Presidente de la República de Colombia

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

Juan Gonzalo Botero Botero
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

Directores temáticos
Felipe Fonseca Fino
Daniel Alberto Aguilar Corrales

Dirección Técnica
Daniel Alberto Aguilar Corrales

Coordinación técnica
Ricardo Fabián Siachoque Bernal

Autores
Ricardo Fabián Siachoque Bernal
Claudia Liliana Cortés López
Sebastián Polo Carrera
Gabriel Eduardo Páramo Rocha
Edwin René García Márquez
Claudia Patricia Acosta Latorre
Juan Antonio Gómez Blanco
Luis Eduardo García Castellanos
Pedro David Porras Rodríguez
Adriana Marcela Porras Rey
Evelyn Liliana Garcés Aponte
Jaime Vergara Hincapié
Luisa María Lagos Riaño
Fabiola del Carmen Enciso Enciso

Compiladores
Jeimy Paola Jiménez Sánchez
Pedro David Porras Rodríguez

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., Cortés, C., Polo, S., Páramo, G., García, E., Acosta, C., ... F. Enciso. (2019). Cultivo de Papa Diacol Capiro para uso industrial. Identificación de zonas aptas en Colombia, escala 1:100.000. Bogotá: UPRA.

Elaborado en 2019.

© UPRA, 2020.

ISBN: 978-958-5552-66-1

Tabla de contenido

Índice de Tablas.....	6
Índice de figuras	8
Lista de abreviaturas	11
Lista de símbolos.....	13
Glosario	14
Resumen	16
Introducción	17
1. Antecedentes	22
1.1. Antecedentes sobre la zonificación del cultivo de papa industrial en Colombia.....	22
1.2. Contexto sectorial.....	26
1.2.1. El cultivo de papa.....	30
1.2.2. Descripción de la cadena.....	31
1.3. Contexto mundial	32
1.4. Contexto nacional.....	40
1.5. Marco político.....	41
1.6. Marco normativo	43
1.7. Alcances y limitaciones.....	39
2. Marco conceptual.....	46
3. Metodología	50
3.1 Definición del tipo de utilización de la tierra (TUT)	52
3.2. Criterios de análisis jerárquico.....	53
3.2.1. Criterios físicos	53

3.2.2. Criterios socioecosistémicos.....	58
3.2.3 Criterios socioeconómicos.....	61
3.3. Rangos de aptitud y exclusiones técnicas	65
3.3.1. Criterios y variables del componente físico.....	65
3.3.2. Criterios y variables del componente socioecosistémico.....	67
3.3.3. Criterios y variables del componente socioeconómico.....	70
3.4. Exclusiones legales y condicionantes legales	73
3.5. Análisis multicriterio.....	82
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 de la papa.....	88
3.7.2. Validación en campo	90
4. Resultados	94
4.1. Primer semestre agrícola (marzo-agosto).....	94
4.2. Segundo semestre agrícola (septiembre-febrero).....	101
5. Conclusiones	110
6. Referencias	112
7. Anexos.....	115

Índice de tablas

Tabla 1. Consumo de papa fresca y procesada en Colombia (2012-2017)	31
Tabla 2. Área sembrada (ha), producción (t) y rendimiento (t/ha) mundial de papa, año 2017	32
Tabla 3. Evolución del área, producción y rendimiento de papa por departamento en Colombia (2015-2018)	33
Tabla 4. Balanza comercial de papa colombiana (2013-2017).....	35
Tabla 5. Clasificación del productor de papa en Colombia.....	35
Tabla 6. Marco de políticas y lineamientos relacionados con la zonificación de aptitud del cultivo tecnificado de papa en Colombia.....	41
Tabla 7. Normograma para la zonificación de aptitud del cultivo tecnificado de papa en Colombia	41
Tabla 8. Variables del subcomponente climático	54
Tabla 9. Criterios y variables del subcomponente edáfico.....	55
Tabla 10. Variables del subcomponente fitosanitario.....	58
Tabla 11. Criterios y variables del componente socioecosistémico	60
Tabla 12. Criterios y variables del componente socioeconómico	63
Tabla 13. Categorías para la zonificación de aptitud de cultivos comerciales	65
Tabla 14. Rangos de aptitud definidos desde el componente físico.....	66
Tabla 15. Rangos de aptitud definidos desde el componente socioecosistémico.....	68
Tabla 16. Rangos de aptitud definidos desde el componente socioeconómico	71
Tabla 17. Exclusiones legales.....	73
Tabla 18. Condicionantes legales.....	77
Tabla 19. Escala de preferencia o importancia dentro del proceso analítico jerárquico.....	82
Tabla 20. Esquema de la matriz de comparación a nivel de criterio.....	83
Tabla 21. Matriz de evaluación multicriterio del componentes biofísico para la zonificación de aptitud del	

cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial84

Tabla 22. Matriz de evaluación multicriterio del componente socioeconómico para la zonificación de aptitud del cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial85

Tabla 23. Matriz de paso para el cruce de componentes para la zonificación de aptitud del cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial92

Tabla 24. Áreas según categorías de aptitud para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial en Colombia (ha). Primer semestre agrícola94

Tabla 25. Áreas aptas por departamento para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial en Colombia (ha). Primer semestre agrícola96

Tabla 26. Áreas de aptitud alta (A1) de los principales departamentos para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial en Colombia (ha). Primer semestre agrícola97

Tabla 27. Áreas con aptitud media (A2) de los principales departamentos para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial en Colombia (ha). Primer semestre agrícola98

Tabla 28. Áreas aptas de los principales municipios, para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial en Colombia (ha). Primer semestre agrícola99

Tabla 29. Áreas con aptitud alta (A1) de los principales municipios, para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial en Colombia (ha). Primer semestre agrícola 100

Tabla 30. Áreas de aptitud media (A2) de los principales municipios para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial en Colombia (ha). Primer semestre agrícola 101

Tabla 31. Áreas según categorías de aptitud para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial en Colombia (ha). Segundo semestre agrícola 102

Tabla 32. Áreas aptas por departamento para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial en Colombia (ha). Segundo semestre agrícola 103

Tabla 33. Áreas de aptitud alta (A1) de los principales departamentos para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial en Colombia (ha). Segundo semestre agrícola 104

Tabla 34. Áreas con aptitud media (A2) de los principales departamentos para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial en Colombia (ha). Segundo semestre agrícola 105

Tabla 35. Áreas aptas de los principales municipios, para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial en Colombia (ha). Segundo semestre agrícola 106

Tabla 36. Áreas con aptitud alta (A1) de los principales municipios, para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial en Colombia (ha). Segundo semestre agrícola 107

Tabla 37. Áreas de aptitud media (A2) de los principales municipios para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial en Colombia (ha) Segundo semestre agrícola 108

Índice de figuras

Figura 1. Zonas aptas para la producción comercial de papa en Colombia, primer semestre agrícola	23
Figura 2. Zonas aptas para la producción comercial de papa en Colombia, segundo semestre agrícola.....	25
Figura 3. Aspectos morfológicos de la papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.)	27
Figura 4. Caracterización de las principales zonas productoras de papa en Colombia	37
Figura 5. Estructura de comercialización de la papa en Colombia	38
Figura 6. Marco conceptual para la zonificación de aptitud de cultivos comerciales.....	47
Figura 7. Tipos de criterios usados en la zonificación de aptitud de cultivos comerciales.....	51
Figura 8. Esquema metodológico de la zonificación de aptitud de cultivos comerciales	51
Figura 9. Criterios y variables del componente físico.....	53
Figura 10. Relación entre los atributos y criterios de estructura, función y dinámica para la interpretación socioecosistémica	59
Figura 11. Criterios y variables del componente socioecosistémico.....	60
Figura 12. Criterios y variables del componente socioeconómico.....	62
Figura 13. Mapa de exclusiones legales	76
Figura 14. Mapa de condicionantes legales.....	81
Figura 15. Proceso de análisis de información espacial para la obtención del mapa de zonificación de aptitud	86
Figura 16. Modelo cartográfico integral.....	87
Figura 17. Estrategia de socialización y validación de la zonificación de aptitud	88
Figura 18. Registro fotográfico del taller de socialización en Fedepapa (Bogotá). Septiembre 26 de 2017	89
Figura 19. Registro fotográfico de la reunión en Frozen Express. Abril 19 de 2018	89

Figura 20. Registro fotográfico de la reunión en Hotel Tequendama (Bogotá). Octubre 11 de 2018	90
Figura 21. Registro fotográfico de los recorridos de campo, departamento de Cundinamarca.....	91
Figura 22. Mapa de zonificación de aptitud para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial en Colombia, a escala 1:100.000. Primer semestre agrícola	95
Figura 23. Principales departamentos con aptitud para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial en Colombia (ha). Primer semestre agrícola	97
Figura 24. Principales departamentos con aptitud alta (A1) para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial en Colombia (ha). Primer semestre agrícola.....	97
Figura 25. Principales departamentos con aptitud media (A2) para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial en Colombia (ha). Primer semestre agrícola.....	98
Figura 26. Principales municipios con aptitud para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial en Colombia (ha). Primer semestre agrícola.....	99
Figura 27. Principales municipios con aptitud alta (A1) para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial en Colombia (ha). Primer semestre agrícola	100
Figura 28. Principales municipios con aptitud media (A2) para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial en Colombia (ha). Primer semestre agrícola.....	101
Figura 29. Mapa de zonificación de aptitud para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial en Colombia, a escala 1:100.000. Segundo semestre agrícola	102
Figura 30. Principales departamentos con aptitud para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial en Colombia (ha). Segundo semestre agrícola	104
Figura 31. Principales departamentos con aptitud alta (A1) para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial en Colombia (ha). Segundo semestre agrícola	104
Figura 32. Principales departamentos con aptitud media (A2) para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial en Colombia (ha) Segundo semestre agrícola	105
Figura 33. Principales municipios con aptitud para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial en Colombia (ha). Segundo semestre agrícola.....	106
Figura 34. Principales municipios con aptitud alta (A1) para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol	



Capiro para uso industrial en Colombia (ha). Segundo semestre agrícola 107

Figura 35. Principales municipios con aptitud media (A2) para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial en Colombia (ha). Segundo semestre agrícola..... 108



Lista de abreviaturas

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)

APC Áreas prioritarias de conservación

AR Azúcares reductores

CECN Conectividad estructural de las coberturas naturales

CIC Capacidad de intercambio catiónico

CIP Centro Internacional de la Papa

CNP Consejo Nacional de la Papa

Corpoica Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia a partir de noviembre de 2018)

DANE Departamento Administrativo Nacional de Estadística

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

FAG Fondo Agropecuario de Garantías

FAO Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación

Fedepapa Federación Colombiana de Productores de Papa

FNFP Fondo Nacional de Fomento de la Papa

Finagro Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario

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

IAVH Instituto Alexander von Humboldt

ICA Instituto Colombiano Agropecuario

Icanh Instituto Colombiano de Antropología e Historia

Ideam Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

IDHc Índice de disponibilidad de humedad para el cultivo

IE Integridad ecológica

IGAC Instituto Geográfico Agustín Codazzi

Inat Índice de naturalidad por subzonas hidrográficas

Incoder Instituto Colombiano de Desarrollo Rural

- IPM** Índice de pobreza multidimensional
- ISRIC** International Soil Reference and Information Centre
- IUA** Índice de uso de agua
- LEC** Línea especial de crédito
- MAVDT** Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2002-2011)
- Minagricultura** Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural
- Minambiente** Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
- Mincultura** Ministerio de Cultura
- Mineducación** Ministerio de Educación Nacional
- Mintransporte** Ministerio de Transporte
- MS** Materia seca
- m s. n. m.** Metros sobre el nivel del mar
- PET** Población en edad de trabajar
- pH** Potencial de hidrógeno (medida de acidez o alcalinidad)
- PIB** Producto interno bruto
- PLRV** Virus del enrollamiento de las hojas de la papa (por sus siglas en inglés)
- PNN** Parques Nacionales Naturales de Colombia
- PSI** Porcentaje de sodio intercambiable
- PVS** Virus S de la papa (por sus siglas en inglés)
- PVX** Virus X de la papa (por sus siglas en inglés)
- PVY** Virus Y de la papa (por sus siglas en inglés)
- PYVV** Virus del amarillamiento de las venas de la papa
- Runap** Registro Único Nacional de Áreas Protegidas
- SENA** Servicio Nacional de Aprendizaje
- SGC** Servicio Geológico Colombiano
- SINA** Sistema Nacional Ambiental
- Sinap** Sistema Nacional de Áreas Protegidas
- SIOC** Sistema de información de gestión y desempeño de organizaciones de cadenas
- SIG** Sistemas de información geográfica
- SRTM** Misión topográfica Shuttle Radar (Shuttle Radar Topography Mission)
- TUT** Tipo de utilización de la tierra
- Unesco** Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
- UPRA** Unidad de Planificación Rural Agropecuaria
- USDA** Departamento de Agricultura de los EE. UU. (por sus siglas en inglés)

Lista de símbolos

>	mayor que
<	menor que
\geq	mayor o igual que
\leq	menor o igual que
°C	grado Celsius
bar	unidad de presión
cm	Centímetro
cmol	centimol (10^{-2} mol)
dS	decisiemens (10^{-1} S)
ha	hectárea
km	kilómetro
L	litro
ln	logaritmo natural
m	Metro
Mm ³	millones de metros cúbicos
m ²	metro cuadrado
m ³	metro cúbico
mm	Milímetro
ppm	partes por millón
t	toneladas métricas



Glosario

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).

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, socioecosistémico y socioeconómico (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 (UPRA, 2019).

Enfoque ecosistémico: uso sostenible de los bienes y servicios de los ecosistemas y el mantenimiento de la integridad ecológica como paradigma de conservación para el bienestar humano, en cuya

visión, las estrategias de gestión deben considerar tanto la dinámica en las diferentes escalas de la organización biológica como las relaciones e interacciones entre los sistemas ecológicos y sociales (Martín-López et al., 2009; Minambiente, 2012, citados por UPRA, 2014).

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

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

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

Índice de disponibilidad de humedad para el cultivo (IDHc): relación entre precipitación y evapotranspiración de referencia mensual, llevado a una medida de tendencia anual, en función al rendimiento relativo de los cultivos (Doorenbos y Kassam, 1979).

Inocuidad de los alimentos: conjunto de condiciones y medidas necesarias durante la producción, almacenamiento, distribución y preparación de los



alimentos para asegurar que, una vez ingeridos no representen un riesgo apreciable para la salud.

Papa prefrita congelada: producto preparado con tubérculos limpios, maduros y sanos de la planta de la papa (patata) que se ajuste a las características de la especie *Solanum tuberosum* L. Estos tubérculos deberán haber sido seleccionados, lavados, pelados o no, cortados y sometidos a la elaboración necesaria para lograr un color satisfactorio, y haber sido prefritos en aceite o grasa comestible. Las operaciones de elaboración y de prefritura deberán ser suficientes para garantizar una estabilidad adecuada de color y sabor durante los ciclos normales de comercialización (Icontec, 1993).

Tipo de utilización de la tierra (TUT): se refiere a un uso específico que se describe a un nivel de detalle apropiado según la escala de evaluación de tierras, en términos de la producción, el contexto

social y económico; sus principales características físicas, agronómicas y productivas, así como los costos y los ingresos generados por la actividad de producción (UPRA, 2013).

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

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

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



Resumen

Se presenta la memoria técnica de la zonificación de aptitud para el cultivo tecnificado de papa (*Solanum tuberosum* Grupo Andígena) variedad Diacol Capiro para uso industrial 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 direccionar la inversión del sector agropecuario.

El documento contiene cuatro secciones: la primera presenta los antecedentes del sector en términos de su importancia internacional y nacional; la zonificación de papa en Colombia, escala 1:100.000, el marco político y el marco normativo de la cadena; la segunda parte, aborda el marco conceptual, basado en un enfoque multidisciplinario que toma en consideración los principios y fundamentos del esquema de evaluación de tierras, el enfoque socioecosistémico y el enfoque de competitividad, los cuales se abordan en términos de criterios de carácter físico, socioecosistémico y socioeconómico, respectivamente; la tercera sección presenta la metodología de la zonificación, desde la definición del tipo de utilización de la tierra (TUT), hasta la evaluación y comparación de las matrices multicriterio (biofísica y socioeconómica); la cuarta parte muestra los resultados de la zonificación, representados en los mapas semestrales de aptitud para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial, las conclusiones y las fuentes de información bibliográfica utilizadas.

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, entre otros aspectos, la definición, su importancia, los rangos de calificación, los mapas de salida como soporte al proceso metodológico y las fuentes de información utilizadas.

Se identificaron 20 criterios –nueve físicos, cuatro socioecosistémicos y siete socioeconómicos– y 59 variables, a partir de los cuales se obtuvieron los mapas de zonificación de aptitud del cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial, uno para el primer semestre agrícola (marzo-agosto), y el otro para el segundo semestre agrícola (septiembre-febrero).

En estos mapas se identificó que, para el primer semestre agrícola, se tienen 510.475 ha aptas. De las áreas aptas, 209.645 ha (41,1 %) corresponden a una aptitud alta (A1); 157.811 ha (30,9 %), a aptitud media (A2) y 143.019 ha (28,0 %), a aptitud baja (A3). Para el segundo semestre agrícola se identifican 509.122 ha aptas, de las cuales 184.735 ha (36,3 %) corresponden a una aptitud alta (A1), 175.974 ha (34,6 %) a aptitud media (A2) y 148.413 ha (29,1 %) a aptitud baja (A3).

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



Introducción

Introducción

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

Para el Plan de Desarrollo 2019-2022 *"Pacto por Colombia, pacto por la equidad"*, en el numeral I: política social moderna centrada en la familia, eficiente, de calidad y conectada a mercados; línea 4: Alianza por la seguridad alimentaria y la nutrición: ciudadanos con mentes y cuerpos sanos; objetivo 1. Incrementar la producción de alimentos mediante el uso eficiente del suelo, para generar una provisión estable y suficiente de alimentos que permitan cubrir las necesidades nutricionales de la población colombiana y estrategia: Incrementar a nivel nacional y territorial la producción, oferta y abastecimiento de alimentos, en el marco del ordenamiento social rural, el productivo y el agropecuario; en el numeral II: Pacto por el emprendimiento y la productividad: una economía dinámica, incluyente y sostenible que potencie todos nuestros talentos, línea 5, campo con progreso: una alianza para dinamizar el desarrollo y la productividad de la Colombia rural, objetivo 2. Promover la transformación productiva agropecuaria por medio del ordenamiento de la producción, el desarrollo de clústeres y cadenas de valor agroindustriales, que integren la producción industrial con la de pequeños y medianos productores y como estrategia del Ministerio de

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

La UPRA fue creada por el Decreto 4145 del 3 de noviembre de 2011 como una unidad administrativa especial de carácter técnico y especializado, sin personería jurídica, adscrita al Minagricultura, con autonomía presupuestal, administrativa, financiera y técnica. De acuerdo con lo señalado en el artículo 5° del Decreto 4145 de 2011, se establecen, entre otras, las siguientes funciones de la UPRA: planificar el uso eficiente del suelo, definir los criterios y crear los instrumentos requeridos para el efecto, previendo el respectivo panorama de riesgos y una mayor competitividad de la producción agropecuaria en los mercados internos y externos; definir criterios

y diseñar instrumentos, para el ordenamiento del suelo rural apto para el desarrollo agropecuario, que sirvan de base para la definición de políticas para ser consideradas por las entidades territoriales en los planes de ordenamiento territorial.

Por lo anterior, y teniendo en cuenta que en el proyecto de inversión "Fortalecimiento de la planificación del uso eficiente del suelo rural y la adecuación de tierras a nivel nacional" de la UPRA, se establece como segundo objetivo "*Desarrollar metodologías, lineamientos y criterios para la planificación del uso eficiente del suelo rural y proyectos de adecuación de tierras*", la Dirección de Uso Eficiente y Adecuación de Tierras de la UPRA propuso desarrollar estudios para la planificación del uso eficiente del suelo, la adecuación de tierras y el ordenamiento productivo.

En Colombia, el análisis de las problemáticas de las zonas rurales y la definición de alternativas de manejo espacial a partir de la integración de múltiples factores ha sido limitado, dado que el énfasis se ha centrado en los aspectos climáticos y edáficos, dejando subordinados y hasta olvidados los procesos socioecosistémicos, sociales, culturales y políticos, fundamentales en la planificación integral del territorio y la definición de políticas más acordes con el medio geográfico.

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

Desde el año 2013, la UPRA ha realizado adaptaciones a la metodología de evaluación de tierras de FAO y se

propuso como un primer instrumento la evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios a nivel nacional, metodología a escala 1:100.000 (UPRA, 2013), y tomó como base el enfoque FAO en lo relativo a su forma de aplicación e incorporó los aspectos socioeconómicos (referidos a la competitividad de las áreas), así como los de política y gobernabilidad, metodología fundamentada en el análisis multicriterio, cuyos criterios y variables de los componentes físicos y socioecosistémicos en una matriz (biofísica) y socioeconómicos en otra matriz, son ponderados de acuerdo con las características propias de una determinada cadena productiva, para consolidar al final una matriz de paso entre los dos mapas intermedios y obtener resultados de zonas aptas para un determinado uso.

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. Entre 2015 y 2016, la UPRA adelantó la zonificación de aptitud de seis cadenas productivas a escala 1:100.000, entre ellas, la del cultivo comercial de papa, la cual contó, en sus diferentes fases, con la activa participación de Fedepapa y de otros actores de la cadena productiva del tubérculo, y cuyos resultados deberán orientar los procesos de planificación y uso eficiente del suelo rural para este subsector.

Dentro de los objetivos específicos de la presente zonificación de aptitud están:

La elaboración de los lineamientos técnicos y metodológicos para la zonificación de aptitud del cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial 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, de los mapas semestrales de zonas aptas para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial, a escala 1:100.000.

La memoria técnica se encuentra dividida en cuatro partes: en la primera se desarrolla un contexto general del tema, que incluye la importancia económica del subsector de la papa y su industria de procesamiento, con énfasis en el segmento de transformación por procesos de frito, así como los marcos político y normativo asociados al cultivo; en la segunda se describen los fundamentos conceptuales sobre los cuales se basa la zonificación de aptitud; en la tercera se plantea la metodología empleada, que incluye los criterios usados dentro de los tres componentes,

su evaluación y ponderación, para la obtención de los dos mapas de zonificación de aptitud, así como las técnicas de análisis utilizadas. Por último, en la cuarta parte, se presentan los resultados obtenidos en la identificación de las áreas aptas para el cultivo tecnificado de papa de la variedad Diacol Capiro para uso industrial en Colombia.

Al final se presentan las conclusiones del proceso de zonificación de aptitud a escala 1:100.000 y el anexo que contiene las fichas metodológicas donde se describen y se detallan los rangos, datos, su análisis y procesamiento como también las fuentes utilizadas para su obtención y el mapa respectivo del criterio y de las variables.



Antecedentes

1. Antecedentes

La Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), desde el año 2014 ha realizado diferentes zonificaciones de aptitud a escala 1:100.000 para todo el territorio colombiano y entre ellas se pueden mencionar, las plantaciones forestales comerciales, caucho, cacao, palma de aceite, papa, maíz tecnificado de clima cálido, arroz secano mecanizado, aguacate hass, mango, papaya tainung, fresa, piña MD-2, cebolla de bulbo, ají tabasco y pimentón.

En el sector pecuario se desarrollaron las zonificaciones de aptitud para avicultura en granjas, la porcicultura tecnificada, y la ganadería bovina de leche y de carne en pastoreo. De forma paralela, se realizó la zonificación de aptitud de especies acuícolas y pesqueras, para los cultivos comerciales en estanques en tierra de tilapia, cachama, trucha, tres especies ícticas nativas de Colombia (yamú, bocachico y bagre rayado), camarón blanco y pirarucú, pesca marina artesanal de camarón y bocachico del Magdalena.

Los mapas semestrales de zonificación de aptitud para el cultivo tecnificado de papa de la variedad Diacol Capiro para uso industrial en Colombia, a escala 1:100.000, contribuyen 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,

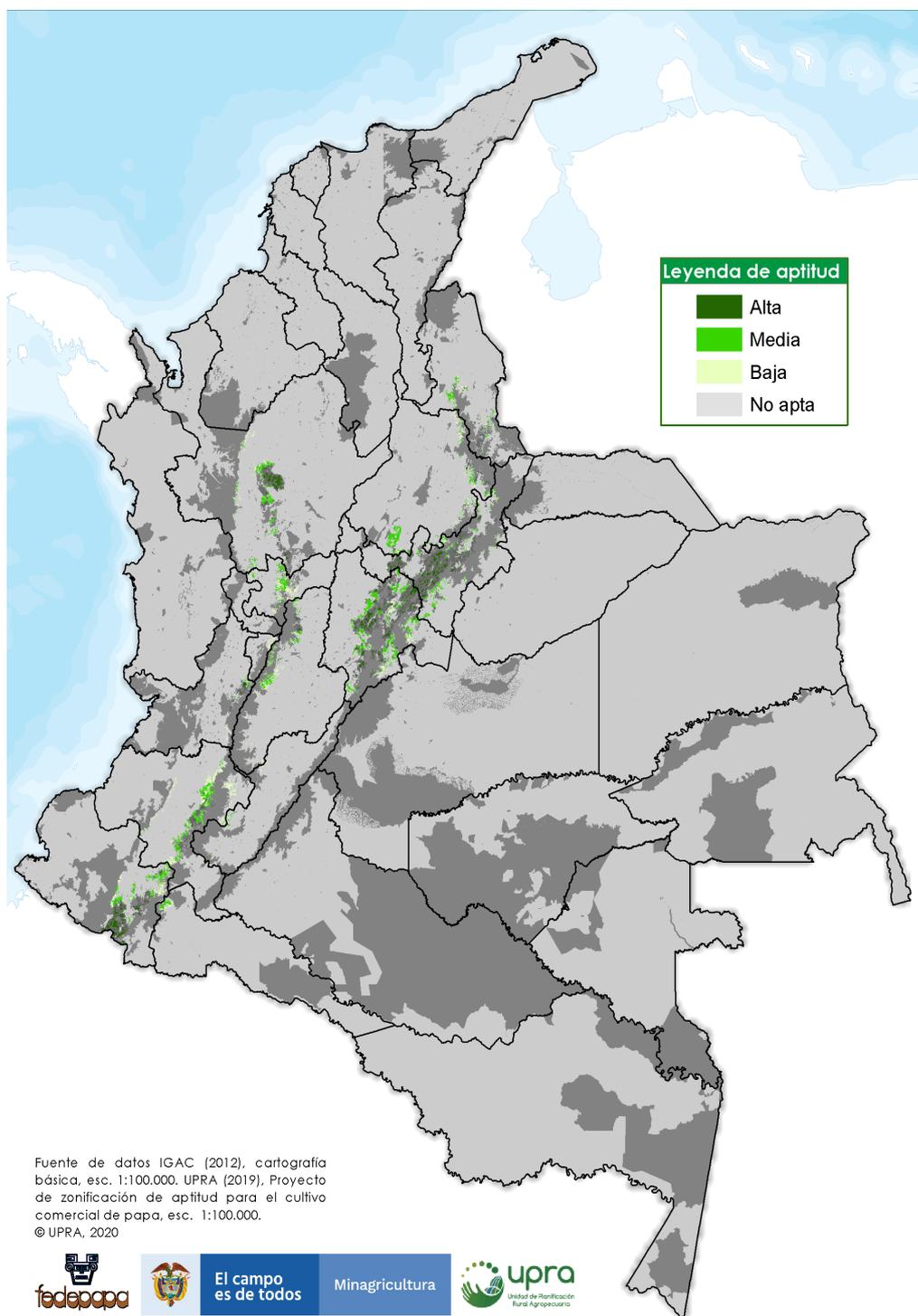
la zonificación es parte del proceso de planificación agrícola y constituye una herramienta de carácter indicativo para la toma de decisiones.

1.1. Antecedentes sobre la zonificación del cultivo de papa industrial en Colombia

La UPRA publicó en 2016 la zonificación de aptitud para el cultivo comercial de papa en Colombia, escala 1:100.000 con la participación de la Federación Colombiana de Productores de Papa (Fedepapa) y de entidades que integran el Consejo Nacional de la Papa (CNP) como el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Corpoica (Agrosavia a partir de noviembre de 2018) e industrias de procesamiento.

Los mapas de zonificación de aptitud del cultivo comercial de papa en Colombia, escala 1:100.000 mostraron que para el primer semestre agrícola, se dispone de 1.971.044 ha aptas para el establecimiento y desarrollo del cultivo, lo cual equivale al 1,7 % del territorio continental del país. De las áreas aptas, el 25 % corresponde a una aptitud alta (A1), es decir, 492.933 ha; el 47 %, a aptitud media (A2) equivalente a 925.870 ha y el 28 %, a aptitud baja (A3) que corresponde a 552.241 ha. La figura 1 muestra el mapa de zonas aptas para la producción comercial de papa en Colombia, para el primer semestre agrícola.

Figura 1. Zonas aptas para la producción comercial de papa en Colombia, primer semestre agrícola

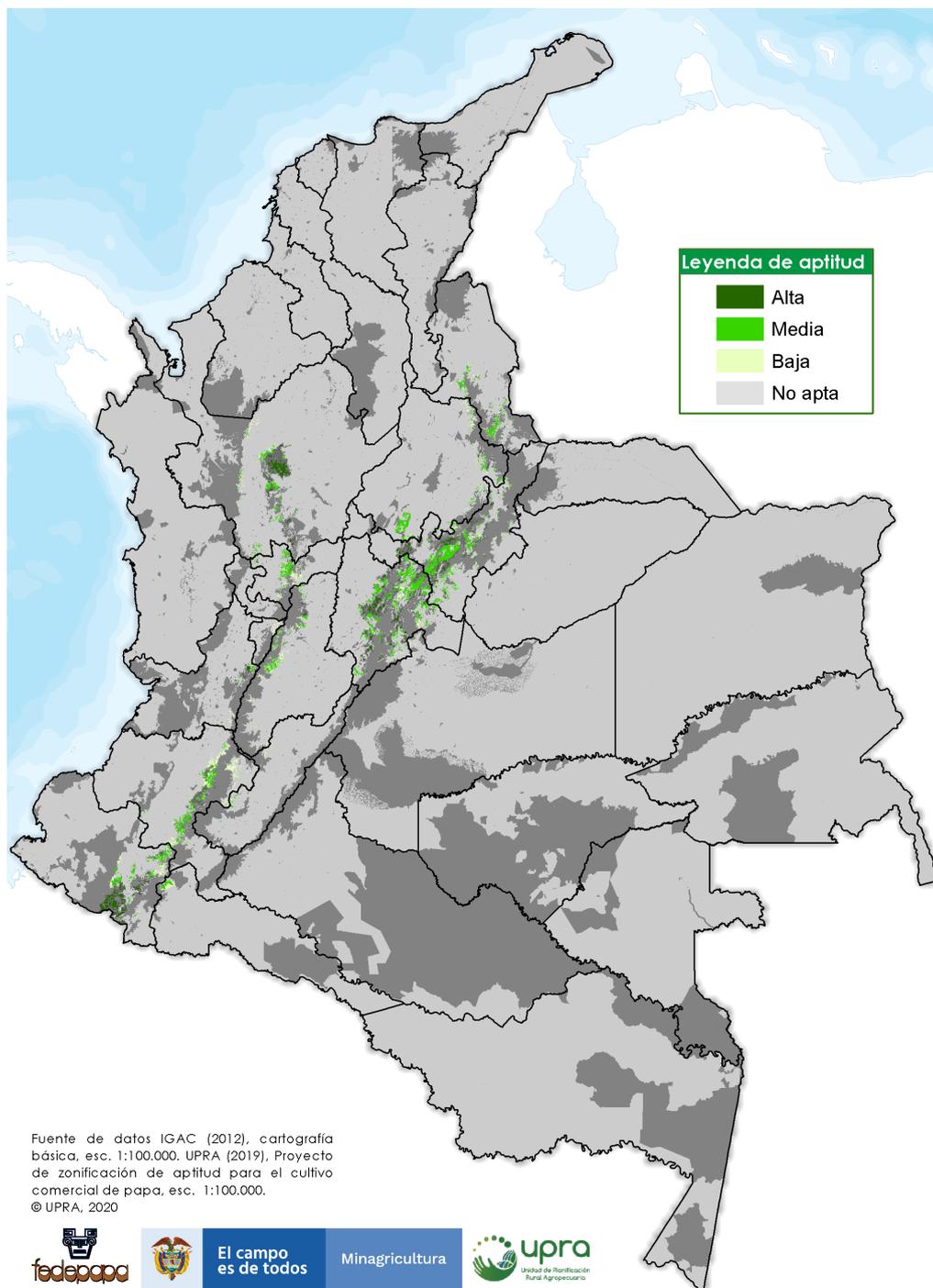


Fuente: UPRA (2016).

De otra parte, para el segundo semestre agrícola, se dispone de 2.018.793 ha aptas para el cultivo comercial de papa, que corresponde al 1,8 % del territorio continental del país. De las áreas aptas, el 20,2 % presenta una aptitud alta (A1), es decir, 408.231 ha; el 51,3 %, aptitud media (A2) equivalente

a 1.035.482 ha y el 28,5 %, aptitud baja (A3) que corresponde a 575.080 ha. La figura 2 muestra el mapa de zonas aptas para la producción comercial de papa en Colombia a escala 1:10.000, para el segundo semestre agrícola.

Figura 2. Zonas aptas para la producción comercial de papa en Colombia, segundo semestre agrícola



Fuente: UPRA (2016).

1.2. Contexto sectorial

A continuación se presentan aspectos relacionados con el origen de la papa, su taxonomía, la morfología de la planta, y sus principales requerimientos ambientales, así como los principales problemas

fitosanitarios. Asimismo, se aborda lo referente a la variedad Diacol Capiro, la calidad industrial para procesamiento de fritura y la descripción de la cadena de la papa en Colombia.

1.2.1. El cultivo de papa

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es uno de los cultivos de mayor importancia en el mundo, en términos de producción y demanda (FAO, 2009); está entre los 10 alimentos más importantes producidos en los países en desarrollo, gracias a su gran capacidad de adaptación a diferentes ambientes y sistemas de cultivo, así como por su consumo. Es un cultivo de seguridad alimentaria para agricultores de bajos ingresos y consumidores vulnerables (FAO, 2007). De acuerdo con el CIP (2019), la papa es el principal alimento de la población humana de origen no cereal, después del trigo, el arroz y el maíz.

En América se distribuye desde el sur de Chile hasta el suroccidente de los EE. UU. (Rodríguez, 2010). La papa tipo Chilotanum crece en la costa de Chile, se adapta a días largos y actualmente; se distribuye por todo el mundo; por su parte, el tipo Chaucha se encontró en las islas Canarias (España).

Las evidencias de la alta variabilidad genética de especies silvestres y de variedades cultivadas halladas en los Andes suramericanos –en inmediaciones de los lagos Titicaca y Poopó, entre Perú y Bolivia– permiten afirmar que la papa fue domesticada hace por lo menos 10 mil años.

En Europa, la mayoría de los cultivares son del tipo Chilotanum que dominan en las principales zonas de producción del mundo sobre los del tipo andígena (Rodríguez, 2010). Existen dos teorías que explican su introducción al viejo continente: la primera teoría se basa en las semejanzas morfológicas y la adaptación a días largos del tipo Chilotanum –procedente de Chile–, argumento que es apoyado por autores como Juzepczuk y Bukasov, 1929 citados por Rodríguez (2010). La segunda teoría indica el ingreso del tipo andígena desde los Andes peruanos o colombianos, de acuerdo a investigadores como Salaman y Hawkes (1949); Hosaka y Hanneman (1988); Grun (1990) y Hawkes (1990), citados por Rodríguez (2010).

La revisión genética de especies silvestres y cultivadas, se orienta a la conclusión que la papa procede de *Solanum brevicaulle*, encontrada en el norte del lago Titicaca en Perú, donde posiblemente tuvo domesticaciones sucesivas y, desde allí, se habría dispersado hacia Bolivia. De otra parte, la primera papa cultivada fue *Solanum stenotomum* en los Andes (diferentes autores, citados por Rodríguez, 2010).

La papa del tipo andígena es el más representativo en Suramérica y corresponde a la cultivada entre 2000 y 4000 m s. n. m., en condiciones de días cortos; presenta periodo vegetativo entre cinco y siete meses, floración abundante y por varios meses, polen fértil, fructificación profusa, periodo largo de reposo del tubérculo, buena calidad para consumo fresco, alto contenido de almidón, ojos ligeramente profundos y numerosos tubérculos con tendencia a tamaños medianos y pequeños (Perilla et al., 2002).

Solanum tuberosum presenta una amplia variabilidad de formas naturales diploides y mejoradas triploides, tetraploides y pentaploides, como resultado de la domesticación y la mezcla de especies silvestres y cultivadas, tanto de la región andina de Perú, Colombia y Bolivia como de las zonas costeras de Chile, que originaron los grupos Andígena, Chilotanum, Tuberosum y Chaucha, actualmente conocidos en todo el mundo (Rodríguez, 2010).

1.2.1.1. Clasificación taxonómica

La papa pertenece a la división *Magnoliophyta*, clase *Magnoliopsida*, subclase *Asteridae*, orden Solanales, familia *Solanaceae*, género *Solanum*, especie *Solanum tuberosum* L. (Guirola y Valdés, s. f.).

De acuerdo con la clasificación de Huamán y Spooner, 2002 (Fedepapa y Gobernación de Cundinamarca, 2010), en Colombia se cultivan comercialmente los grupos de papa de los tipos andígena y Phureja, así:

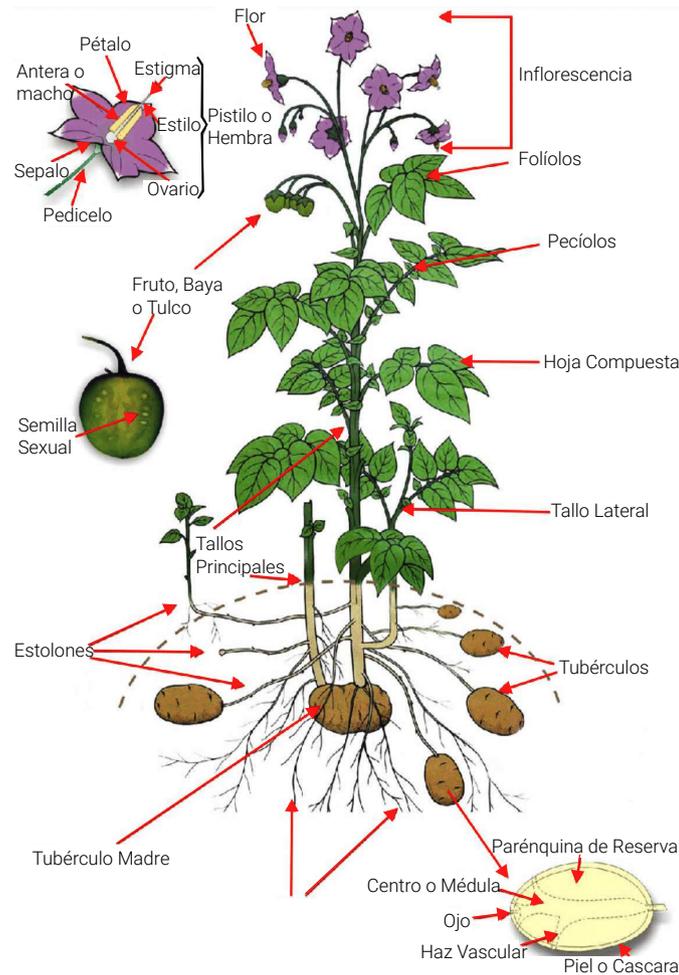
- *Solanum tuberosum* Grupo andígena –anteriormente *S. tuberosum* spp. *Andigena*– corresponde a los cultivares tetraploides adaptados entre 0° y 20° de latitud norte o sur. En Colombia son conocidas como “papas de año”, dentro de las cuales se conocen Diacol Capiro, Pastusa Suprema, Ica Única, Parda Pastusa, Tuquerreña, Betina y Superior, entre otras.

- *Solanum tuberosum* Grupo Phureja –anteriormente *Solanum phureja*–. Corresponde a las denominadas “papas criollas” con diferentes niveles de ploidia y adaptación a días cortos (Fedepapa, 2013).

1.2.1.2. Descripción botánica y morfología

La papa es una planta herbácea, con una parte subterránea formada por raíz, estolones y tubérculos, y una parte aérea compuesta por tallos, hojas, flores y frutos (Corzo *et al.*, 2003). La figura 3 presenta sus principales características.

Figura 3. Aspectos morfológicos de la papa (*Solanum tuberosum* L.)



Fuente: https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-La-planta-de-papa-y-sus-partes-Adaptado-del-Centro-Internacional-de-la-Papa_fig1_256195293

El sistema subterráneo es débil y frondoso, compuesto por raíces en los estolones y raíces adventicias en los brotes. De acuerdo con Luján (1991), la planta presenta tres tipos de tallo: aéreos, estolones y tubérculos. Los tallos aéreos se desarrollan de los brotes del tubérculo-semilla; son el soporte del follaje y permiten el transporte de agua y de nutrientes. Por su parte, los estolones son tallos subterráneos laterales de crecimiento horizontal, que terminan en forma de gancho, en cuya curvatura subapical se desarrollan los tubérculos.

Los tubérculos son los órganos de almacenamiento de materiales de reserva de la planta –agua y nutrientes– y también son las estructuras más adecuadas para la reproducción vegetativa, pues en sus ojos presenta hojas rudimentarias con yemas axilares, con potencial de producir nuevos tallos.

Las hojas de la papa son compuestas, alternas e insertadas en espiral sobre los nudos del tallo. Las flores son bisexuales, organizadas en inflorescencias tipo cima, con un pedúnculo floral que se bifurca repetidamente. Por su parte, los frutos son bayas de diferentes tamaños y forma –ovoide, esférica, globular, cónica o alargada–, que miden entre 1 cm y 4 cm de diámetro, dentro de las cuales se encuentran hasta 400 semillas.

1.2.1.3. Requerimientos ambientales

La papa es un cultivo de clima frío y muy frío cuyo cultivo comercial se concentra en paisajes y ecosistemas de alta montaña, desde 2000 hasta 3500 m s. n. m. Para una óptima tuberización, el cultivo de la papa requiere de días cortos, bajas temperaturas nocturnas y alta radiación solar; las variedades de papa existentes en el país no soportan temperaturas por debajo de -1 °C, especialmente durante la formación y llenado de tubérculos.

De acuerdo con Corchuelo (2005), las heladas y las bajas temperaturas, restringen la expresión de los diferentes procesos que regulan el crecimiento y desarrollo de los cultivos de papa, entre ellos, el descenso en la tasa fotosintética que afecta las relaciones hídricas, y la translocación y asignación de carbono.

De otra parte, un adecuado suministro de agua incide en el metabolismo de la papa, ya que es una especie muy sensible al estrés hídrico (especie mesófila), tanto por deficiencia como por exceso de agua, lo cual se manifiesta en disminución del crecimiento de las plantas y pérdidas de rendimiento del cultivo. La falta de agua genera disminución en tamaño y número de hojas, así como su senescencia prematura (Corchuelo, 2005), en especial cuando esta deficiencia se presenta al inicio de la tuberización (Luján, 1994).

1.2.1.4. Aspectos fitosanitarios

La papa puede llegar a ser afectada por diferentes organismos fitopatógenos que atacan la planta en su parte aérea y subterránea, así como causar daños en el tubérculo que se encuentra en almacenamiento con destino a consumo fresco, al procesamiento industrial o para semilla.

De acuerdo con lo reportado por Fedepapa y la Gobernación de Cundinamarca (2010), la mayor parte de las plagas son insectos fitófagos, entre los que se destacan los presentes en suelo y que atacan el tubérculo como la polilla guatemalteca de la papa (*Tecia solanivora*), el gusano blanco de la papa (*Premnotrypes vorax*), el tiroteador (*Naupactus* sp.), la palomilla (*Phthorimaea operculella*), las chisas (*Phyllophaga obsoleta*) y las babosas (*Milax gagates*); igualmente, insectos que atacan el follaje como la pulguilla (*Epitrix cucumeris*), el tostón (*Lyriomyza quadrata* y *Lyriomyza huidobrensis*), los muques (*Copitarsia consueta* y *Pedidroma* sp.), la polilla gigante de la papa (*Symmetrischema plaesiosema*), los thrips (*Frankliniella tuberosi* y *Thrips palmi*), los chupadores como la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) y los trozadores (*Agrotis ipsilon* y *Feltia* sp.). En almacenamiento del tubérculo se destacan las polillas y el áfido *Rhopalosiphoninus latysiphon*.

Por otra parte, los organismos fitopatógenos más importantes de la papa son hongos, bacterias y virus, así como protistas, oomycetes y nematodos que causan enfermedades de importancia económica en el país, dentro de las cuales se destacan las que causan daños foliares como la gota de la papa (*Phytophthora infestans*), el tizón temprano

(*Alternaria solani*), la roya común (*Puccinia pittieriana*) y la cenicilla o mildew polvoso (*Erysiphe cichoracearum*); patógenos presentes en el suelo y que afectan el rendimiento y la calidad como la roña o camanduleo de la papa (*Spongospora subterranea*), la costra negra (*Rhizoctonia solani*) y la mortaja blanca o palomillo (*Rosellinia* sp.).

Igualmente, se presentan bacterias como la pata negra (*Pectobacterium atrosepticum* syn. *Erwinia carotovora* sp. *atroseptica*), la marchitez bacteriana o dormidera (*Ralstonia solanacearum*) y la sarna común (*Streptomyces scabiei*). Por último, los virus más importantes son el virus del enrollamiento de las hojas de la papa (PLRV), el virus Y de la papa (PVY), el virus X de la papa (PVX), el virus S de la papa (PVS), el Virus del amarillamiento de las venas de la papa (PVV) y el *Mop Top* (PMTV).

Por su parte, el ICA (s. f.) destaca la importancia de prevenir el ingreso de plagas de la papa no reportadas en Colombia; entre ellas se destacan el enanismo amarillo de la papa (PYDV) y el fitoplasma de la marchitez (*Purple-top*) o punta morada de la papa, esta última, reportada en Ecuador en noviembre de 2018.

Para efectos de la presente zonificación de aptitud se priorizaron la gota de papa (*P. infestans*), enfermedad favorecida por el monocultivo, las condiciones de alta humedad ambiental y por la alta susceptibilidad de la variedad Diacol Capiro; asimismo, la polilla guatemalteca de la papa (*T. solanivora*) y el tioroteador (*Naupactus* sp.), insectos que dañan la calidad del tubérculo y se constituyen en plagas de importancia económica para el productor de papa industrial.

1.2.1.5. Papa variedad Diacol Capiro

De acuerdo con Moreno (2000), es una papa de doble propósito: buena calidad culinaria para consumo fresco y excelente calidad para el procesamiento industrial en bastones (a la francesa o *french fries*) y hojuelas (*chips*). Es una variedad colombiana obtenida en 1958, inscrita en el registro nacional de cultivares del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) en 1961. De acuerdo con Fedepapa (1999), corresponde al cruce del clon CCC 751 (ssp. *tuberosum*) x Tuquerreña (ssp. *andígena*). Es

conocida comercialmente como "R-12 Negra" o "capiro" en el altiplano cundiboyacense; "capira" en Antioquia, o "Ica Huila" en algunas zonas del departamento de Boyacá.

La planta es de porte mediano de tallos no muy gruesos, de color verde y púrpura; follaje relativamente escaso, los folíolos son pequeños, alargados y de verde oscuros; las flores son de color morado oscuro con acúmenes blancos en la punta y presenta escasa fructificación. La planta tiene tuberización temprana, con numerosos tubérculos, grandes, redondos ligeramente aplanados, de piel color morado con ojos superficiales y pulpa de color crema.

Se adapta entre 2000 y 3200 m s. n. m., con un periodo vegetativo entre cinco y seis meses, con un rendimiento comercial promedio de 40 t/ha, con predominio de tubérculos grandes, materia seca (MS) de 20 % a 22 % (peso específico: 1,085) y azúcares reductores (AR) de 0,1 %. Los tubérculos son resistentes al verdeamiento y al transporte, con un periodo de reposo entre dos y tres meses.

Este genotipo es susceptible a *P. infestans*, a *E. cichoracearum*, a PVV y a *S. subterranea*; es tolerante a *R. solanacearum*, a *P. pittieriana*, al PVY y al PVX.

1.2.1.6. Calidad industrial

Además de las características propias del genotipo, el ambiente influye en la calidad de frito del tubérculo. En este sentido, Luján (1994) asegura que la papa de consumo que se produce en suelos orgánicos y húmedos, de zonas de páramos, presenta alto contenido de azúcares reductores (AR > 0,2 %), bajo contenido de materia seca (MS < 20 %) y mala conservación del tubérculo durante la poscosecha, condiciones que generan rechazo en la industria de papa frita, dado que la velocidad de respiración, en estas condiciones, se mantiene en niveles mínimos. Caso contrario, en la zona intermedia –zona conocida como sabana en los departamentos de Cundinamarca y Boyacá–, la calidad industrial es superior: bajos AR, alta MS y mejor conservación del tubérculo en la poscosecha.

Para la determinación de calidad para la elaboración de papa en hojuelas, se parte de una muestra, la cual es procesada en un laboratorio. La papa es recibida, seleccionada, limpiada, desinfectada, tajada, desalmidonada, secada, freída y escurrida. Se evalúa su color uniforme, sin manchas oscuras, la cantidad de aceite absorbido, la crocancia y el sabor característico.

Por su parte, para la papa en bastones precocida congelada, la materia prima se recibe en el laboratorio, se selecciona, limpia y desinfecta. Se hace corte del grosor deseado, una cocción con vapor o agua caliente, prefritura, secado, y posterior fritura profunda. Se le evalúa un color uniforme, la cantidad de aceite absorbido y la crocancia después de un tiempo de procesada.

1.2.2. Descripción de la cadena

La cadena productiva de la papa está compuesta por cuatro eslabones principales: los agricultores, el mercado, la industria y los consumidores.

En el primer eslabón se estima que existen unos 90 mil productores dispersos en cerca de 250 municipios. Predomina el bajo nivel de organización empresarial, el poco uso de semilla de buena calidad, los altos costos de producción y el bajo poder de negociación frente al segmento comercial.

El cultivo de papa tiene una alta demanda de mano de obra, así como de plaguicidas y fertilizantes de síntesis. En la mayor parte del país, la papa se cosecha de forma manual; en la recolección se realiza selección y clasificación con parámetros no formales de calidad. Por su parte, para la producción tecnificada de la variedad Diacol Capiro para uso industrial, en algunos pocos casos, se ha implementado la cosecha mecanizada.

La papa generalmente se empaca en costales de fibra de polipropileno de 50 kg de capacidad. El tubérculo no comercial –de tamaño pequeño, deforme o con daños mecánicos– es utilizado para la alimentación de ganado o para otros usos en la finca.

En la fase de comercialización existen diferentes sitios donde se mercadea el tubérculo como son: centrales de abastos, centros de acopio, centros de comercialización de origen, plazas de mercado, grandes superficies, supermercados, *frúvers*, depósitos y tiendas de barrio.

En el caso de la variedad Diacol Capiro con destino al procesamiento industrial, existen dos principales sistemas de comercialización. El primero corresponde a la compra a productores que suscriben contratos de suministro y venta con la industria, con parámetros preestablecidos de calidad y precio. En el otro sistema la compra de la papa se hace en el mercado libre, especialmente cuando existe una baja oferta del tubérculo cuando la industria no alcanza a suplir su demanda con la materia prima ya contratada.

La cadena productiva de papa abastece cerca del 98 % del mercado nacional y en este solo compite con la papa procesada importada, especialmente de las categorías de papa en bastón.

En Colombia predomina el consumo de papa fresca y la comercialización es de tipo informal en un 80 % de los casos, por cuanto la mayoría de los productores no facturan en el momento de vender su producto. No obstante, a través de la industria de procesamiento, se genera el mayor aporte de recursos al Fondo Nacional de Fomento de la Papa (FNFP), mediante la cuota parafiscal equivalente al 1 % del valor de la transacción.

De acuerdo con el CNP (2018), del total de la producción nacional del tubérculo, se destina en promedio, un 6 % para el procesamiento industrial, tanto de hojuelas como de bastones. Las variaciones anuales están influenciadas por la oferta de materia prima que reúne las exigencias de calidad industrial, la cual disminuye en escenarios de condiciones climáticas adversas para los cultivos, especialmente sequías y heladas. La tabla 1 presenta la evolución del consumo de papa fresca e industrial entre 2012 y el estimado de 2017.

Tabla 1. Consumo de papa fresca y procesada en Colombia (2012-2017)

Consumo (t)	2012	2013	2014	2015	2016	2017*
Fresco	2.601.250	2.496.168	2.358.788	2.596.467	2.302.515	2.570.216
Procesado	186.800	167.832	132.012	100.193	121.185	181.621
Total	2.788.050	2.664.000	2.490.800	2.696.660	2.423.700	2.751.837

*Estimado

Fuente: CNP (2018) citado por Minagricultura (2018).

Los procesos industriales se concentran en empresas como McCain Colombia, PepsiCo Colombia, Comestibles Yupi, Comestibles Ricos S.A.S., Frozen Express y Productos Ramo, con plantas ubicadas estratégicamente para la recepción del tubérculo y la distribución del producto final. En el eslabón industrial se producen especialmente hojuelas y papas precocidas o prefritas congeladas y, en menor escala, papa en trozos o rodajas, fécula, harina, copos, gránulos y pellets. Igualmente, la industria de procesamiento de papa criolla, en los últimos años se ha fortalecido por ser un producto exótico e innovador y por la expectativa de consumidores de la CE, los EE. UU. y Japón, entre otros.

1.3. Contexto mundial

En los últimos años se ha duplicado la producción mundial de papa debido al aumento de la demanda urbana de productos como la papa congelada o seca y aperitivos. Entre 1997 y 2007, el cultivo de papa aumentó 25 % en los países en desarrollo (CIP, 2019).

La producción y el consumo de papa industrial están estrechamente vinculados al comportamiento del mercado de papa procesada. En efecto, en las últimas décadas se ha incrementado considerablemente el consumo de papa procesada –en especial de papa prefrita congelada– frente al consumo de papa fresca, por los cambios en los hábitos de consumo hacia comidas rápidas, aperitivos y productos de fácil preparación. El aumento de los ingresos de la población, la

diversificación de la alimentación y el poco tiempo disponible para preparar el producto fresco, explican en gran medida este comportamiento del mercado.

1.3.1. Dinámica de mercados a nivel global

De la papa que se produce en el mundo, un pequeño volumen es comercializado; por tal razón, los precios se determinan a nivel local y no por las fluctuaciones del mercado mundial.

La papa registra cambios significativos en el mundo en las últimas tres décadas: hasta inicios del decenio de 1990, la mayoría se producía y consumía en Europa, América del Norte y en los países de la antigua Unión Soviética; por su parte, Asia, África y América Latina aumentaron considerable su producción y demanda pasando de menos de 30 millones de t, a principios del decenio de 1960, a más de 240 millones en 2016. Es así como la China se convirtió en el primer productor mundial de papa, y cerca del 40 % de todas las papas hoy se cosecha en la China, la India y Rusia.

De acuerdo con FAOSTAT (2018), en 2017 se produjeron 388,2 millones de t de papa en el mundo en 19.303.365 ha. La China continental lideró la producción del tubérculo con cerca de 100 millones de t cosechadas en 5.765.144 ha (30 % del mundial), seguida por la India con 48,6 millones t producidas en 2.179.000 ha, Rusia con más de 29,5 millones de t cultivadas en 1.889.208 ha y Ucrania con 22,2 millones de t cosechadas en 1.323.200 ha.

Tabla 2. Área sembrada (ha), producción (t) y rendimiento (t/ha) mundial de papa, año 2017

País	Área (ha)	Producción (t)	Rendimiento (t/ha)
China, continental	5.765.144	99.147.000	17,20
India	2.179.000	48.605.000	22,31
Rusia	1.889.208	29.589.976	15,66
Ucrania	1.323.200	22.208.220	16,78
EE. UU.	415.010	20.017.350	48,23
Bangladesh	499.725	10.215.957	20,44
Otros países	7.232.078	158.407.171	21,90
Mundo	19.303.365	388.190.674	20,11

Fuente: FAOSTAT (2018).

El CIP (2019), estima que menos de la mitad de la papa sembrada en el mundo se consume fresca. En la actualidad se producen más de 7 millones de papa en bastones al año; las hojuelas de papa fritas lideran el mercado de los *snacks* en muchos países desarrollados. Otras presentaciones son las papas deshidratadas en copos (*flakes*) usadas para elaborar puré de papa, como ingredientes de aperitivos o *snacks*; la harina de papa, es usada por la industria alimentaria como mezcla de carnes y para espesar sopas; el almidón de papa se usa como espesante de salsas y guisos, y como aglutinante en mezclas de queques, pastas, galletas y helados. En Europa del Este y Escandinavia, el almidón de las papas trituradas se convierte en azúcares fermentables para la destilación de bebidas alcohólicas, como el vodka y el *aquavit* –bebida destilada escandinava– con 40 % de alcohol.

Uno de los usos industriales que ha tenido más dinámica comercial ha sido la importación y la exportación de papa precocida, prefrita y congelada. Según datos de Trademap, entre 2014 y 2018 las importaciones de este tipo de producto crecieron 26 % en el mundo, al pasar de 5.996.719 t a 7.548.262 t. Este incremento fue jalonado por EE.UU., que es el

principal comprador de este producto. En 2018, sus importaciones llegaron a la cifra récord de 1.015.227 t, casi el doble del segundo mayor comprador, el Reino Unido, que importó 540.240 t en el mismo año.

Por su parte, las exportaciones mundiales de papa precocida, prefrita y congelada crecieron 28 % en el mismo periodo, jalonadas por el crecimiento de las exportaciones de Bélgica (40 %) y Países Bajos (39 %). En 2018, los dos países exportaron 4.494.375 t, cerca del 56 % de las exportaciones totales. Canadá y EE. UU. son los países que les siguen, con exportaciones que han rondado el millón de t entre 2014 y 2018.

Las anteriores cifras muestran que la papa precocida, prefrita y congelada cuenta con un gran potencial de mercado en EE. UU. y la Unión Europea.

1.4. Contexto nacional

La producción comercial de papa en Colombia se adelanta con una amplia dispersión de agricultores en casi 250 municipios, con múltiples tecnologías aplicadas, como consecuencia de las amplias diferencias culturales, económicas y sociales, en

microclimas de topografía heterogénea y compleja, pasando por zonas planas a ligeramente inclinadas hasta muy inclinadas y sus combinaciones, que generan zonas onduladas a quebradas, entre 2000 m s. n. m. y 3500 m s. n. m., con una zona óptima entre 2500 m s. n. m. y 3000 m s. n. m. (Fedepapa y MAVDT, 2004). Las épocas de siembra están condicionadas a los elementos climáticos, especialmente al régimen de pluviosidad y el riesgo de heladas.

El cultivo se desarrolla en su mayoría bajo el esquema de economía campesina, en minifundio. Predomina el sistema de producción tradicional en cerca del 90 % de los casos (Fedepapa y MAVDT, 2004). El 95 % de los productores siembran menos de 3 ha y el 80 %, menos de 1 ha (Minagricultura, 2018).

1.4.1. Importancia económica

De acuerdo con Minagricultura (2018), la papa participa con el 3,3 % del PIB agropecuario. En Colombia, unas 100 mil familias se dedican a este cultivo. La cadena genera anualmente cerca de 264 mil empleos totales, de los cuales unos 75 mil son empleos directos y alrededor de 189 mil son indirectos.

Es el producto de origen agrícola con mayor demanda de fungicidas e insecticidas y el segundo de fertilizantes químicos, después del café. Adicionalmente, la actividad utiliza transporte terrestre, con más de 2 millones de t movilizadas de producto cosechado/año, sin considerar el transporte de los insumos requeridos para su producción.

El consumo aparente del tubérculo en Colombia se estima en 62 kg/persona/año, especialmente en estratos socioeconómicos menos favorecidos; es un alimento que influye de manera significativa en el índice general de precios de la economía.

1.4.2. Área, producción y rendimiento

La tabla 3 muestra la evolución anual del área, la producción y el rendimiento de papa en Colombia durante 2015 a 2018. En 2018, se registraron 130.177 ha con una producción de 2.782.676 t, con un rendimiento promedio de 21,4 t/ha. El comportamiento de los precios en el ciclo inmediatamente anterior, explican en gran medida las variaciones anuales del área sembrada (Minagricultura, 2018).

Tabla 3. Evolución del área, producción y rendimiento de papa por departamento en Colombia (2015-2018)

Departamento	Área (ha)				Producción (t)				Rendimiento (t/ha)			
	2015	2016	2017	2018	2015	2016	2017	2018	2015	2016	2017	2018
Cundinamarca	47.000	46.400	48.256	48.289	1.055.300	964.607	1.075.360	1.077.222	22,5	20,8	22,3	22,3
Boyacá	34.000	34.100	36.146	35.563	697.500	625.739	713.592	671.204	20,5	18,4	19,7	18,9
Nariño	24.000	24.900	26.394	25.278	514.020	447.865	530.000	574.550	21,4	18	20,1	22,7
Antioquia	7600	7400	7400	7165	153.600	135.416	150.960	148.115	20,2	18,3	20,4	20,7
Otros	13.000	13.300	13.965	13.882	276.240	250.073	281.925	311.585	21,2	18,8	20,2	22,5
Total	127.615	128.116	134.178	130.177	2.698.675	2.425.716	2.753.854	2.782.676	21,2	18,9	20,5	21,4

Fuente: CNP citado por Fedepapa-FNFP (2019).

De otra parte, en los departamentos de Cundinamarca, Boyacá y Nariño, el cultivo de papa es la actividad agropecuaria de clima frío, que genera más empleo e ingresos y constituye el eje fundamental de la economía regional.

Durante 2018, Cundinamarca lideró el área sembrada y la producción nacional con un 37 % y 39 %, respectivamente; le siguió Boyacá con un 27 % de la superficie sembrada y un 24 % de la producción. Nariño y Antioquia representaron en promedio 20 % y 5 %, en el área sembrada como en la producción. Los restantes departamentos productores del tubérculo, participaron con cerca del 11 % en las dos variables para el mismo periodo. Por su parte, Nariño lideró el rendimiento (22,7 t/ha), por encima del promedio nacional de 21,4 t/ha.

Fedepapa (2018) reporta que de 13 cultivares comerciales de papa en Colombia, solo cuatro de ellos concentran el 50 % del área sembrada; después del genotipo denominado Superior (20 %), la variedad Diacol Capiro representa el 13 %; le siguen en importancia las variedades pastusa (10 %) y criolla (7 %).

1.4.3. Exportaciones e importaciones

Hasta 2009 el principal destino de las exportaciones colombianas de papa era Venezuela, como tubérculo en estado fresco (Minagricultura, 2018). A partir de ese año se exportaron pequeños volúmenes al Caribe. Entre 2013 y 2017 las exportaciones de papa fresca aumentaron de 54 t a 467 t, pasando de USD 61.740 (FOB) a USD 442.269 (FOB). Por su parte, en el segmento de papa procesada, entre 2014 y 2017 hubo un crecimiento significativo del volumen exportado, pasando de 902 t a 1592 t, con valores de USD 2.402.149 (FOB) a USD 3.123.423 (FOB). No obstante para 2018, las exportaciones

llegaron a 1331 t (Fedepapa-FNFP, 2019). Dentro de las exportaciones, se destaca la papa criolla procesada en diferentes presentaciones; en 2017 los principales destinos de papa procesada fueron EE. UU., Japón y Panamá.

Por su parte, desde 2002 no ingresa papa fresca a Colombia, por la aplicación de la normativa fitosanitaria, salvo pequeñas cantidades para investigación. Entre 2013 y noviembre de 2017 se observó un crecimiento sostenido de las importaciones de papa procesada a Colombia, tanto en volumen como en valor. En 2017, el importado aumentó 81 % en relación a lo ingresado en 2013, aunque el valor aumentó solo 33 %. Para el año 2018, el importado llegó a 55.850 t, que representa un aumento de 27 % respecto del año inmediatamente anterior (Fedepapa-FNFP, 2019). Las importaciones tuvieron representadas especialmente, por papa precocida congelada (90 %) y fécula de papa (10 %), provenientes de la UE (78 %), EE. UU. (18 %) y otros países (4 %).

1.4.4. Balanza comercial

La balanza comercial de la papa en Colombia presentó un comportamiento positivo entre 2003 y 2008, influenciado por el incremento en las exportaciones de papa fresca (Venezuela principal importador), frente al crecimiento sostenido de las importaciones de papa procesada, especialmente de las subpartidas arancelarias de la papa precocida congelada y de la fécula de papa. De acuerdo con las cifras de Minagricultura (2018), entre 2013 y 2017, la balanza comercial nacional de papa, presentó un comportamiento negativo pasando de USD 26.849.889 a USD 37.400.991, es decir, en un quinquenio el valor del déficit comercial aumentó un 39 % (Tabla 4).

Tabla 4. Balanza comercial de papa colombiana (2013-2017)

Rubro/año	2013	2014	2015	2016	2017	2018*
Exportaciones totales						
Volumen (t)	1212	950	943	944	2060	846
Valor USD FOB	3.944.042	2.450.530	2.460.598	2.452.870	3.565.692	1.920.447
Importaciones totales						
Toneladas	22.159	24.221	31.467	42.746	43.850	32.791
Valor USD CIF	25.025.071	30.793.931	35.613.567	38.157.305	40.966.683	29.122.364
Balanza comercial (USD)	-17.215.883	-26.849.889	-33.163.037	-35.696.707	-37.400.991	-27.201.917

*A 31 de julio

Fuente: Agronet (2018), citado por Minagricultura (2018).

1.4.5. Caracterización de los sistemas de producción

Existen diferentes sistemas de producción de papa en Colombia. La primera clasificación, diferencia el sistema tradicional del sistema tecnificado: el sistema tradicional se caracteriza por una deficiente calidad de la semilla, uso inapropiado de implementos de labranza, fertilización desbalanceada, uso excesivo de plaguicidas y el monocultivo. El sistema tecnificado promueve el uso de semilla de buena calidad, preparación sostenible de suelos, fertilización balanceada con el apoyo de resultados de análisis de suelos y uso eficiente de plaguicidas. No obstante, existen sistemas

intermedios que implementan de forma simultánea, elementos tecnificados y tradicionales (Fedepapa y MAVDT, 2004).

Una segunda clasificación responde al tipo de tenencia de la tierra: existen figuras como compañías y aparcería, siembras de propietarios o arrendatarios. Una tercera clasificación se basa en el tamaño de los productores: en el cultivo de papa, predomina el minifundio (pequeños productores), sin que ello implique que la tecnología utilizada en sus cultivos, sea menos eficiente (Tabla 5).

Tabla 5. Clasificación del productor de papa en Colombia

Tipo de productor	Descripción
Pequeño	Siembran menos de 3 ha, constituyen el 95 % de los cultivadores y producen alrededor del 45 % del de la producción.
Mediano	Siembran entre 3 y 5 ha, constituyen el 3 % de los cultivadores y participan con cerca del 35 % del de la producción.
Grande	Siembran más de 5 ha, constituyen el 2 % de los cultivadores y participan con aproximadamente el 20 % del de la producción.

Fuente: CNP (2010).

Otras clasificaciones se refieren al tipo de labranza utilizada, al uso de riego suplementario o al tipo de prácticas agrícolas utilizadas (producción orgánica, producción convencional e implementación de buenas prácticas agrícolas, entre otras).

Para el caso de la papa destinada a la transformación industrial, las explotaciones tienden a ser tecnificadas, con uso intensivo de insumos, mecanización de labores, semilla de calidad. La producción la desarrollan agricultores empresariales.

1.4.6. Importancia ambiental

El monocultivo de papa y su rotación con pastos, es una de las principales amenazas para los ecosistemas. Se ha identificado que el principal impacto ambiental se relaciona con el uso, aprovechamiento y afectación de los páramos, por la expansión de los cultivos hacia mejores condiciones fitosanitarias y búsqueda de predios de menor precio que los de zonas intermedias y bajas.

Los principales impactos sobre estos ecosistemas son la contaminación del suelo y el agua, la degradación de los suelos y alteraciones en la biodiversidad, como consecuencia de las prácticas tradicionales de explotación, el monocultivo, el uso inadecuado de plaguicidas y de fertilizantes, el uso intensivo de maquinaria e implementos para la remoción del suelo, especialmente en zonas de ladera, la intervención de áreas destinadas a la conservación y preservación de flora, fauna y recursos naturales, la contaminación de fuentes hídricas con productos y envases de plaguicidas y, en algunos sitios, el lavado del tubérculo realizado en finca (CNP, 2010).

1.4.7. Principales zonas de producción de papa en Colombia

La figura 4 presenta los aspectos más destacados de los cuatro principales departamentos productores de papa en Colombia, de acuerdo con Minagricultura (2018).

Figura 4. Caracterización de las principales zonas productoras de papa en Colombia



Fuente: Minagricultura (2018).

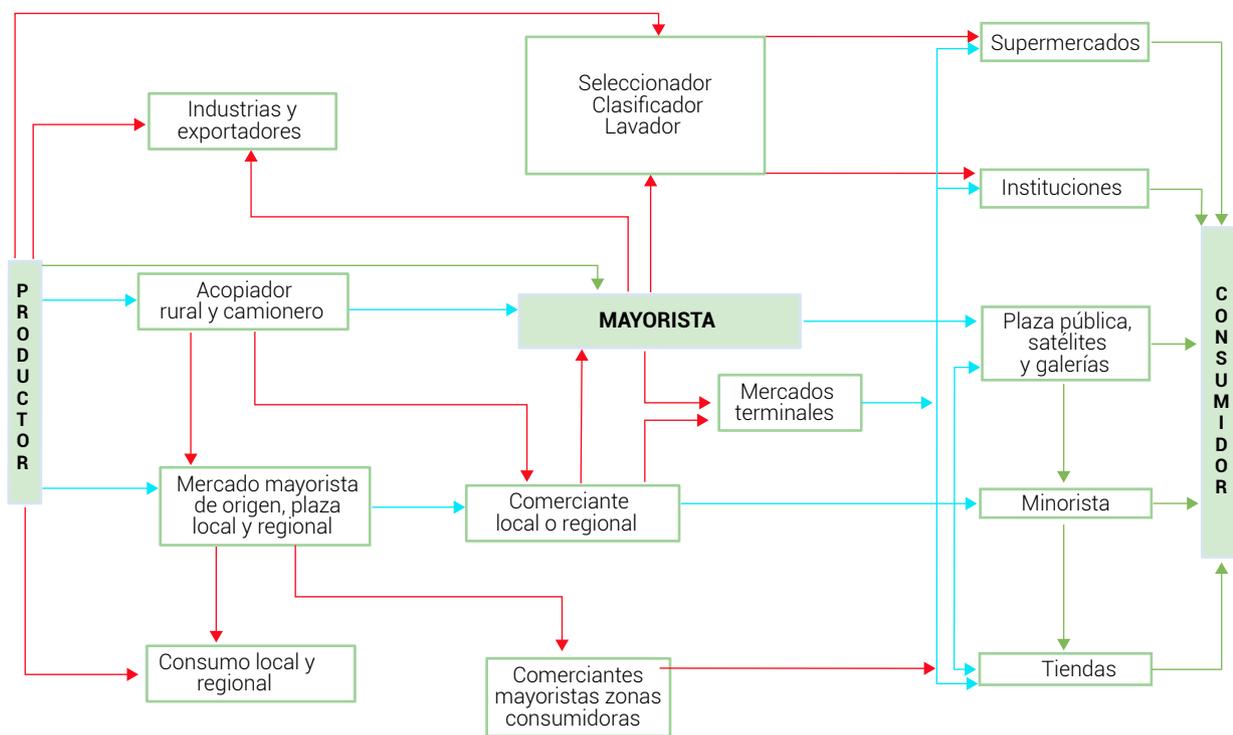
La mayor parte de la producción de papa en Colombia se destina al consumo fresco. Los principales departamentos productores de papa en Colombia, en su orden son: Cundinamarca, Boyacá, Nariño y Antioquia. Cundinamarca concentra el 36 % del área sembrada, con una producción cercana a 1 millón de t, representada en variedades de consumo fresco como Superior, Pastusa Suprema, Parda Pastusa y papa criolla. Por su parte, la variedad Diacol Capiro suple cerca del 5 % de la industria de procesamiento. Boyacá es el segundo productor de papa, con 736.077 t/año, lo cual representa un 27 % del área sembrada, con variedades como Pastusa Suprema, Superior, Diacol Capiro, Parda Pastusa, Tuquerreña y papa criolla, sólo un 3 % suple las necesidades de la industria de procesamiento. Le sigue en importancia el departamento de Nariño con

25.391 ha sembradas/año, con cerca de 545 mil t producidas con variedades como Pastusa Suprema, Diacol Capiro, Parda Pastusa, Superior y papa criolla. Por último, Antioquia reporta menos de 7100 ha/año y aunque la mayor área está representada en la variedad Diacol Capiro, esta se destina al consumo fresco (Minagricultura, 2018).

1.4.8 Dinámica del mercado nacional

De acuerdo con el CNP (2010) y López (2013), el proceso de comercialización de la papa se considera altamente ineficiente por su excesiva intermediación, el poder de algunos agentes que intervienen y por el bajo a nulo valor agregado realizado al tubérculo (figura 5).

Figura 5. Estructura de comercialización de la papa en Colombia



Fuente: López (2013).

La comercialización del tubérculo de papa se caracteriza por una permanente fluctuación de precios. Cerca del 90 % del tubérculo de papa se

comercializa para el consumo humano en fresco, generalmente sin valor agregado, mientras que del 6 % al 7 % se usa como materia prima para la

industria de proceso en frito (hojuelas y bastones, especialmente).

De la misma manera, en la comercialización de la papa se identifican por lo menos seis agentes intermediarios, desde el productor hasta el consumidor: el primer eslabón, es el agricultor que produce el tubérculo; luego aparece el acopiador rural que compra en las zonas productoras para su posterior comercialización en plazas locales o regionales o en centrales mayoristas; posteriormente, el transportador, que es un comisionista que lleva el tubérculo al sitio de venta, el centro mayorista de origen o centro de acopio y de transacciones; la plaza local o regional –que funciona como centro de acopio en zonas dispersas de producción–; la central mayorista o central de abastos, y finalmente, el minorista o detallista, que entrega el producto al consumidor en grandes superficies, supermercados, tiendas y plazas.

En el caso del canal productor-industria, se presenta un menor nivel de intermediación, especialmente cuando se suscriben contratos de compra y suministro de materia prima. No obstante, en algunos casos, las industrias compran papa a agentes intermediarios o agricultores, en especial cuando hay escasez –precios altos– de materia prima para procesamiento.

1.4.9. La industria de procesamiento

El consumo humano de papa ha evolucionado de la papa fresca hacia productos procesados como papas fritas (hojuelas), papas prefritas (a la francesa) y papas congeladas y deshidratadas (CNP, 2010). Este comportamiento responde a los mayores niveles de urbanización y una presencia más activa de la mujer en el mercado laboral.

Fedepapa identificó para 2007, unas 70 industrias procesadoras de papa en Colombia, diferenciadas por su capacidad instalada, tecnología utilizada y presencia en el mercado. Solo cuatro empresas eran grandes con cerca del 90 % de participación en la oferta de producto procesado (particularmente hojuelas y papa a la francesa prefrita congelada).

Para 2008 en Colombia se calculó que aproximadamente 140.000 t de la producción nacional de papa, fue absorbida por la industria (4 %). Según Fedepapa, las industrias más grandes en Colombia procesan en promedio, alrededor de 250 t de papa/día, las medianas entre 60 t y 150 t/día y las pequeñas industrias, un promedio de 15 t/día; las industrias de nivel casero o semindustrial procesan menos de 6 t diarias (CNP, 2010).

La mayor parte de la industria de proceso se ubica en Bogotá; le siguen empresas en Boyacá, Valle del Cauca, Santander y Eje Cafetero; las restantes industrias, son microempresas productoras del denominado “coctel de fritos”, que suplen la demanda de tiendas, pequeños supermercados y mercados informales (CNP, 2010).

En los últimos años, algunas industrias han implementado esquemas de agricultura por contrato, con productores de la Sabana de Bogotá, de Boyacá y en el sur del departamento de Nariño, con el fin de garantizar mayor seguridad y estabilidad en el suministro del tubérculo con la calidad requerida (CNP, 2010).

Aparte de las exigencias de calidad visual –tales como forma, tamaño, madurez y apariencia del tubérculo– para el proceso de frito son importantes los aspectos relacionados con la composición fisicoquímica del producto, tales como contenidos de sólidos y azúcares reductores que son determinantes en la eficiencia de la transformación industrial. Los parámetros generales de calidad son: altos contenidos de sólidos (materia seca), bajo contenido de AR, resistencia a la decoloración, forma (alargado para bastones y redondas para hojuelas) y tamaño, así como baja presencia de daño mecánico y de microorganismos (CNP, 2010).

De acuerdo con Keller y Baumgartner (1982) citado por Estrada (s.f.), para la papa a la francesa se requiere un tubérculo oval regular, de ojos superficiales, diámetro de 4 a 7 cm y contenido de almidón de 14 % a 16 %. Para la papa en hojuelas, se requiere un tubérculo redondo u oval, con diámetro de 4 cm a 7 cm y contenido de almidón de 15 % a 18 %. En ambos casos, el contenido de AR no debe ser mayor

de 0,5 % (en base húmeda), con baja susceptibilidad al daño mecánico y bajo ennegrecimiento al cocinar.

Por su parte Hernández (1992) destaca que la MS está compuesta cerca del 90 % de carbohidratos (correspondientes a almidones, compuestos por alimilosa y amilopectina), azúcares (glucosa, fructosa y sacarosa, este último considerado “no reductor” que no afecta la calidad de frito), celulosa y pectina (cada una con un 2 % de la MS) y compuestos nitrogenados (1 % a 2 % de la MS). De la misma manera, reporta que la MS varía entre cultivares (aumenta a mayor periodo vegetativo del cultivo, a menor temperatura o por una baja fertilización nitrogenada).

Por otra parte, el balance de azúcares del tubérculo es muy sensible a la temperatura. Valores por debajo de 10 °C en el suelo incrementan los niveles de AR y por encima de 30 °C, aumentan el contenido de azúcares. A bajas temperaturas, el almidón se convierte en azúcares, por lo que temperaturas entre 8,9 °C y 12,8 °C, son ideales para almacenar papa destinada al procesamiento industrial.

De acuerdo con el Icontec (1993), se entiende por papas prefritas congeladas, al producto preparado con tubérculos limpios, maduros y sanos de la planta de la papa que se ajuste a las características de *Solanum tuberosum* L. Estos tubérculos deberán haber sido seleccionados, lavados, pelados o no, cortados y sometidos a la elaboración necesaria para lograr un color satisfactorio, y haber sido prefritos en aceite o grasa comestible. Las operaciones de elaboración y de prefritura, deben garantizar una estabilidad adecuada de color y sabor durante los ciclos normales de comercialización. En su presentación, puede ser en tiras o bastones de corte liso u ondulado, con un corte transversal no menor de 5 mm.

El producto debe ser sometido a congelación con equipo apropiado para que la zona de temperatura de cristalización máxima pase lo más rápido posible. El proceso no se considerará completo hasta que, una

vez lograda la estabilización térmica, el producto no haya alcanzado una temperatura -18 °C en el centro térmico (Icontec, 1993).

Pineda (1995), afirma que la principal característica exigida en la papa para procesamiento es el bajo contenido de AR –responsables del ennegrecimiento de la papa cuando se fritas, debido a la reacción de Maillard, entre los grupos reducidos de los azúcares y el grupo amino de los aminoácidos–. Igualmente, la industria de procesamiento de papa prefiere materia prima con alto contenido de MS ya que incide en el tiempo de fritado y su crocancia.

Los bajos contenidos de sólidos o MS, influyen negativamente en el rendimiento en línea, en el consumo de aceite y en la calidad del producto final; en el caso de hojuelas, estas pueden quedar aceitosas y con burbujas, lo que desmejora el aspecto organoléptico y su vida útil. Por su parte, el alto contenido de AR, influye en los procesos de caramelización, enolización y pardeamiento enzimático, que disminuye la calidad de fritura y genera rechazo por parte del consumidor (CNP, 2010).

No obstante lo anterior, es posible lograr un color deseable de las hojuelas mediante la aplicación de aditivos para evitar el ennegrecimiento del producto, así como el uso de mezclas de aceites y procesos de enfriamiento y empaque, para la mejor conservación durante mayor tiempo.

En general, para el procesamiento industrial se requieren cerca de 3,5 kg de tubérculo para obtener 1 kg de hojuelas, y alrededor de 2 kg de tubérculo para obtener 1 kg de papa a la francesa.

1.5. Marco político

La política pública, en lo relacionado con el cultivo de papa, ha tenido algunos desarrollos que se concretan en los instrumentos de política, entre los cuales están los siguientes (Tabla 6):

Tabla 6. Marco de políticas y lineamientos relacionados con la zonificación de aptitud del cultivo tecnificado de papa en Colombia

Marco de política	Lineamientos relacionados
Acuerdo de competitividad de la cadena alimentaria de la papa	Reglamento interno de la organización de la cadena agroalimentaria de la papa y su industria en Colombia.
Incentivo al seguro agropecuario	Herramienta de protección ante riesgos climáticos, al cual puede acceder cualquier productor que cumpla con lo establecido en la Resolución Minagricultura No. 130 de 2014.
Fondo Agropecuario de Garantías (FAG)	Busca garantizar los créditos y microcréditos que se otorguen a personas naturales o jurídicas, dirigidos a financiar proyectos del sector agropecuario y rural; igualmente, respalda operaciones realizadas a través de las bolsas de bienes y productos agroindustriales, con base en la reglamentación que para tal efecto expida Finagro.

1.6. Marco normativo

Describe la evolución de las leyes, decretos, resoluciones y demás, concernientes a la jurisprudencia, que enmarcan los lineamientos y demás aspectos relacionados con la normatividad colombiana y de las políticas públicas asociadas con la cadena de la papa.

En Colombia, la política de cadenas productivas agrícolas aborda prioritariamente aspectos técnicos

y ambientales pero 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 7 muestra el normograma para el sector papicultor, que se identifica pertinente para la zonificación de aptitud del cultivo tecnificado de papa en Colombia, a escala 1:100.000:

Tabla 7. Normograma para la zonificación de aptitud del cultivo tecnificado de papa en Colombia

Marco normativo	Lineamientos relacionados con la zonificación
Ley 2 de 1959	Dicta normas sobre economía forestal de la nación y conservación de los recursos naturales renovables y establece siete zonas con carácter de zonas forestales protectoras y bosques de interés general, dentro de las cuales 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.
Decreto Ley 2811 de 1974	El Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente, en concordancia con la Ley 2a de 1959, asigna a la administración pública la competencia de velar por la protección de las cuencas hidrográficas contra los elementos que la degraden o alteren y especialmente los que producen contaminación. Insta a prevenir la erosión, controlar y disminuir los daños causados por ella; coordinar y promover el aprovechamiento racional de los recursos naturales renovables de la cuenca en ordenación. Regula el uso y conservación de los suelos y asigna competencias a la Administración Pública para crear distritos de conservación de suelos orientados a la recuperación de suelos alterados y coordinar la asistencia técnica y crédito en dichos suelos.
Decreto Minagricultura 877 de 1976	Define las prioridades referentes a los diversos usos del recurso forestal, adopta las áreas de reserva forestal vigente, dicta disposiciones para crear un área de reserva forestal y para tramitar sustracciones y permisos de aprovechamiento. Esta normatividad, por su aplicación, define, regula y restringe las zonas dentro de las cuales no se pueden adelantar prácticas productivas que vayan en contravía del aprovechamiento persistente de los bosques.

Marco normativo	Lineamientos relacionados con la zonificación
Ley 69 de 1993	Establece el seguro agropecuario en Colombia como un instrumento para incentivar y proteger la producción de alimentos, buscar el mejoramiento económico del sector rural, promoviendo el ordenamiento económico del sector agropecuario, cuyo objeto es la protección de las inversiones agropecuarias. Con esta norma también se crean el Fondo Nacional de Riesgos Agropecuarios y el Fondo Agropecuario de Garantías, que facilitan líneas de crédito para la adecuación de suelos a los minifundistas y el respaldo a los grandes y medianos productores.
Ley 99 de 1993	Crea una nueva estructura institucional para el manejo y administración de los recursos naturales renovables y del medio ambiente, asignándole entre sus funciones regular las condiciones generales para el saneamiento del medioambiente, y el uso, manejo, aprovechamiento, conservación, restauración y recuperación de los recursos naturales, a fin de impedir, reprimir, eliminar o mitigar el impacto de actividades contaminantes, deteriorantes o destructivas del entorno o del patrimonio natural.
Ley 101 de 1993	Ley General de Desarrollo Agropecuario y Pesquero. Dentro de esta, se promulga el <i>"elevar la eficiencia y la competitividad de los productos agrícolas, pecuarios y pesqueros mediante la creación de condiciones especiales"</i> y <i>"crear las bases de un sistema de incentivos a la capitalización rural (ICR) y a la protección de los recursos naturales"</i> .
Decreto Minagricultura 626 de 1994	Reglamenta parcialmente la Ley 101 de 1993 y se dictan algunas disposiciones sobre el incentivo a la capitalización rural, específicamente el artículo 28, el cual se refiere a la reglamentación de incentivo a la capitalización rural (ICR).
Decreto Minagricultura 1840 de 1994	Reglamenta el artículo 65 de la Ley 101 de 1993, mediante la definición del ámbito de aplicación, obligaciones, sanciones y demás acciones del ICA en lo referente al desarrollo de políticas y planes tendientes a la protección de la sanidad, la producción y la productividad agropecuarias del país.
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. Este acuerdo es refrendado por el Gobierno nacional.
Resolución ICA 4174 de 2009	Reglamenta la certificación de buenas prácticas agrícolas (BPA) en la producción primaria de frutas y vegetales para consumo en fresco.
Acuerdo Minagricultura 001 de 2009	Adopta el reglamento interno de la organización de la cadena agroalimentaria de la papa y su industria en Colombia.
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.
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. Para ello, la línea dispone de un subsidio a la tasa de interés y otras condiciones financieras especiales, de acuerdo con el tipo de productor.
Resolución Minagricultura 398 de 2011	Establece el procedimiento para el reconocimiento de empresas especializadas, conforme a lo establecido en la Ley 9ª de 1983, modificada por la Ley 75 de 1986 y compiladas en el artículo 157 del Decreto 624 de 1989.
Ley 1607 de 2012	Expide normas en materia tributaria y se dictan otras disposiciones. A través de esta, se modifica el artículo 424 del Estatuto Tributario, referente a los bienes que no causan impuesto sobre las ventas (IVA); se encuentran allí la papa fresca o refrigerada, fertilizantes, maquinaria y partes de maquinaria para preparación, trabajo del suelo o uso agrícola, según la nomenclatura arancelaria andina vigente (40.01).
Ley 1707 de 2014	Establece la cuota de fomento de la papa, se crea el Fondo Nacional de Fomento de la Papa (FNFP) y se establecen normas para su recaudo y administración.

Marco normativo	Lineamientos relacionados con la zonificación
Decreto Minagricultura 2263 de 2014	Reglamenta lo relacionado con la cuota de fomento de la papa, la administración del Fondo Nacional de Fomento de la Papa (FNFP) y su órgano de dirección, y dicta otras disposiciones complementarias.
Decreto 2263 de 2014	Reglamenta la Ley 1707 de 2014, en lo relacionado con la cuota de fomento de la papa, la administración del FNFP y su órgano de dirección, y dicta otras disposiciones complementarias.
Resolución Minagricultura 113 de 2014	Modifica el inciso 1 del artículo 5° de la Resolución 398 de 2011, referente al procedimiento para obtener el reconocimiento como empresa especializada.
Resolución Minagricultura 037 de 2015	Reglamenta los procedimientos y requisitos para la elección de los delegados de las organizaciones de productores de papa del nivel nacional y regional a la Junta directiva del FNFP.
Resolución ICA No. 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 dicta otras disposiciones.
Resolución ICA No. 3888 de 2015	Añade un artículo transitorio y modifica la Resolución ICA 3168 de 2015.
Norma Técnica Colombiana NTC 341	Industria alimentaria. Papa para consumo. Clasificación.
Norma Técnica Colombiana NTC 341-2	Industria alimentaria. Papa para consumo. Especificaciones del empaque.
Norma Técnica Colombiana NTC 341-3	Industria alimentaria. Papa para consumo. Almacenamiento y transporte.
Norma Técnica Colombiana NTC 4481	Papas (patatas) prefritas congeladas.
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.
Resolución Minagricultura 261 de 2018	Define la frontera agrícola nacional y adopta la metodología para la identificación general.

1.7. Alcances y limitaciones

Los mapas semestrales de zonificación de aptitud para el cultivo tecnificado de papa de la variedad Diacol Capiro para uso industrial en Colombia, a escala 1:100.000, contribuyen a atender los objetivos y funciones de la UPRA y fortalece el desarrollo de políticas para el sector papicultor desde su planificación hasta su ordenamiento territorial.

La zonificación de aptitud considera todo el territorio continental colombiano dentro de la frontera agrícola y es un instrumento de carácter indicativo, teniendo en cuenta su escala de tipo general. Por lo tanto, no es un instrumento de regulación o reglamentación de uso del suelo, cuya competencia corresponde a los entes territoriales en su área de jurisdicción y no reemplaza la elaboración de proyectos de inversión puntuales, los cuales requieren de análisis e información más detallados,

donde sean evaluados en el 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 de aptitud se desarrolla bajo las siguientes premisas:

- La zonificación prioriza las áreas más competitivas para el desarrollo de cultivos tecnificados de papa de la variedad Diacol Capiro para uso industrial, por lo cual se identifican los territorios con mejores condiciones en cada criterio de análisis.

- Las áreas con restricción legal son catalogadas como excluyentes y predominan bajo esta clasificación, independientemente de la aptitud identificada en los diferentes criterios.
- Las áreas donde aplique normatividad de tipo ambiental, social y cultural que condicione el uso a otros procesos o instrumentos vigentes, tales como los territorios colectivos, deben ser analizadas de forma diferencial con el fin de proteger el patrimonio cultural material e inmaterial del país y el derecho de autodeterminación de dichas comunidades.
- El cultivo tecnificado de la papa de la variedad Diacol Capiro para uso industrial 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, los mapas de zonificación de aptitud para el cultivo tecnificado de papa de la variedad Diacol Capiro para uso industrial en Colombia, a escala 1:100,000, toma como base para su elaboración, la información secundaria proveniente de las entidades oficiales, la cual contiene, en algunos casos, niveles de generalización que pueden afectar la precisión en la delimitación de algunas unidades. Igualmente, la información disponible no está en su totalidad con corte a un determinado periodo de tiempo, lo cual plantea la necesidad de actualizar la zonificación por lo menos cada cinco años mediante un proceso sistemático.



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 la tierra (Harms *et al.*, 2015), ya que este sector es uno de los más importantes para el bienestar humano, debido a que aumenta los ingresos y la condición social de los agricultores y depende de la distribución y calidad de los recursos disponibles en determinado lugar.

En este contexto, es necesario aplicar y mejorar las técnicas de evaluación de tierras; por ello, el modelo conceptual de la zonificación de aptitud adoptado por la UPRA parte de un enfoque multidisciplinario que toma en consideración para su aplicación, los principios y fundamentos del esquema de evaluación de tierras, el enfoque socioecosistémico y el enfoque de competitividad como pilares para su desarrollo, los cuales se abordan en términos de criterios de carácter físico, socioecosistémico y socioeconómico, asociados a las características particulares de un tipo de utilización de tierras.

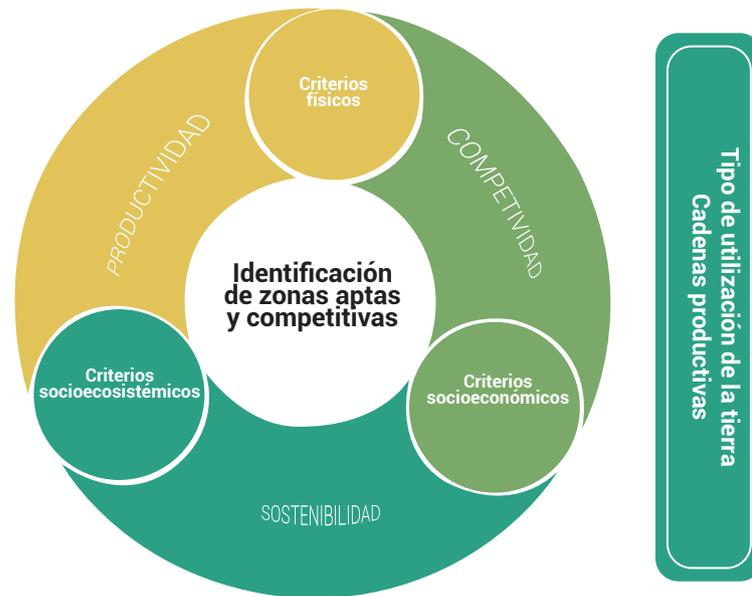
Adicionalmente, la zonificación integra un proceso analítico jerárquico como técnica de análisis multicriterio, el cual permite generar las alternativas de decisión más adecuadas de uso del suelo, donde se incluye la participación de diversos actores

dentro del proceso de planificación, quienes asignan pesos a cada uno de los criterios. De esta forma, la zonificación apoya la planeación del uso del suelo necesaria para el diseño de estrategias y prioridades en materia de un desarrollo rural sostenible.

La evaluación de tierras es un proceso que permite identificar y valorar usos específicos que se adaptan a condiciones específicas de las tierras evaluadas (FAO, 2007), cuya finalidad es proponer sistemas de uso apropiados, sostenibles a largo plazo. Aun cuando el marco de la FAO presenta limitaciones por centrarse básicamente en el aspecto físico, ha sido el procedimiento más utilizado en todo el mundo para hacer frente al ordenamiento territorial local, regional y nacional y las adaptaciones que han surgido en los últimos años ofrecen una alternativa de aplicación frente a nuevos retos agroambientales.

La FAO propone un conjunto de cualidades y características para ser usadas en el proceso de evaluación de tierras (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 multidisciplinario, 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 (Figura 6).

Figura 6. Marco conceptual para la zonificación de aptitud de cultivos comerciales



Fuente: UPRA (2014).

El enfoque socioecosistémico reconoce los vínculos existentes entre los ecosistemas y el bienestar humano, donde cambios de uso del suelo están determinados por decisiones en el sistema social, que afectan directamente el estado de los ecosistemas y por tanto, los diferentes niveles de organización biológica; es decir, cualquier toma de decisiones relativa a la gestión de los servicios de los ecosistemas afecta la estructura y funcionamiento tanto de los ecosistemas como de los sistemas sociales (Martín-López *et al.*, 2009). Este enfoque dentro de la zonificación aporta de manera transversal los fundamentos para el mantenimiento del capital natural (biodiversidad, integridad ecológica y prestación de bienes y servicios ambientales), de una forma equitativa, incluyendo la sociedad, la economía y la cultura.

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

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

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

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

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



3 . Metodología

3. Metodología

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

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

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

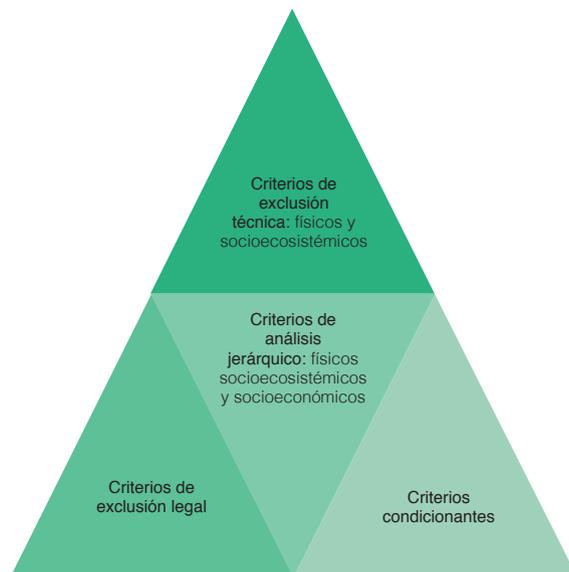
Un criterio es el atributo complejo (conjunto de variables) de las cualidades de la tierra que actúa independientemente sobre la aptitud para un tipo específico de uso (FAO, 1976); por otra parte, las variables son atributos de la tierra que pueden medirse o estimarse y que son utilizadas como un medio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

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

- **Criterios 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 tecnificada de papa de la variedad Diacol Capiro para uso industrial.
- **Criterios de exclusión técnica:** zonas en las cuales, por condiciones técnicas de tipo físico o socioecosistémico, no es factible el establecimiento del cultivo tecnificado de papa de la variedad Diacol Capiro para uso industrial.
- **Criterios de exclusión legal:** independientemente de la categoría de aptitud, por consideraciones sociales, culturales, ambientales y/o de bioseguridad, no es posible el desarrollo de la actividad productiva.
- **Criterios condicionantes:** zonas con condicional legal o técnico que, independientemente de la categoría de aptitud, requieren un análisis complementario de tipo social, cultural, ambiental y/o de bioseguridad para el desarrollo de actividades agropecuarias con fines comerciales.

En la figura 7 se muestra el tipo de criterios que se abordaron en el desarrollo de la zonificación, y la manera cómo interactúan entre sí.

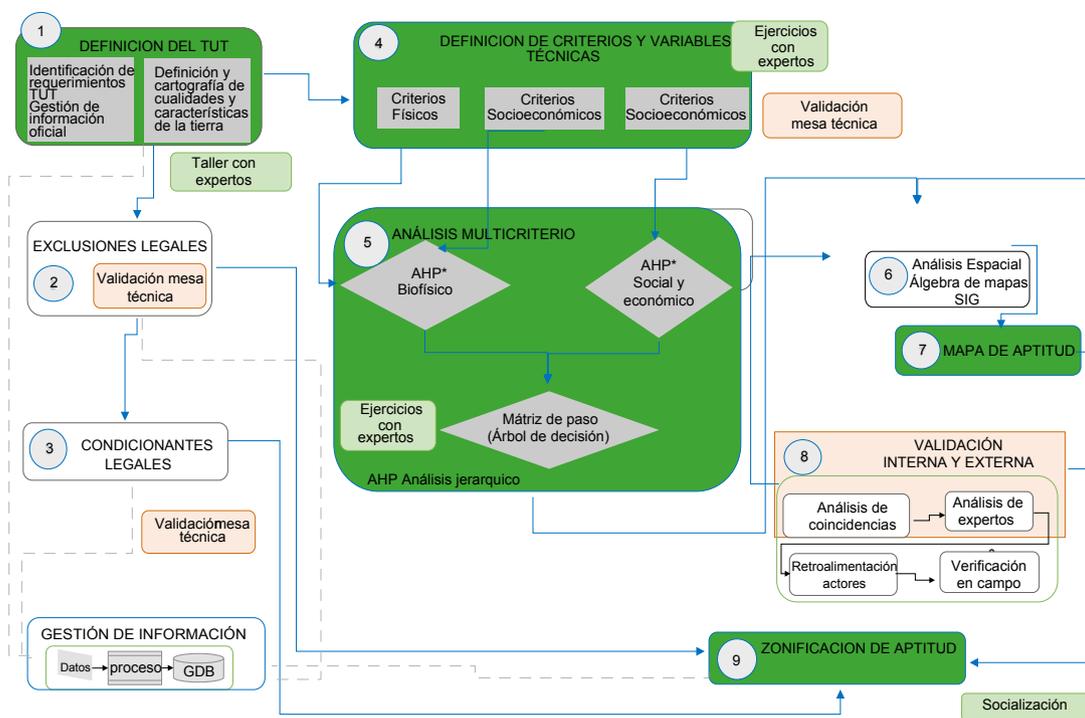
Figura 7. Tipos de criterios usados en la zonificación de aptitud de cultivos comerciales



Fuente: UPRA (2014).

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

Figura 8. Esquema metodológico de la zonificación de aptitud de cultivos comerciales



Fuente: UPRA (2019).

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

- 1 • **Definición del tipo de utilización de la tierra (TUT):** en esta fase se define el tipo de uso de la tierra objeto de la zonificación, con base en sus requerimientos físicos, socioecosistémicos y socioeconómicos. Así mismo, se definen criterios y variables objeto de la cartografía.
- 2 • **Identificación de exclusiones legales:** con base en la normatividad vigente, asociada principalmente al componente socioecosistémico, se establecen las diferentes figuras que excluyen la actividad productora.
- 3 • **Identificación de condicionantes legales:** con base en la normatividad vigente, asociada principalmente al componente socioecosistémico, se establecen las diferentes figuras que condicionan la actividad productora.
- 4 • **Definición y selección de criterios y variables técnicas:** de acuerdo con el TUT planteado, se selecciona una serie de criterios y variables para realizar la zonificación, listado concertado con expertos. Un criterio es *"el conjunto de requisitos, parámetros o variables que definen decisiones de aptitud de uso específico de un territorio rural"*.
- 5 • **Análisis multicriterio:** método diseñado para evaluar la importancia de los criterios y ponderarlos dentro del modelo de zonificación de aptitud a través de matrices de proceso analítico jerárquico (método AHP). La primera matriz corresponde al componente biofísico (compuesto por criterios físicos y socioecosistémicos) y la segunda matriz, al componente socioeconómico. Una vez ponderados los criterios de cada matriz, se comparan mediante una matriz de paso (árbol de decisión).

- 6 • **Análisis espacial:** paralelamente a las actividades mencionadas, los análisis espaciales forman parte de las diferentes fases, desde la consecución y organización de la información, la normalización y estandarización de los datos, hasta para la obtención de los mapas de variables y criterios, además de la aplicación del método jerárquico para la generación de mapas intermedios y los mapas finales de aptitud para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial.
- 7 • **Mapa de aptitud:** resultado de la aplicación de la metodología propuesta; se presentan las zonas aptas y no aptas para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial y los resultados en el orden nacional, departamental y municipal.
- 8 • **Validación de resultados:** se socializan los resultados de las zonas aptas y no aptas para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial en el orden nacional, departamental y municipal y se validan los mismos.
- 9 • **Resultados:** se obtiene la representación cartográfica semestral de las zonas aptas y no aptas para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial con sus respectivas estadísticas en el orden nacional, departamental y municipal.

3.1 Definición del tipo de utilización de la tierra (TUT)

El tipo de utilización de la tierra o denominado también TUT, es un conjunto de especificaciones técnicas de manejo y producción dentro de un marco social, económico, ambiental y cultural específico (tipo de cultivo, objetivos de producción, tipo de manejo, intensidad de mecanización y capital, infraestructura requerida, tamaño y tenencia de la tierra, entre otros) (FAO, 2003).

Incluye las características del sistema de producción, los contextos socioeconómico y ecológico, entre

otros, que le confieren rasgos diferenciadores al cultivo de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial desde un punto de vista de evaluación de tierras, es decir, que pueden ser expresados como requisitos o requerimientos de uso de la tierra con valores cualificables o cuantificables en el país, o que sirven para delimitar las opciones de uso de la tierra.

El tipo de utilización de la tierra evaluado en el presente documento corresponde al **"Cultivo tecnificado de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Diacol Capiro para la transformación industrial"**.

Para el presente documento, el término tecnificado se refiere a una explotación comercial que supone la planeación de las diferentes actividades, el uso de semilla de alta calidad, mecanización de labores como la preparación del suelo, los aporques, e incluso la cosecha; uso de enmiendas y fertilización balanceada, así como el manejo integrado de plagas, enfermedades y arvenses, con el fin de obtener altos rendimientos y la calidad exigida por la industria de procesamiento.

3.2. Criterios de análisis jerárquico

Se abordan los criterios de los componentes físico, socioecosistémico y socioeconómico que generan la aptitud para el cultivo tecnificado de papa de la variedad Diacol Capiro, destinada a su transformación industrial.

3.2.1. Criterios físicos

El componente físico es importante, ya que con un análisis de sus elementos en un espacio territorial, puede determinar en primera instancia la aptitud o no de un territorio para soportar un tipo de producción definido. De acuerdo con los requerimientos agronómicos para el cultivo de papa, se han precisado algunas cualidades de la tierra desde este componente, que identifican criterios y variables para su aplicación, los cuales están agrupados en tres subcomponentes: climático, edáfico y fitosanitario (Figura 9).

Figura 9. Criterios y variables del componente físico



• **Subcomponente climático:** conjunto de elementos climáticos o propiedades del sistema climático –definidas como variables– que interactúan entre sí en las capas inferiores de la atmósfera, lo cual afecta directamente la fisiología de las plantas (FAO, 1976; UPRA, 2013). Para la zonificación de aptitud, según los estudios agroclimáticos realizados en el cultivo tecnificado de papa

de la variedad Diacol Capiro para uso industrial, se precisaron los elementos climáticos que tienen mayor incidencia en las fases de desarrollo del cultivo, tales como la temperatura media anual, el balance de humedad (IDHc) semestral, los meses húmedos consecutivos y el brillo solar (Tabla 8).

Tabla 8 Variables del subcomponente climático

Criterio (definición)	Variables (definición)
<p>Condiciones climáticas</p> <p>Conjunto de elementos climáticos o propiedades del sistema climático –definidas como variables– que interactúan entre sí en las capas inferiores de la atmósfera, lo cual afecta directamente la fisiología de las plantas (FAO, 1976 y UPRA, 2013).</p>	<p>Temperatura media anual: 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 un índice de balance calórico, expresado en grados centígrados (Ideam, 2005).</p>
	<p>Índice de disponibilidad de humedad del cultivo (IDHc) por semestre agrícola: índice de la relación entre precipitación total y evapotranspiración de referencia mensual, llevado a una medida de tendencia anual.</p>
	<p>Meses húmedos consecutivos: se refiere a la disponibilidad mensual de agua en cantidades necesarias para suplir los requerimientos del cultivo en alguna época del año.</p>
	<p>Brillo solar medio diario anual: la cantidad de horas en la que los rayos del sol llegan directamente sobre la superficie terrestre, se denomina brillo solar o insolación (Ideam, 2014).</p>

• **Subcomponente edáfico:** el suelo, como cuerpo natural y complejo, tiene vital importancia en el desarrollo de los cultivos, ya que la supervivencia de las especies vegetales depende de las características de este. El cultivo de la papa de la variedad Diacol Capiro para uso industrial requiere de condiciones

óptimas para su siembra, establecimiento, crecimiento y desarrollo, donde las principales cualidades están referidas a capacidad de laboreo, disponibilidad de nutrientes condiciones de enraizamiento y tuberización, disponibilidad de humedad y de oxígeno, entre otros (Tabla 9).

Tabla 9. Criterios y variables del subcomponente edáfico

Criterio (definición)		Variables (definición)
<p>Capacidad de laboreo</p>	<p>Condiciones del terreno que limitan la posibilidad de preparación o adecuación para el establecimiento, mantenimiento y cosecha del cultivo de papa (las labores pueden ser en forma manual, con tracción animal o mecanizada) (FAO, 1987).</p> <p>El establecimiento del cultivo tecnificado de papa, implica el uso de maquinaria, especialmente en las actividades de preparación del terreno, desyerba, aporque y, eventualmente, en cosecha.</p>	<p>Pendiente: grado de inclinación de una superficie desde la horizontal, generalmente expresada en porcentaje o grados (Soil Science Society of America, 2018).</p> <p>Textura: proporciones relativas de las partículas o fracciones de arena, limo y arcilla en la "tierra fina" del suelo, es decir, en la tierra tamizada y con diámetro inferior a 2 mm (Malagón y Montenegro, 1990).</p> <p>Pedregosidad: fragmentos de roca de 2 mm de diámetro o mayores; se reconocen de acuerdo a su tamaño como grava, guijarro, piedra y bloques (Van Wambeke y Forbes, 1987).</p> <p>Para fines prácticos de manejo de suelos, se toma la dimensión de fragmentos de roca mayores a 7,6 cm de diámetro, que incluyen guijarros, piedras y bloques.</p>
<p>Disponibilidad de nutrientes</p>	<p>Cualidad de un suelo que le permite proporcionar compuestos en cantidades adecuadas y en un balance apropiado para el crecimiento de plantas específicas, cuando otros factores de crecimiento como la luz, la humedad, la temperatura y la condición física del suelo son favorables (USDA, 1961).</p> <p>Considera las relaciones químicas en la zona radicular del suelo, de cara a las posibilidades de absorción de nutrientes disponibles para el crecimiento y desarrollo de las plantas cultivadas. Estas relaciones, según las características de las unidades de tierra a escala 1:100.000, están en función de la acidez o pH, de la capacidad de intercambio catiónico, de la saturación de bases y del contenido de carbono orgánico (FAO, 1976).</p>	<p>Acidez (pH): logaritmo negativo de la actividad de iones H⁺ en la solución o suspensión del suelo (Garavito, 1979)</p> <p>Saturación de bases: relación entre la cantidad de bases intercambiables y la capacidad de intercambio de cationes. El valor de la saturación de la base varía según si la capacidad de intercambio catiónico incluye solo la acidez extraíble de la sal o la acidez determinada a pH 7 u 8. A menudo, se expresa como un porcentaje (Soil Science Society of America, 2018).</p> <p>Carbono orgánico: el carbono orgánico del suelo es el principal elemento que forma parte de la materia orgánica; por esto es común que se hable indistintamente de uno u otro.</p> <p>Se conoce como materia orgánica del suelo a un conjunto de residuos orgánicos, de origen animal o vegetal, que están en diferentes etapas de descomposición y que se acumulan tanto en la superficie como dentro del perfil del suelo. Además, incluye una fracción viva, o biota, que participa en la descomposición y transformación de los residuos orgánicos.</p> <p>Capacidad de intercambio catiónico (CIC): de acuerdo con Chapman (Malagón, 1995), los cationes retenidos en la superficie de minerales del suelo y dentro del enrejado cristalino de algunos minerales y los que hacen parte de ciertos compuestos orgánicos pueden ser reversiblemente reemplazados por aquellos de soluciones salinas y ácidas. La suma de estos cationes se define como la capacidad de intercambio catiónico y usualmente se expresa en miliequivalentes por 100 g de suelo, cmol/kg de suelo o milimoles de carga por kg de suelo, o del material edáfico al que se le determinó.</p> <p>La capacidad de intercambio de cationes y aniones es una de las características más importantes del suelo, ya que, independientemente de otras interpretaciones, determina la retención de la mayoría de los elementos requeridos para la nutrición vegetal y constituye gran parte de la capacidad reguladora del medio (Cortés y Malagón, 1984).</p>

Criterio (definición)	Variables (definición)
<p>Condiciones de enraizamiento y tuberización</p> <p>Conjunto de características físicas del suelo que permiten el desarrollo de las raíces de las plantas de papa y la formación adecuada de estolones y tubérculos.</p>	<p>Profundidad efectiva: espacio en el que las raíces de las plantas pueden penetrar, sin mayores restricciones, para conseguir el agua y los nutrientes indispensables. También se define como el de la profundidad del perfil del suelo que es favorable para el desarrollo de las raíces (USDA, 1961).</p> <p>Textura: proporciones relativas de las partículas o fracciones de arena, limo y arcilla en la "tierra fina" del suelo, es decir, en la tierra tamizada y con diámetro inferior a 2 mm (Malagón y Montenegro, 1990).</p> <p>Pedregosidad: fragmentos de roca de 2 mm de diámetro o mayores; se reconocen de acuerdo a su tamaño como grava, guijarro, piedra y bloques (Van Wambeke y Forbes, 1987).</p> <p>Para fines prácticos de manejo de suelos, se toma la dimensión de fragmentos de roca mayores a 7,6 cm de diámetro, que incluye guijarros, piedras y bloques.</p>
<p>Toxicidad por sales, sodio y aluminio</p> <p>Presencia de elementos en el suelo en concentraciones mayores a las requeridas, que son tóxicos a las plantas de papa, restringiendo el crecimiento y la producción, además de efectos adversos sobre algunas propiedades de los suelos.</p> <p>En el ámbito de los suelos colombianos, tiene gran importancia en suelos ácidos de clima húmedo la presencia de altas saturaciones de aluminio, y en suelos básicos, generalmente de climas secos, las altas concentraciones de sales y de sodio.</p>	<p>Salinidad o sodicidad: contenido alto de sales solubles y/o sodio intercambiable en el suelo. El contenido de sales se determina normalmente en términos de la conductividad eléctrica (CE), pero puede expresarse con cantidad o porcentaje de sales en el suelo, como también cantidad de aniones en la fracción de cambio. El sodio (Na) se determina como el porcentaje de sodio intercambiable (PSI).</p> <p>La salinidad y la sodicidad pueden presentarse en forma natural o adquirida. En forma natural, se asocian con el fenómeno climático de aridez, con los materiales de origen ricos en sales, como sucede con algunas rocas sedimentarias y con los ascensos del nivel freático, el cual deja en la parte superficial del suelo altos contenidos de sales o de sodio. En forma adquirida, se relaciona con riegos prolongados con aguas de altos contenidos de sales, así como también con aguas de buena calidad, pero mal manejadas en climas con regímenes de humedad ústico.</p> <p>En suelos salinos, el catión sodio es el que predomina en la solución del suelo, mientras que el calcio (Ca) y el magnesio (Mg), debido a su mayor fuerza de adsorción, ocupan la mayor proporción de los iones dentro de la doble capa difusa (forma intercambiable) (Garavito, 1979).</p> <p>Saturación de aluminio: proporción de Al+++ en el complejo de cambio y en la solución del suelo. Se debe a los iones Al+++ y H+ intercambiables (desplazables) con una sal neutra (KCl); también incluye pequeñas cantidades de hierro, manganeso y zinc intercambiables (Garavito, 1979).</p> <p>La saturación de aluminio del suelo hace referencia a la acidez debida al ion aluminio (Al+++), que es abundante en suelos ácidos con pH menor de 5,5, el cual afecta el desarrollo de las plantas: inhibe la división celular, causa deficiencias de fósforo e impide la absorción del calcio, magnesio y potasio.</p>

Criterio (definición)		Variables (definición)
Disponibilidad de humedad	Capacidad que tienen los suelos de almacenar y suministrar agua para las plantas en cantidades suficientes para su desarrollo, en condiciones naturales.	Régimen de humedad: se refiere a la presencia o ausencia ya sea de un manto freático o al agua retenida a una tensión menor de 1500 kPa en el suelo o en horizontes específicos por periodos de un año. El agua retenida a una tensión de 1500 kPa o más no está disponible para mantener con vida la mayoría de las plantas mesófilas (USDA y NRCS, 2014).
		Textura: proporciones relativas de las partículas o fracciones de arena, limo y arcilla en la "tierra fina" del suelo, es decir, en la tierra tamizada y con diámetro inferior a 2 mm (Malagón y Montenegro, 1990).
Disponibilidad de oxígeno	Cualidad que indica las condiciones de aireación del suelo. Cuando está libre de saturación de agua, los poros permiten la libre circulación del CO2 hacia la atmósfera y la entrada del oxígeno del exterior.	Susceptibilidad a inundaciones: desbordamiento del agua fuera de los confines normales de un río o cualquier masa de agua, o la acumulación de agua procedente de drenajes en zonas que normalmente no se encuentran anegadas (OMM y Unesco, 2012).
		Drenaje natural: rapidez y grado de remoción de agua del suelo por la escorrentía y el flujo a través del suelo a los espacios subterráneos (USDA, 1961). El drenaje natural combina los drenajes interno y externo del suelo, tiene en cuenta la relación entre la pendiente, escorrentía e infiltración y las evidencias de procesos de óxido-reducción, colores gley, también de la profundidad a la cual aparece el nivel freático (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. Aunque suele ser un proceso natural, puede incrementarse con el uso y manejo inadecuado originando una disminución de la productividad (FAO, 1976 y FAO, 1991).	Fases por grado de erosión: desgaste actual 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).
		Degradación de suelos por erosión: pérdida de la capa superficial de la corteza terrestre por acción del agua y/o del viento, que es mediada por los seres humanos, y trae consecuencias ambientales, sociales, económicas y culturales (Ideam, 2015).
		Pendiente: grado de inclinación de una superficie desde la horizontal, generalmente expresada en porcentaje o grados (Soil Science Society of America, 2018). Amenaza por movimientos en masa: peligro latente de movimientos en masa de origen natural, o causado, o inducido por la acción humana de modo accidental, en función de probabilidad de ocurrencia espacial y temporal (SGC, 2016).

Subcomponente fitosanitario: se identificaron los problemas de plagas y enfermedades más recurrentes en las zonas productoras de papa de la variedad Diacol Capiro tecnificada con destino industrial. El criterio asociado se denomina susceptibilidad fitosanitaria, el cual se explica por las condiciones climáticas que afectan en el proceso epidemiológico (aparición, inoculación, propagación e infección) de los agentes patógenos de mayor impacto en el cultivo.

En función de este propósito se consideraron como las más importantes para el cultivo tecnificado de papa de la variedad Diacol Capiro para uso industrial, la gota de la papa (*P. infestans*), la polilla guatemalteca de la papa (*T. solanivora*) y el tiroteador (*Naupactus* sp.) (Tabla 10).

Tabla 10. Variables del subcomponente fitosanitario

Criterio (definición)	Variables (definición)
<p>Susceptibilidad fitosanitaria</p> <p>Conjunto de las principales condiciones ambientales (temperatura, precipitación y humedad relativa) que explican la probabilidad de procesos de inoculación, infección, infestación, propagación y desarrollo de plagas y enfermedades en el cultivo tecnificado de papa de la variedad Diacol Capiro para uso industrial.</p>	<p>Temperatura asociada a P. infestans: efecto de la temperatura sobre la aparición, diseminación y ataque de la gota de la papa en el cultivo tecnificado de la variedad Diacol Capiro.</p>
	<p>Precipitación asociada a P. infestans: efecto de la precipitación pluvial sobre la aparición, diseminación y ataque de la gota de la papa en el cultivo tecnificado de la variedad Diacol Capiro.</p>
	<p>Humedad relativa asociada a P. infestans: efecto de la humedad relativa sobre la aparición, diseminación y ataque de la gota de la papa en el cultivo tecnificado de la variedad Diacol Capiro.</p>
	<p>Temperatura asociada a T. solanivora: efecto de la temperatura sobre la aparición, diseminación y ataque de la polilla guatemalteca de la papa en el cultivo tecnificado de la variedad Diacol Capiro.</p>
	<p>Precipitación asociada a T. solanivora: efecto de la lluvia sobre la aparición, diseminación y ataque de la polilla guatemalteca de la papa en el cultivo tecnificado de la variedad Diacol Capiro.</p>
	<p>Precipitación asociada a Naupactus sp: efecto de la lluvia sobre la aparición, dispersión y ataque del tiroteador en el cultivo tecnificado de la variedad Diacol Capiro.</p>

3.2.2. Criterios socioecosistémicos

El enfoque socioecosistémico considera la biodiversidad, los bienes y servicios ecológicos vinculados estrechamente con los sistemas sociales, donde el hombre, la sociedad y su cultura, como componentes centrales de los ecosistemas, modelan y se adaptan a los cambios en la naturaleza. De esta manera, el objeto último del enfoque socioecosistémico –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).

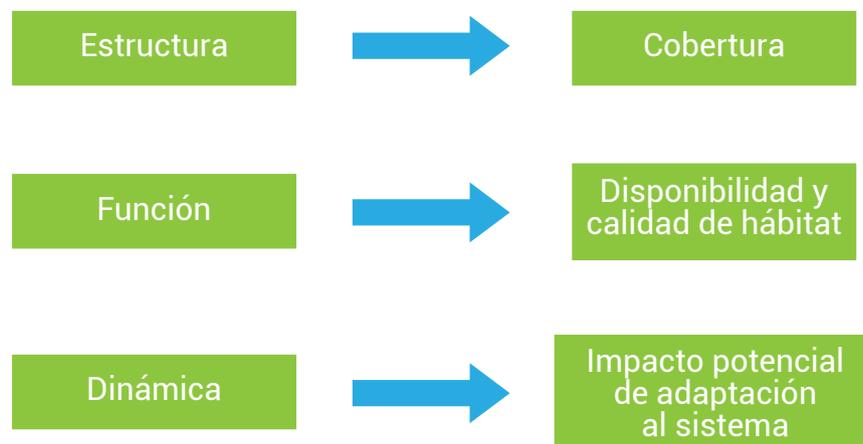
Este enfoque, dentro de la zonificación de aptitud del cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial, adquiere una importancia trascendental, puesto que genera, de manera transversal a los demás componentes de análisis, los fundamentos para el mantenimiento del capital

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 está en estrecha relación con el potencial de uso para el fin comercial, sin que la actividad represente un generador de degradación frente a los intereses de protección y conservación de la biodiversidad.

Para la determinación de este potencial, en la escala de trabajo a nivel nacional (1:100.000), se identifican algunos atributos 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 10).

Figura 10. Relación entre los atributos y criterios de estructura, función y dinámica para la interpretación socioecosistémica



Fuente: UPRA (2014).

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

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

El componente socioecosistémico aporta a la zonificación una mirada desde la estructura, función y dinámica ecológica de las coberturas introducidas en paisajes culturales y en áreas con mosaicos de transformación de sus coberturas naturales. Al igual que los criterios físicos, 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 papa, y por último, un grupo que por aspectos normativos y legales excluye cualquier actividad asociada a esta cadena.

Para el componente socioecosistémico, se identifican cuatro criterios y sus variables para su aplicación en la definición de la aptitud para el cultivo tecnificado de papa de la variedad Diacol Capiro con destino al proceso industrial.

La figura 11 y la tabla 11 muestran el detalle de los criterios y variables del componente socioecosistémico.

Figura 11. Criterios y variables del componente socioecosistémico



Tabla 11. Criterios y variables del componente socioecosistémico

	Criterio (definición)	Variable (definición)
Apropiación de agua	Representa la cantidad de agua que es retenida del flujo de la cuenca, para satisfacer la demanda de la especie, tanto para su crecimiento y como materia prima para el sustento del cultivo y en la producción del tubérculo de papa. De esta agua captada por el cultivo, una parte queda contenida en la biomasa de la especie, otra parte retorna a la cuenca (excesos o menores rendimientos de aprovechamiento del riego), y otra parte se pierde en el balance hídrico de la cuenca, bien porque queda contenida en el producto que se exporta de la misma para su aprovechamiento (tubérculo) o por vía evapotranspiración desde el cultivo.	Permite estimar la sostenibilidad hídrica de la unidad geográfica de análisis (polígonos de ETR x SZH) en el escenario de establecimiento del cultivo de papa. 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 a su interior.
Cambio de cobertura	Grado de favorabilidad del cambio de la cobertura para el establecimiento de cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial, determinado en el marco de la sostenibilidad del territorio.	Permite identificar áreas con vegetación natural sujetas a exclusiones y áreas transformadas donde es favorable establecer el cultivo comercial de papa, bajo una visión integral del territorio. Así mismo permite calificar la cobertura de acuerdo con su contexto ecológico y productivo, identificando las zonas de menor impacto socioecosistémico como producto del cambio para el establecimiento del cultivo.

	Criterio (definición)	Variable (definición)
<p>Integridad ecológica</p>	<p>Capacidad del ecosistema, para soportar y mantener su capital natural sin degradarse y de funcionar permanentemente de forma saludable o apropiada, como condición indispensable para la prestación, regulación y el flujo de servicios ecosistémicos requeridos para la sostenibilidad de los sistemas productivos y del territorio mismo.</p> <p>La integridad ecológica (IE) es un estimador de la calidad ambiental, útil en la planificación y toma de decisiones para la conservación, se define como 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).</p>	<p>Conectividad estructural de las coberturas naturales (CECN): nivel de continuidad espacial en el paisaje, determinado a partir de la distancia entre fragmentos naturales y la resistencia de la matriz rural para el flujo de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.</p> <p>Índice de naturalidad (Inat) por subzona hidrográfica: porcentaje de área de cobertura natural por unidad biogeográfica, dedicada al desarrollo de procesos ecológicos naturales esenciales y hábitats funcionales para la generación de servicios ecosistémicos, la sostenibilidad del territorio, y para satisfacer la demanda sobre el capital natural.</p> <p>Áreas de concentración de especies sensibles (ACES): mide la densidad de especies sensibles en polígonos identificados como de especial importancia, definidos como áreas prioritarias para la conservación (APC), áreas de importancia para aves migratorias, o áreas de importancia para la conservación de aves (AICA).</p> <p>Estas áreas constituyen sitios de refugio para elementos de la biodiversidad sensible, los cuales prestan servicios ecosistémicos como la dispersión de semillas, control de plagas y entre otros; además aportan en el funcionamiento natural de los ecosistemas nacionales y transfronterizos, mediante la integración de cadenas alimenticias y ciclos biogeoquímicos, entre otros.</p>
<p>Variación del contenido estimado de carbono</p>	<p>Balance entre el contenido de carbono estimado en la biomasa (aérea y subterránea) de la cobertura vegetal actual y en el suelo, frente a un potencial cambio de cobertura para el establecimiento del cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial.</p> <p>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.</p>	<p>Permite determinar la sostenibilidad ambiental de un territorio en términos de la prestación del servicio ecosistémico de almacenamiento de carbono.</p> <p>De forma complementaria, esta estimación 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.</p>

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 de un uso eficiente

de los factores de producción, de la consolidación de altos niveles de innovación en los sistemas productivos, de la diversificación y ampliación de los mercados, así como de la articulación de los mercados regionales y la población rural para desarrollar su potencial productivo y elevar su calidad de vida.

En relación con la zonificación de aptitud para el cultivo tecnificado de papa con fines industriales de la variedad Diacol Capiro, 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 de papa con fines comerciales; con esto, permiten mejorar de manera permanente las condiciones de vida y bienestar de sus habitantes y, en particular, de los empresarios y familias dedicadas al negocio papero.

Con base en la definición planteada, la competitividad del cultivo de papa de la variedad Diacol Capiro con fines industriales 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 paperas. A su vez, estas mejoras en la calidad de vida evidencian la competitividad, en este caso del cultivo tecnificado de papa.

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 de papa de la variedad Diacol Capiro con fines industriales y de las comunidades locales, representado en mejores condiciones de vida.

Al inversionista en el cultivo tecnificado de papa de la variedad Diacol Capiro con destino al procesamiento industrial de frito, puede serle indiferente si invierte en un sitio con mejores o peores condiciones de vida, pero su inversión sí beneficiará a la comunidad local. En consecuencia, el impacto socioeconómico causado por los proyectos de esta papa en Colombia, interesa en especial a las agencias del Gobierno y a los productores con responsabilidad social.

En la figura 12 y en la tabla 12 se relacionan los criterios y las variables que hacen parte del componente socioeconómico.

Figura 12. Criterios y variables del componente socioeconómico



Tabla 12. Criterios y variables del componente socioeconómico

Criterio (definición)	Variable (definición)
<p>Dinámica del mercado de tierras</p> <p>Busca mostrar el impacto del tamaño, la formalidad, el arriendo rural y el precio de los predios a través de la utilización del avalúo catastral como un <i>proxi</i> de su tendencia, en la actividad agrícola, con el fin de focalizar las inversiones en este sector.</p>	<p>Tamaño predial: superficie de terreno en rangos de tamaños definidos de acuerdo con las dimensiones consideradas óptimas para una productividad competitiva.</p> <p>Para efectos de la presente zonificación de aptitud, se considera el tamaño de los predios, asignada a partir de la información catastral vigente con información predio a predio del ámbito rural (IGAC, 2016).</p> <p>Avalúo catastral rural: determinación, por entidad pública competente, del valor de los predios obtenido mediante investigación y análisis estadístico del mercado inmobiliario. Se determina por la adición de los avalúos parciales practicados independientemente para los terrenos y para las edificaciones en él comprendidos (IGAC, 2011).</p> <p>Arriendo rural: valor del pago en dinero establecido de manera conjunta, por el propietario quien concede el goce de un predio por un tiempo determinado y el arrendatario quien paga por este goce un precio determinado.</p> <p>Tendencia a la formalidad: conjunto de situaciones inmobiliarias, técnicas y jurídicas sobre la propiedad de los predios tanto públicos como privados, que proporciona seguridad jurídica a la propiedad, acorde al principio constitucional del derecho a la propiedad privada.</p>
<p>Infraestructura y logística</p> <p>Conjunto de bienes y servicios necesarios para la movilidad y el desarrollo de las actividades de producción, comercialización y distribución de la papa Diacol Capiro con destino al procesamiento industrial.</p>	<p>Existencia de cultivos: registro promedio municipal anual del área sembrada de papa en Colombia entre 2013 y 2017.</p> <p>Cercanía a plantas de transformación: facilidad con la que se accede, desde un punto del territorio a una planta de procesamiento industrial donde se transforma el tubérculo fresco en bastones, hojuelas y otros.</p> <p>Distritos de riego: delimitación del área de influencia de obras de infraestructura destinadas a dotar un área determinada con riego, drenaje, o protección contra inundaciones o para el desarrollo de actividades agropecuarias (Ley 41 de 1993).</p> <p>Cercanía a centros de servicios: facilidad con la que se puede alcanzar áreas donde existe oferta de bienes y servicios para abastecer las necesidades del cultivo de la papa Diacol Capiro con fines de transformación industrial.</p> <p>El centro de servicios se define como poblaciones con más de 30.000 habitantes. Sintetiza sus oportunidades de contacto e interacción.</p>
<p>Disponibilidad de mano de obra</p> <p>Identifica las condiciones que afectan la disponibilidad de mano de obra rural para la producción agrícola en un municipio, teniendo en cuenta su nivel de cualificación y las posibilidades de acceso a programas de formación académica, acorde a las necesidades de los productores de papa industrial Diacol Capiro.</p>	<p>Densidad de población rural en edad de trabajar/km2: número de personas de las zonas rurales de los municipios en edad de trabajar/km2, frente a las necesidades de mano de obra para el cultivo de papa.</p> <p>Oferta educativa técnica y tecnológica: cercanía a programas de educación técnica y/o tecnológica, relacionados con la producción agrícola en Colombia</p> <p>Oferta educativa universitaria: cercanía a programas de pregrado, relacionados con Agronomía e Ingeniería Agronómica en Colombia.</p>

Criterio (definición)	Variable (definición)
<p>Indicadores económicos</p>	<p>Muestra la importancia relativa del sector agrícola y de los incentivos tributarios, crediticios y de capitalización dados a las zonas más afectadas por el conflicto y las que cuentan con actividad productiva de papa.</p> <p>Créditos otorgados: créditos otorgados a nivel municipal, por las líneas especiales subsidiadas en tasa de interés por Finagro y respaldo colateral por el Fondo Agropecuario de Garantías (FAG). Promedio anual de 2013 a 2017.</p> <p>Incentivos otorgados: apoyo económico por municipio no reembolsable otorgado mediante el abono al saldo del capital del crédito contraído por el productor para la ejecución de nuevos proyectos de inversión, orientados a mejorar la infraestructura de producción y de comercialización agropecuaria. Promedio anual de 2013 al 2017.</p> <p>Zonas más afectadas por el conflicto armado (ZOMAC): estímulo tributario que se aplica a las zonas más afectadas por el conflicto armado, las cuales están constituidas por 344 municipios que son considerados como los más golpeados por la violencia.</p> <p>Valor agregado agrícola municipal: aproximación al valor generado por actividades agrícolas en un municipio, en función de su importancia relativa en el departamento.</p>
<p>Asociatividad e institucionalidad</p>	<p>Facilidad con la que se puede acceder desde otros puntos en el territorio, a una asociación de productores de papa, a la institucionalidad gremial, y a entidades que soportan la sanidad, y la investigación y transferencia de tecnología agropecuaria.</p> <p>Cercanía a asociaciones: facilidad con la que se puede alcanzar, desde otros puntos en el territorio, una asociación de productores de papa.</p> <p>Cercanía a comités gremiales: facilidad con la que se puede alcanzar desde otros puntos en el territorio, un comité gremial de Fedepapa.</p> <p>Cercanía al ICA: facilidad con la que se puede alcanzar desde otros puntos en el territorio una sede del ICA, entidad oficial cuya función es elevar el estatus sanitario para mejorar las condiciones de inocuidad de la producción agroalimentaria nacional y aumentar la competitividad de las actividades agropecuarias.</p> <p>Cercanía a Agrosavia: facilidad con la que se puede alcanzar desde otros puntos en el territorio un centro de Agrosavia, entidad cuya función es desarrollar y ejecutar actividades de investigación, tecnología y transferencia de procesos de innovación tecnológica en el sector agropecuario.</p>
<p>Seguridad ciudadana</p>	<p>Ausencia de peligro o afectaciones a la integridad física, así como de riesgo de pérdida de la libertad y del patrimonio por situaciones adversas. Es una situación donde las personas pueden vivir libres de la violencia y el delito. (Comisión Interamericana de Derechos Humanos, 2009).</p> <p>La seguridad ciudadana produce un efecto de confianza, entendida como ausencia de peligro y daños a la vida y a la integridad física y psicológica y a la pérdida parcial y/o de la libertad y del patrimonio de un individuo y/o de un grupo poblacional, determinada por situaciones adversas originadas por las personas.</p> <p>Extorsiones rurales: consiste en obligar a una persona, a través de la utilización de violencia o intimidación, a realizar u omitir un acto jurídico o negocio jurídico con ánimo de lucro y con la intención de producir un perjuicio de carácter patrimonial y está definido en el Código Penal como <i>“El que constriña a otro a hacer, tolerar u omitir alguna cosa, con el propósito de obtener provecho ilícito o cualquier utilidad ilícita o beneficio ilícito, para sí o para un tercero”</i>.</p> <p>Homicidios rurales: la palabra homicidio deriva del vocablo latino <i>homicidium</i> y que refiere a la muerte de un ser humano causada por otra persona. El término, por lo tanto, puede utilizarse como sinónimo de asesinato o crimen. El homicidio se puede definir como <i>“Supresión por conducta del agente (agresor), de una vida humana (tipicidad), sin justificación jurídicamente atendible (antijuridicidad), en forma intencional o dolosa, o con culpa o preterintencional (culpabilidad)”</i>.</p> <p>Secuestros rurales: detener ilegalmente a una o más personas en contra de su voluntad, mediante el empleo de la fuerza, amenazas, el engaño, el incentivo, con el propósito de exigir una ganancia ilícita o económica a cambio de la liberación de la persona secuestrada; o para obligar a alguien a hacer o a no hacer algo (Ley 599 de 2000).</p>

Criterio (definición)		Variable (definición)
Condiciones de vida	Refleja el grado de privación de las personas en un conjunto de dimensiones y permite determinar la naturaleza de la privación (de acuerdo con las cinco dimensiones seleccionadas) y la intensidad y profundidad de esta. Este indicador permite observar patrones de pobreza distintos a los de la pobreza monetaria (DNP, 2011).	Índice de pobreza multidimensional (IPM): refleja el grado de privación de las personas en un conjunto de dimensiones y permite determinar la naturaleza de la privación, la intensidad y profundidad de la misma. Este indicador permite observar patrones de pobreza distintos a los de la pobreza monetaria (DNP, 2011).

3.3. Rangos de aptitud y exclusiones

técnicas

Para efectos de la zonificación de aptitud del cultivo tecnificado de papa, se tomaron como referencia las categorías usadas para el “*Mapa de zonificación para plantaciones forestales con fines comerciales*

en Colombia, escala 1:100.000” (UPRA, 2014), las cuales corresponden a cuatro categorías de aptitud, una categoría de exclusiones legales y una categoría de condicionantes legales (Tabla 13).

Tabla 13. Categorías para la zonificación de aptitud de cultivos comerciales

Categoría		Definición
Aptitud		
A1	Alta	Zonas con las mejores condiciones desde el punto de vista físico, socioecosistémico y socioeconómico.
A2	Media	Zonas con limitaciones moderadas de tipo físico, socioecosistémico o socioeconómico.
A3	Baja	Zonas con fuertes limitaciones de tipo físico, socioecosistémico o socioeconómico, las cuales podrían adecuarse con grandes inversiones o el desarrollo de nuevas tecnologías.
N1	No apta	Zonas con restricciones físicas y socioecosistémicas que 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 tecnificado de papa de la variedad Diacol Capiro con fines industriales.
CONDICIONANTES LEGALES		
C1	Condicionante legal	Zonas que, independientemente de la categoría de aptitud, requieren de un análisis complementario de tipo legal, social, cultural o ambiental para el desarrollo del cultivo tecnificado de papa.

Fuente: UPRA (2014).

3.3.1. Criterios y variables del componente físico

Desde el componente físico se definieron las áreas de exclusión técnica (N1) donde, dados los

requerimientos específicos del cultivo en términos de clima y suelos, se presentaron unas restricciones que imposibilitan el desarrollo de la actividad papera. En la tabla 14 se registran los rangos de aptitud

para calificar el componente físico, incluyendo exclusiones técnicas (N1).

Tabla 14. Rangos de aptitud definidos desde el componente físico

Subcomponente	Criterios	Variables	Unidad de medida	Aptitud			
				Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
CLIMÁTICO	Condiciones climáticas	Temperatura media anual	°C	12-15	10-12 y 15-16	8-10	< 8 y > 16
		Índice de disponibilidad de humedad del cultivo (IDHc) por semestre agrícola	Adimensional	0,7-0,9	0,6-0,7 y 0,9-0,95	0,45-0,6 y >0,95	< 0,45
		Meses húmedos consecutivos	Número de meses	3-4	> 4	< 3	-
		Brillo solar medio diario anual	horas/día	> 4	3-4	< 3	-
EDÁFICO	Capacidad de laboreo	Pendiente	Porcentaje (%)	≤ 7	7-12	12-25	> 25
		Textura	Adimensional (Clases texturales)	F, FL, FA, FArA, FArL	FAr, L, ArA, ArL	A, AF, Ar	Ar (Vertisoles)
		Pedregosidad	Adimensional (Fases cartográficas de pedregosidad)	Sin fase de pedregosidad	-	-	Con fase de pedregosidad
	Disponibilidad de nutrientes	Acidez (pH)	pH	5,3-6,0	4,8-5,3 y 6,1-7,8	< 4,8 y > 7,8	-
		Saturación de bases	Porcentaje (%)	> 35	10-35	< 10	-
		Carbono orgánico	Porcentaje (%)	> 2,7 - ≤10; andisoles ≤ 15	≥ 1,4 - ≤ 2,7; >10; andisoles > 15	< 1,4; histosoles	-
		Capacidad de Intercambio catiónico (CIC)	cmol/kg de suelo	> 20	10-20	< 10	-
	Condiciones de enraizamiento y tuberización	Profundidad efectiva	cm	> 50	25-50	-	< 25
		Textura	Adimensional (Clases texturales)	F, FL, FA, L, A, AF	FAr, FArA, FArL, ArA	ArL, Ar	Ar (Vertisoles)
		Pedregosidad	Adimensional (Fases cartográficas de pedregosidad)	Sin fase de pedregosidad	-	-	Con fase de pedregosidad
	Toxicidad por sales, sodio y aluminio	Salinidad o sodicidad	dS/m	≤ 2	2-4	4-6	> 6 dS/m
			PSI	≤ 15	-	-	> 15
		Saturación de aluminio	Porcentaje (%)	≤ 60	60-90	> 90	-
	Disponibilidad de humedad	Régimen de humedad	Adimensional (Regimen de humedad)	Údico	Ústico	Ácuico	Perácuico y arídico
		Textura	Adimensional (Clases texturales)	Ar, ArA, ArL, FAr, FArA, FArL	FA, L, F, FL	A, AF	-
	Disponibilidad de oxígeno	Susceptibilidad a inundaciones	Adimensional (Fases cartográficas de inundabilidad)	No hay	Ocasionales	Frecuentes	Muy frecuentes
Drenaje natural		Adimensional (Clases de drenaje)	Bueno y excesivo	Moderado	Imperfecto y pobre	Muy pobre	

Subcomponente	Criterios	Variables	Unidad de medida	Aptitud			
				Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
	Susceptibilidad a la pérdida de suelos	Fases por grado de erosión Degradación de suelos por erosión Pendiente Amenaza por movimientos en masa	Adimensional, producto de combinación de fases de erosión, degradación de suelos por erosión, pendiente y amenaza por movimientos en masa	Baja susceptibilidad a la pérdida de suelo, para el establecimiento del cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial	Condiciones que presentan moderada susceptibilidad a la pérdida de suelo, para el establecimiento del cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial	Condiciones que presentan fuerte susceptibilidad a la pérdida de suelo, para el establecimiento del cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial	Restricciones por susceptibilidad a la pérdida de suelo, que imposibilitan el establecimiento del cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial
FITOSANITARIO	Susceptibilidad fitosanitaria	Temperatura, asociada a P. infestans	°C/año	< 8	8-12	12-16	-
		Precipitación asociada a P. infestans	mm/semestre	250-400	400-600	> 600	-
		Humedad relativa asociada a P. infestans	Porcentaje (%)	< 80	80-90	> 90	-
		Temperatura asociada a T. solanivora	°C/año	< 8	8-12	> 12	-
		Precipitación asociada a T. solanivora	mm/semestre	> 600	400-600	< 400	-
		Precipitación asociada a Naupactus sp.	mm/semestre	> 600	400-600	< 400	-

La helada no se consideró como una variable dentro del criterio condiciones climáticas por ser un fenómeno meteorológico no permanente en el país, lo cual limita su representación cartográfica. El cultivo de papa es en ocasiones afectado por bajas temperaturas, especialmente durante la temporada seca de final y principio de año y, en menor grado, durante la época seca de mitad de año. En las horas de la tarde de los días de épocas secas, cuando se presentan condiciones de vientos en calma, humedad relativa muy baja, ausencia de nubes y alto brillo solar, es probable que se presente una helada en las zonas productoras de papa de Colombia.

Se puede afirmar que la helada de radiación es la típica en Colombia, factible de presentarse a partir de 2500 m. s. n. m. En relación con los efectos externos que causan las heladas en las plantas, se dividen en heladas blancas y heladas negras. La helada blanca es la de mayor ocurrencia en el país y el aspecto blanquecino del cultivo, puede permanecer un tiempo después de la salida del sol lo que indica

que, dentro del cultivo, aún persiste la condición de helada. En el caso de la helada negra, hay un contenido de humedad atmosférica muy bajo; las plantas sufren destrozo en los tejidos, lo cual causa un efecto mucho más perjudicial que las primeras (Ideam, 2012). El efecto económico de una helada es la disminución del rendimiento de las plantas, si estas bajas temperaturas se presentan en la fase de tuberización y en el llenado de los tubérculos.

3.3.2. Criterios y variables del componente socioecosistémico

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

La primera hace referencia al criterio cambio de cobertura, donde las áreas de exclusión que se identifican por sus características naturales o por algún valor de identidad sociocultural reconocido,

deben ser protegidas y deben mantener su cobertura actual; por lo tanto, no puede establecerse el cultivo tecnificado de papa de la variedad Diacol Capiro.

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 tecnificado de papa.

Por último, la tercera categoría involucra aquellas coberturas de bosques que fueron deforestadas después de 2010; estas áreas fueron identificadas en el análisis de la cuantificación de la deforestación 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 variabilidad del clima y del cambio climático, lo cual pone en riesgo la sostenibilidad del desarrollo y hace necesaria la implementación de estrategias para la adaptación a los impactos que tendrán estos fenómenos sobre la población, el medio ambiente y la economía del país.

La exclusión en áreas deforestadas después del 2010, se enmarca dentro de 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 15 se registran los rangos de aptitud para la calificación de variables del componente socioecosistémico.

Tabla 15 Rangos de aptitud definidos desde el componente socioecosistémico

CRITERIO	Variables	Aptitud			
		Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
Apropiación de agua	Apropiación de agua.	Lugares con sostenibilidad hídrica alta para el abastecimiento de la demanda del cultivo y los usos preexistentes. Puede implicar niveles bajos de riesgo hídrico para el cultivo, o presión baja por competencia con las coberturas naturales o los usos establecidos en la unidad de análisis.	Lugares con sostenibilidad hídrica moderada para el abastecimiento de la demanda del cultivo y los usos preexistentes. Puede implicar niveles moderados de riesgo hídrico para el cultivo, o presión moderada por competencia con las coberturas naturales o los usos establecidos en la unidad de análisis.	Lugares con sostenibilidad hídrica baja o nula para el abastecimiento de la demanda del cultivo y los usos preexistentes. Puede implicar niveles altos de riesgo hídrico para el cultivo, o presión alta por competencia con las coberturas naturales o los usos establecidos en la unidad de análisis.	No aplica

CRITERIO	Variables	Aptitud			
		Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
Cambio de cobertura	Cobertura de la tierra.	Zonas de alta favorabilidad para el establecimiento del cultivo de papa dedicadas a usos agrícolas o pecuarios donde predominan las áreas de pastos.	Zonas de moderada favorabilidad para el establecimiento del cultivo de papa, dedicadas a usos agrícolas o pecuarios, donde predominan los mosaicos de pastos y cultivos permanentes para la producción de alimentos.	Zonas con baja favorabilidad para el establecimiento del cultivo de papa, corresponde a coberturas donde predominan los cultivos de ciclo corto o permanentes dedicados a la producción de alimentos humanos, también agrupa algunas unidades de coberturas naturales y seminaturales. Corresponde a coberturas de cultivos permanentes para la producción de materias primas industriales y fibras; también agrupa algunas unidades de coberturas naturales y seminaturales y coberturas de cultivos que se desarrollan en condiciones marginales para el cultivo de papa, como son las zonas cálidas.	Zonas no favorables para el establecimiento de cultivos de papa, son aquellas excluidas técnicamente y están referidas principalmente a las coberturas naturales y seminaturales, las áreas húmedas, las superficies de aguas y los territorios artificializados. Se incluyen también las coberturas de bosques naturales identificados en el mapa de Bosque/ no bosque 2010 del Ideam.
		IE = a(CECN) + b(Inat) + c(ACES) Donde: a = 0,6175, b = 0,2968 y c = 0,0856			
Integridad ecológica	Conectividad estructural de las coberturas naturales (CECN).	6869,227-112.044,71	398,143-6869,227	0-398,14	No aplica
	Índice de naturalidad (Inat) por subzona hidrográfica.	Naturalidad muy baja (0 % - 5 %) Naturalidad baja (5 % - 30 %) Naturalidad moderada (30 % - 50 %)	Naturalidad alta (50 % - 75 %)	Naturalidad muy alta (75 % - 100 %)	No aplica

CRITERIO	Variables	Aptitud			
		Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
Integridad ecológica	Áreas de concentración de especies sensibles (ACES).	Áreas prioritarias de conservación (APC)			
		Áreas sin APC <-10,02 (ln D)	APC con baja y muy baja densidad de especies sensibles -10,02 a -2,77 (ln D)	APC con moderada, alta y muy alta densidad de especies sensibles > -2,77 - 6,42 (ln D)	No aplica
		Áreas de importancia para la conservación de aves (AICA)			
		Ausencia de AICA (ln(D) < -8,085)	AICA con densidad muy baja o baja de especies sensibles (ln (D) = -8,085 a -4,189)	AICA con moderada, alta y muy alta densidad de especies sensibles (ln (D) = -4,189 a 1,670)	No aplica
		Áreas críticas (AC) para especies migratorias en paisajes agropecuarios			
Valoración cualitativa de riqueza mediante la reclasificación de aptitud para el cultivo de papa 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.	El cultivo es sumidero de carbono.	El cultivo está en equilibrio entre emisión y captura de carbono.	El cultivo es fuente de emisión de carbono.	No aplica.

3.3.3. Criterios y variables del componente

socioeconómico

A partir del componente socioeconómico, los municipios se clasificaron solamente en tres categorías de aptitud (alta, media y baja). Ningún municipio se clasificó como no apta (N1) dado que la mayoría de las variables analizadas fueron

índices sintéticos cuya variación responde a factores exógenos. En la tabla 16 se registran los rangos de aptitud para la calificación de variables del componente socioeconómico.

Tabla 16. Rangos de aptitud definidos desde el componente socioeconómico

Criterio	Variables	Unidad de medida	Aptitud		
			Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)
Dinámica del mercado de tierras	Tamaño predial rural	Predios (ha)	20-340	5-20	< 5 y > 340
	Avalúo catastral rural	Pesos/ha	< 4 millones	4 millones - 10 millones	> 10 millones
	Arriendo rural	Pesos/ha	< 1,2 millones	1,2 millones - 2 millones	> 2 millones
	Tendencia a la formalidad	Predios	Con matrícula inmobiliaria sin presunción de informalidad	-	Sin interrelación catastro - registro, predios sin matrícula inmobiliaria; predios con falsa tradición, predios con mejoras y predios con Resolución de inscripción en el registro 1 de la Ley de tierras despojadas y abandonadas forzosamente
Infraestructura y logística	Existencia de cultivos	Área sembrada (ha/año) por municipio	³ 384,1	0,67-384,1	Sin información
	Cercanía a plantas de transformación	Tiempo de desplazamiento (horas)	≤ 1/2 hora	1/2 hora - 1 hora	≥ 1 hora
	Distritos de riego	Polígonos	Distritos de riego activos	Distritos de riego inactivos	Sin distritos
	Cercanía a centros de servicios	Tiempo de desplazamiento (horas)	≤ 1/2 hora	1/2 hora - 1 hora	≥ 1 hora
Disponibilidad de mano de obra	Densidad de población rural en edad de trabajar/ km2	Número de personas en las zonas rurales/ km2	³ 78	25,7-78	< 25,7
	Oferta educativa técnica y tecnológica	Tiempo de desplazamiento en horas a programas técnicos y tecnológicos	≤ 1/2 hora	1/2 hora - 1 hora	≥ 1 hora

Criterio	Variables	Unidad de medida	Aptitud		
			Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)
	Oferta educativa universitaria	Tiempo de desplazamiento en horas a centros educativos con Agronomía e Ingeniería Agronómica	≤ 1/2 hora	1/2 hora - 1 hora	≥ 1 hora
Indicadores económicos	Créditos otorgados	Pesos	³ 24 millones	200.000 - 24 millones	Sin créditos
	Incentivos otorgados	Pesos	³ 25 millones	525.000 - 25 millones	Sin incentivos
	Zonas más afectadas por el conflicto armado (ZOMAC)	Municipios	Declarados como zonas más afectadas por el conflicto armado (ZOMAC)	Resto	-
	Valor agregado agrícola municipal	Miles de millones de pesos	³ 160	46,1-160	< 46,1
Asociatividad e institucionalidad	Cercanía a asociaciones	Tiempo de desplazamiento (horas)	≤ 1/2 hora	1/2 hora - 1 hora	≥ 1 hora
	Cercanía a comités gremiales	Tiempo de desplazamiento (horas)	≤ 1/2 hora	1/2 hora - 1 hora	≥ 1 hora
	Cercanía al ICA	Tiempo de desplazamiento (horas)	≤ 1/2 hora	1/2 hora - 1 hora	≥ 1 hora
	Cercanía a Agrosavia	Tiempo de desplazamiento (horas)	≤ 1/2 hora	1/2 hora - 1 hora	≥ 1 hora
Seguridad ciudadana	Extorsiones rurales	Tasa de extorsiones rurales por cada 1000 habitantes	Sin ocurrencia del delito	≤ 0,5645	> 0,5645
	Homicidios rurales	Tasa de homicidios rurales por cada 1000 habitantes	Sin ocurrencia del delito	≤ 0,3108	> 0,3108
	Secuestros rurales	Tasa de secuestros rurales por cada 1000 habitantes	Sin ocurrencia del delito	≤ 2,026	> 2,026
Condiciones de vida	Índice de pobreza multidimensional (IPM)	Porcentaje (%)	< 75,75	75,75-87,34	> 87,34

Las fichas metodológicas de criterios y variables de análisis jerárquico considerados dentro de la zonificación de aptitud del cultivo tecnificado de papa 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 identificó la normatividad que regula la realización de actividades productivas agrícolas, en este caso en particular para el cultivo de papa, 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, 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. En estos lugares, la producción comercial debe proceder por medio de mecanismos de consulta u otros que determine la legislación ambiental colombiana.

La tabla 17 presenta las exclusiones legales y la figura 13 su respectivo mapa; la tabla 18 presenta los condicionantes legales definidos para la zonificación de aptitud del cultivo de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial y la figura 14, su representación cartográfica.

Tabla 17. Exclusiones legales

Variable	Áreas de exclusión
Ecosistemas estratégicos (páramos)	<p>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.</p> <p>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, art. 202, parágrafo 1).</p>

	<p>La Sentencia C-035 de 2016 proferida por la Corte Constitucional establece que, ante la vulnerabilidad, fragilidad y dificultad de recuperación de los ecosistemas de páramo, el Estado tiene a su cargo la obligación de brindar una protección más amplia y especial, dirigida específicamente a preservar este tipo de ecosistema. Lo anterior no sólo 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 que en la actualidad es un ecosistema sometido a intervenciones negativas o disturbios que afectan su supervivencia.</p> <p>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 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 Minagricultura por medio de la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), la Agencia Nacional de Desarrollo Rural (ADR), la Agencia Nacional de Tierras (ANT) y demás entidades adscritas y vinculadas.</p>
<p>Áreas protegidas</p>	<p>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, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, que reglamenta el SINAP. El SINAP 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.</p>
	<p>Parques naturales regionales: de acuerdo con el Decreto 2372 de 2010 compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, se considera como un espacio geográfico en el que los ecosistemas de bosque mantienen su función, aunque su estructura y composición haya sido modificada y los valores naturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su preservación, uso sostenible, restauración, conocimiento y disfrute. Esta zona de propiedad pública o privada se reserva para destinarla al establecimiento o mantenimiento y utilización sostenible de los bosques y demás coberturas vegetales naturales.</p>
	<p>Reservas forestales protectoras: de acuerdo con el Decreto 2372 de 2010, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, se considera como un espacio geográfico en el que los ecosistemas de bosque mantienen su función, aunque su estructura y composición haya sido modificada y los valores naturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su preservación, uso sostenible, restauración, conocimiento y disfrute. Esta zona de propiedad pública o privada se reserva para destinarla al establecimiento o mantenimiento y utilización sostenible de los bosques y demás coberturas vegetales naturales.</p>
	<p>Otras áreas protegidas locales: de acuerdo con el PBOT del municipio de Puerto López de 2017 y el Acuerdo 12 de 2012 de Cormacarena se establecen como exclusiones las siguientes áreas: bosques de galería, rondas de caño y ríos secundarios buffer de 30 m, rondas principales buffer de 100 m, Parque Municipal Yucao, Reserva Natural del Alto de Menegua y microcuencas que surten acueductos.</p>
	<p>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 su, b) Recuperación para la preservación norte, c) Vertiente oriental y d) Recuperación para la preservación sur, y se detallan los siguientes polígonos de zonificaciones:</p> <p style="text-align: center;">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.</p>

<p>Áreas urbanas</p>	<p>Áreas conformadas por conjuntos de edificaciones y estructuras contiguas agrupadas en manzanas censales que por lo general cuentan con una dotación de servicios esenciales como acueducto, alcantarillado, energía eléctrica, hospitales 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.</p>
<p>Parques arqueológicos</p>	<p>Los parques arqueológicos son áreas arqueológicas protegidas, declarados mediante una resolución, los cuales han sido adaptados para recibir visitantes y que se encuentran bajo tutela del Icanh, ello permite realizar labores de conservación e investigación. La declaratoria de un polígono como área arqueológica protegida genera un marco de protección sobre el área marcada y el encargado de ejecutar el Plan de Manejo Arqueológico cuenta con el apoyo de entidades estatales para asegurar la conservación de estos espacios patrimoniales (Icanh, 2018).</p>
<p>Zonas de Reserva Forestal Nacional de Ley 2, tipo A</p>	<p>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.</p> <p>La zonificación adelantada por el MADS en las Zonas de Reserva Forestal Nacional definió tres zonas tipo, denominadas A, B y C, y donde se establece que las Zonas tipo A, son <i>“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”</i>. El MADS adopta la zonificación y ordenamiento de las Reservas Forestales Nacionales, mediante las siguientes resoluciones:</p> <p>Resolución 1277 de 2014, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Amazonía, establecida en la Ley 2ª de 1959, en los departamentos de Amazonas, Cauca, Guainía, Putumayo y Vaupés.</p> <p>Resolución 1276 de 2014, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Sierra Nevada de Santa Marta, establecida en la Ley 2ª de 1959.</p> <p>Resolución 1275 de 2014, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del Cocuy, establecida en la Ley 2ª de 1959.</p> <p>Resolución 1926 de 2013, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del Pacífico, establecida en la Ley 2ª de 1959.</p> <p>Resolución 1925 de 2013, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Amazonía, establecida en la Ley 2ª de 1959, en los departamentos de Caquetá, Guaviare y Huila.</p> <p>Resolución 1924 de 2013, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del río Magdalena, establecida en la Ley 2ª de 1959.</p> <p>Resolución 1923 de 2013, adopta la zonificación y ordenamiento de la Reserva Forestal de la Serranía de Los Motilones, establecida en la Ley 2ª de 1959.</p> <p>Resolución 1922 de 2013, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal Central, establecida en la Ley 2ª de 1959.</p>

Figura 13. Mapa de exclusiones legales

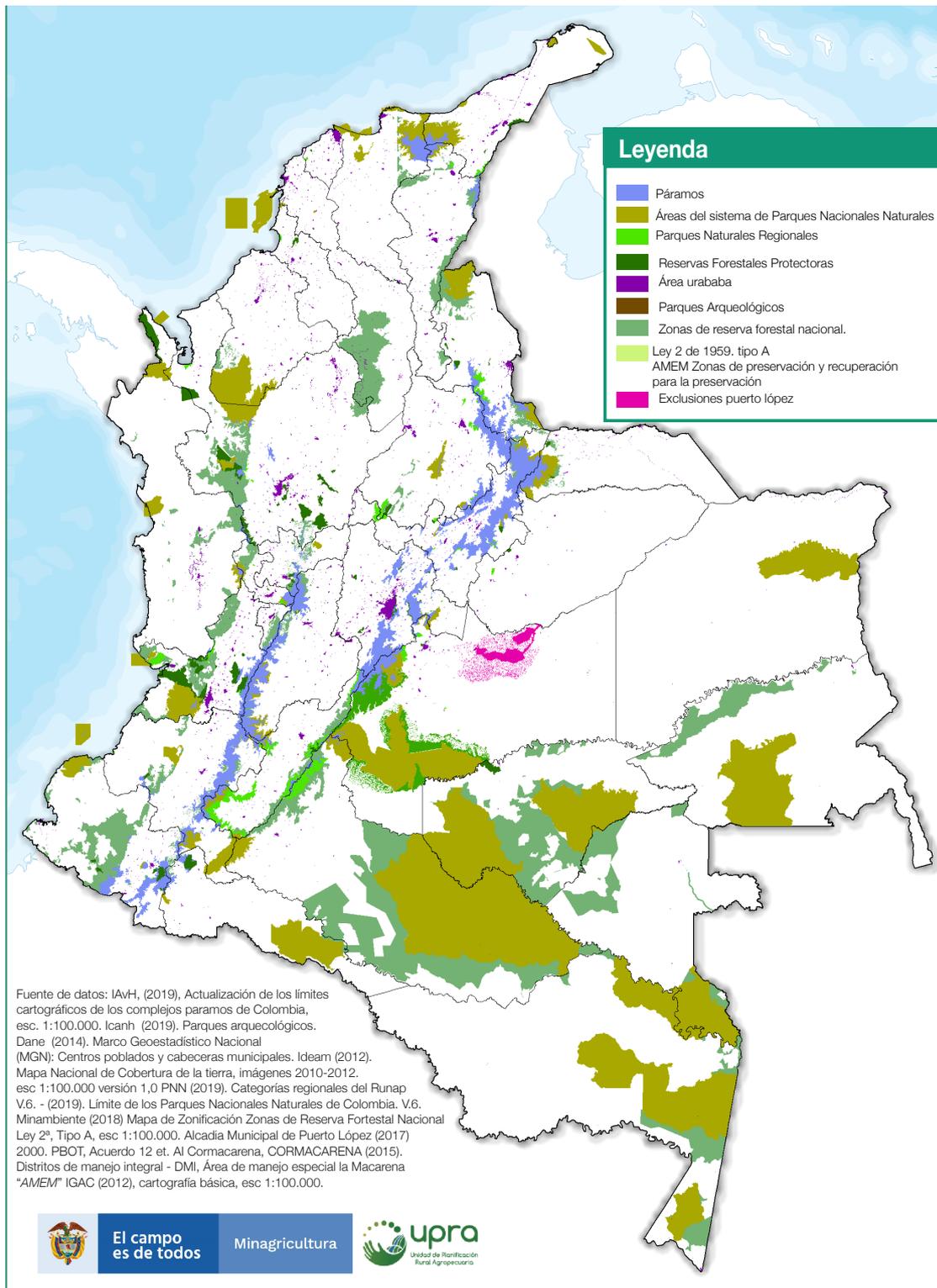


Tabla 18 Condicionantes legales

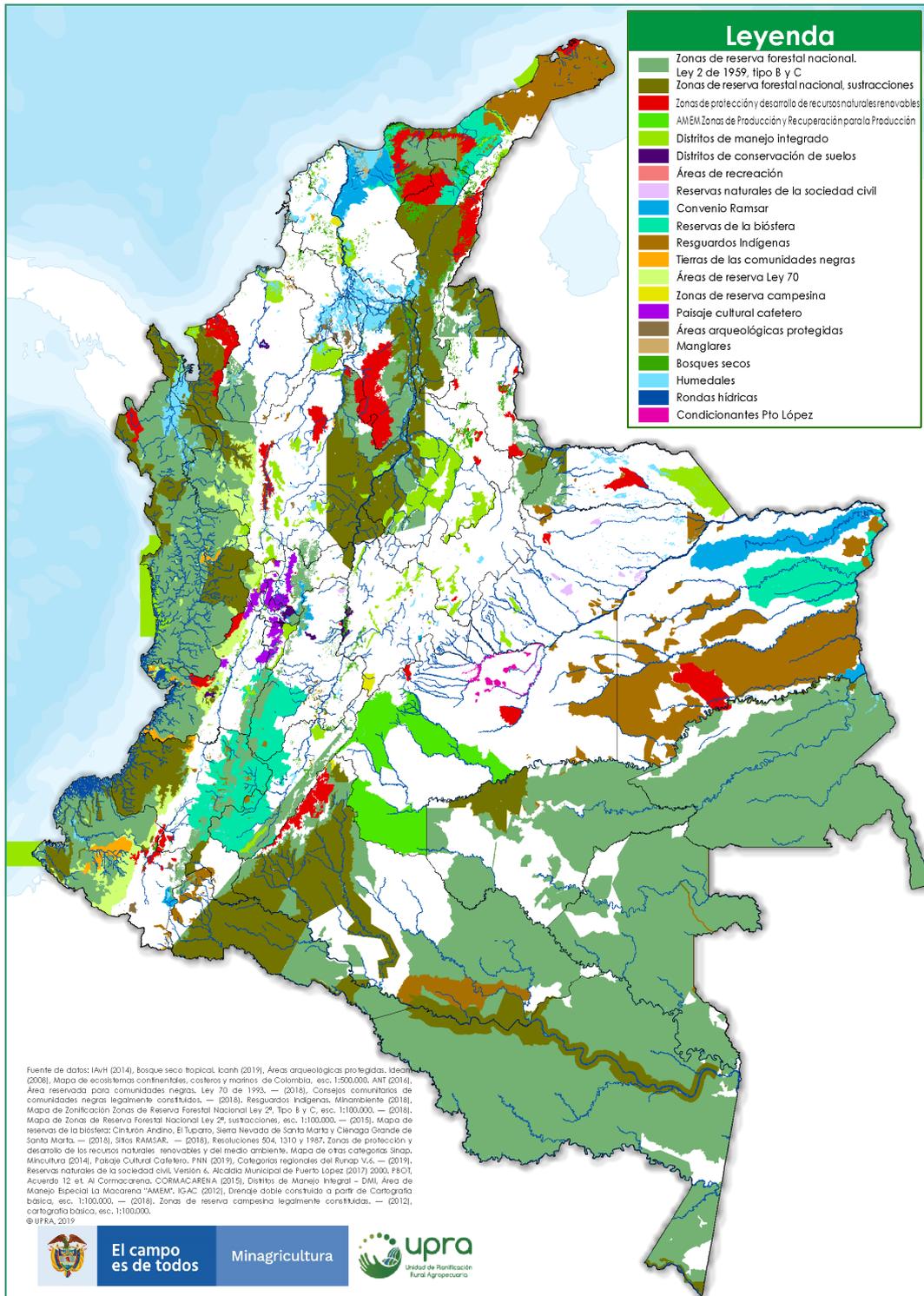
Condicionante	Descripción
<p>Áreas protegidas</p>	<p>Distritos de manejo integrado (DMI): de acuerdo con el artículo 14 del Decreto 2372 de 2010, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector Ambiental, son espacios geográficos en los que los paisajes y ecosistemas mantienen su composición 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.</p>
	<p>Zonas de producción y recuperación para la producción del AMEM: de acuerdo con el Decreto 1989 de 1989, por el cual se declara Área de Manejo Especial La Macarena, la Reserva Sierra de la Macarena, se clasifica y zonifica su territorio y se fijan sus límites reales, entre su zonificación se definen las zonas a) recuperación para la producción occidente, b) preservación vertiente oriental, c) producción Ariari-Guayabero, d) recuperación para la preservación sur y e) recuperación para la producción sur. Se consideran condicionantes:</p> <p>DMI Macarena Norte</p> <p>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)</p> <p>DMI Losada-Perdido</p> <p>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.</p>
	<p>Distritos de conservación de suelos (DCS): el Decreto 2372 de 2010, compilado por el Decreto 1076 de 2015 define que son espacios geográficos cuyos ecosistemas estratégicos, en la escala regional, mantienen su función, aunque su estructura y composición hayan sido modificadas; aportan esencialmente a la generación de bienes y servicios ambientales, cuyos valores naturales y culturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su restauración, uso sostenible, preservación, conocimiento y disfrute, por las restricciones debidas a su orientación de manejo para la recuperación de suelos alterados o degradados o la prevención de fenómenos que causen alteración o degradación en áreas especialmente vulnerables por sus condiciones físicas o climáticas o por la clase de utilidad que en ellas se desarrolla.</p>
	<p>Áreas de recreación: conforme al 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.</p>
	<p>Reservas naturales de la sociedad civil: conforme al artículo 1° del Decreto 1996 de 1999, corresponde a la parte o el todo del área de un inmueble que conserve una muestra de un ecosistema natural y sea manejado bajo los principios de la sustentabilidad en el uso de los recursos naturales.</p>
	<p>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.</p>
	<p>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.</p>

Condicionante	Descripción
<p>Ecosistemas estratégicos</p>	<p>Rondas hídricas: el artículo 3° del Decreto 1449 de 1977, "por el cual se reglamentan parcialmente el inciso 1 del numeral 5 del artículo 56 de la Ley 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".</p> <p>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).</p> <p>El Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección del Medio Ambiente (Decreto 2811 de 1974), establece una regulación en términos de propiedad con relación a las zonas paralelas a los cauces permanentes. En el artículo 83, literal D, consagra que la faja paralela a las líneas de mareas máximas o al cauce permanente de ríos y lagos de hasta 30 m es un bien inembargable e imprescriptible del Estado, excepto si existen derechos adquiridos. En este sentido, el Decreto 3600 de 2007, que regula sobre los determinantes para el ordenamiento del suelo rural, en su artículo 4° señala que las rondas hidráulicas hacen parte de la categoría de áreas de conservación y protección ambiental, en tanto áreas de especial importancia ecosistémica.</p>
	<p>Manglares: se definen como ecosistemas de zonas costeras en los que se relacionan especies arbóreas de diferentes familias denominadas mangle con otras plantas, con animales que allí habitan permanentemente o durante algunas fases de su vida, y con las aguas, los suelos y otros componentes del ambiente (Resolución Minambiente 1602 de 1995). Para su conservación el Minambiente desarrolló el Programa Nacional para el Uso Sostenible, Manejo y Conservación de los Ecosistemas de Manglar, en 2002.</p> <p>En estos ecosistemas se prohíbe cualquier obra, industria o actividad que se localice dentro del área del manglar, y que destruya su cobertura forestal o altere los procesos ecológicos del ecosistema, exceptuando las labores comunitarias de acuicultura artesanal que no causen detrimento al manglar, y que sean debidamente aprobadas por las entidades administrativas de los recursos naturales competentes (Resolución Minambiente 1602 de 1995)</p>
	<p>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 su artículo 2°, la existencia de ecosistemas de importancia estratégica para la conservación de recursos hídricos, entendiéndolos como aquellos que garantizan la oferta de servicios ecosistémicos relacionados con el ciclo hidrológico y, en general, con los procesos de regulación disponibilidad del recurso hídrico en un área determinada.</p>
	<p>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, y por ello Minambiente desarrolló un Plan de Acción Nacional de lucha contra la Desertificación y la Sequía (PAN) 2005, con el cual se busca adelantar acciones para el manejo sostenible de los ecosistemas de las zonas secas, así como la aplicación de medidas prácticas que permitan prevenir, detener y revertir procesos degradativos y contribuir al desarrollo sostenible de las zonas afectadas.</p>
<p>Distinciones internacionales</p>	<p>Agrupar 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.</p> <p>El soporte legal de estos implica que se supediten o puedan modificar algunos elementos de la producción comercial, sin que ello represente una restricción misma al uso o la reducción de la aptitud del territorio para su implementación. Por este motivo requieren detalles adicionales que deben ser estudiados en conjunto con las autoridades ambientales competentes.</p>

Condicionante	Descripción
<p>Distinciones internacionales</p>	<p>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.</p> <p>En el ejercicio de zonificación de aptitud se consideran las siguientes distinciones internacionales:</p> <p>Convenio Ramsar: este convenio está referido a la protección de humedales; en él se define una zona húmeda o humedal como <i>"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"</i> (Unesco, 1994).</p> <p>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 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.</p> <p>Reservas de la Biosfera: áreas geográficas representativas de la diversidad de hábitats del planeta. Ya sean ecosistemas terrestres o marítimos, estas áreas se caracterizan por ser sitios que no son exclusivamente protegidos, sino que pueden albergar a comunidades humanas que vivan de actividades económicas sustentables que no pongan en peligro el valor ecológico del sitio. Una vez designado el nombramiento, la reserva queda reconocida internacionalmente, pero bajo soberanía de los respectivos Estados, quienes deben asegurar el cumplimiento y mantenimiento de las características excepcionales que hicieron posible la nominación.</p>
	<p>En Colombia existen: Cinturón Andino, El Tuparro, Sierra Nevada de Santa Marta, Ciénaga Grande de Santa Marta, <i>Seaflower</i>).</p> <p>Tierras de las comunidades negras: son las titulaciones colectivas de las comunidades negras. De acuerdo con el artículo 5° de la Ley 70 de 1993, <i>"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"</i>.</p> <p>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).</p> <p>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).</p> <p>En las Zonas de Reserva Campesina la acción del Estado tendrá en cuenta, además de los anteriores principios orientadores, las reglas y criterios sobre ordenamiento ambiental territorial, la efectividad de los derechos sociales, económicos y culturales de los campesinos, su participación en las instancias de planificación y decisión regionales y las características de las modalidades de producción.</p>

Condicionante	Descripción
<p>Áreas de protección cultural y social</p>	<p>Áreas de resguardos indígenas: Los resguardos indígenas son una institución legal y sociopolítica de carácter especial, conformada por una o más comunidades indígenas, que con un título de propiedad colectiva goza de las garantías de la propiedad privada, poseen su territorio y se rigen para el manejo de este y su vida interna por una organización autónoma amparada por el fuero indígena y su sistema normativo propio (Decreto Minagricultura 2164 de 1995).</p> <p>Conforme a los artículos 63 y 329 de la Constitución Política, tienen el carácter de inalienables, imprescriptibles e inembargables. El condicionante se fundamenta en lo establecido por Constitución Política de Colombia (artículos 63 a 329), la Ley 21 de 1991 y el Convenio OIT 169 de 1989.</p> <p>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).</p> <p>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, donde permite la realización de labores de agricultura tradicional y restringe el desarrollo de agricultura mecanizada en las áreas de potencial muy alto.</p>
<p>Zonas de Reserva Forestal Nacional, Ley 2ª de 1959, tipo B y C</p>	<p>Zonas de Reserva Forestal Nacional de Ley 2ª de 1959, tipo 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 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.</p> <p>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).</p> <p>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).</p> <p>Sustracciones de las reservas forestales de Ley 2ª de 1959: de acuerdo con el numeral 18, artículo 5° de la Ley 99 de 1993, en concordancia con el Decreto-Ley 3570 de 2011, facultó al hoy 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.</p>

Figura 14. Mapa de condicionantes legales



3.5. Análisis multicriterio

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

Los criterios pueden ser de dos tipos: factores (donde se definen los niveles de aptitud) o restricciones (de carácter técnico, normativo o técnico-normativo), 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 usadas es el proceso analítico jerárquico (AHP), desarrollado por el matemático Thomas Saaty; consiste en formalizar la comprensión intuitiva de problemas complejos mediante la construcción de un modelo jerárquico. El propósito de este método es permitir que los agentes decisores (expertos consultados) puedan

estructurar un problema multicriterio en forma visual mediante la construcción de un modelo jerárquico.

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

Una vez construido el modelo jerárquico, se realizaron comparaciones entre pares de dichos elementos (criterios), se atribuyeron valores numéricos a las preferencias señaladas por las personas y se entregó una síntesis de las mismas mediante la agregación de esos juicios parciales. El fundamento del proceso de Saaty se basó en dar valores numéricos a los juicios emitidos por las personas, con lo cual se logró medir cómo contribuyó cada elemento de la jerarquía al nivel inmediatamente superior del cual se desprendió. Para estas comparaciones se utilizaron escalas de razón en términos de preferencia, importancia o probabilidad, sobre la base de una escala numérica propuesta por Saaty (Tabla 19).

Tabla 19. Escala de preferencia o importancia dentro del proceso analítico jerárquico

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

3.5.2. Matriz del proceso analítico jerárquico

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

La tabla 20 muestra que 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 $1/a_{ij}$.

Tabla 20. Esquema de la matriz de comparación a nivel de criterio

$A =$

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

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 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:

$$(P_1 * \text{criterio1}) + (P_2 * \text{criterio2}) + \dots + (P_n * \text{criterio}_n)$$

Donde:

n = número de criterios

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

La tabla 21 presenta la matriz de evaluación multicriterio para la zonificación de aptitud del cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial para los componentes físicos y socioecosistémicos. Por su parte, la tabla 22 muestra la matriz de evaluación multicriterio para el componente socioeconómico.

Tabla 21. Matriz de evaluación multicriterio del componente biofísico para la zonificación de aptitud del cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial

criterios	Condiciones climáticas	Capacidad de laboreo	Disponibilidad de nutrientes	Condiciones de enraizamiento y tuberización	Toxicidad por sales, sodio y aluminio	Apropiación de agua	Disponibilidad de humedad	Disponibilidad de oxígeno	Susceptibilidad a la pérdida de suelos	Susceptibilidad fitosanitaria	Cambio de cobertura	Integridad ecológica	Variación del contenido estimado de carbono	Pesos ponderados (%)
Condiciones climáticas														22,3
Capacidad de laboreo	1/3													17,0
Disponibilidad de nutrientes	1/3	1/3												14,5
Condiciones de enraizamiento y tuberización	1/3	1/3	1/3											10,6
Toxicidad por sales, sodio y aluminio	1/5	1/3	1/3	1/3										9,6
Apropiación de agua	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3									7,5
Disponibilidad de humedad	1/5	1/5	1/5	1/3	1/5	1/3								5,1
Disponibilidad de oxígeno	1/5	1/5	1/5	1/3	1/5	1/3	1/3							4,3
Susceptibilidad a la pérdida de suelos	1/7	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1/3	1/3						3,2
Susceptibilidad fitosanitaria	1/7	1/7	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1/3					2,2
Cambio de cobertura	1/7	1/7	1/7	1/5	1/7	1/7	1/5	1/5	1/5	1/3				1,6
Integridad ecológica	1/7	1/7	1/9	1/7	1/7	1/7	1/5	1/5	1/5	1/3	1/3			1,3
Variación del contenido estimado de carbono	1/7	1/7	1/9	1/7	1/7	1/7	1/7	1/7	1/7	1/5	1/3	1/5		0,8

Tabla 22. Matriz de evaluación multicriterio del componente socioeconómico para la zonificación de aptitud del cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial

Criterios	Dinámica del mercado de tierras	Infraestructura y logística	Disponibilidad de mano de obra	Indicadores económicos	Asociatividad e institucionalidad	Seguridad ciudadana	Condiciones de vida	Pesos ponderados (%)
Dinámica del mercado de tierras	1							36,5
Infraestructura y logística	1/3	1						26,7
Disponibilidad de mano de obra	1/3	1/5	1					13,2
Indicadores económicos	1/5	1/3	1	1				12,3
Asociatividad e institucionalidad	1/5	1/5	1/5	1/3	1			5,9
Seguridad ciudadana	1/7	1/7	1/5	1/5	1/3	1		3,4
Condiciones de vida	1/9	1/9	1/7	1/7	1/5	1/3	1	2,0

La tabla 23 muestra la matriz de paso mediante la cual se cruzan los criterios físico-socioecosistémicos y los criterios socioeconómicos para la generación

del mapa integrado de la zonificación de aptitud del cultivo de papa de la variedad Diacol Capiro para uso industrial en Colombia, escala 1:100.000.

Tabla 23. Matriz de paso para el cruce de componentes para la zonificación de aptitud del cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial

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

Se combinó la información de los criterios considerados en la zonificación realizando una suma lineal ponderada; a los criterios se les aplicaron los pesos calculados para cada uno y se obtuvieron

los mapas preliminares de zonificación de aptitud para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial, que fueron validados con expertos de la cadena.

$$S = \sum W_i * X_i$$

Donde:

S = mapa con categorías de aptitud

W_i = peso del criterio i

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

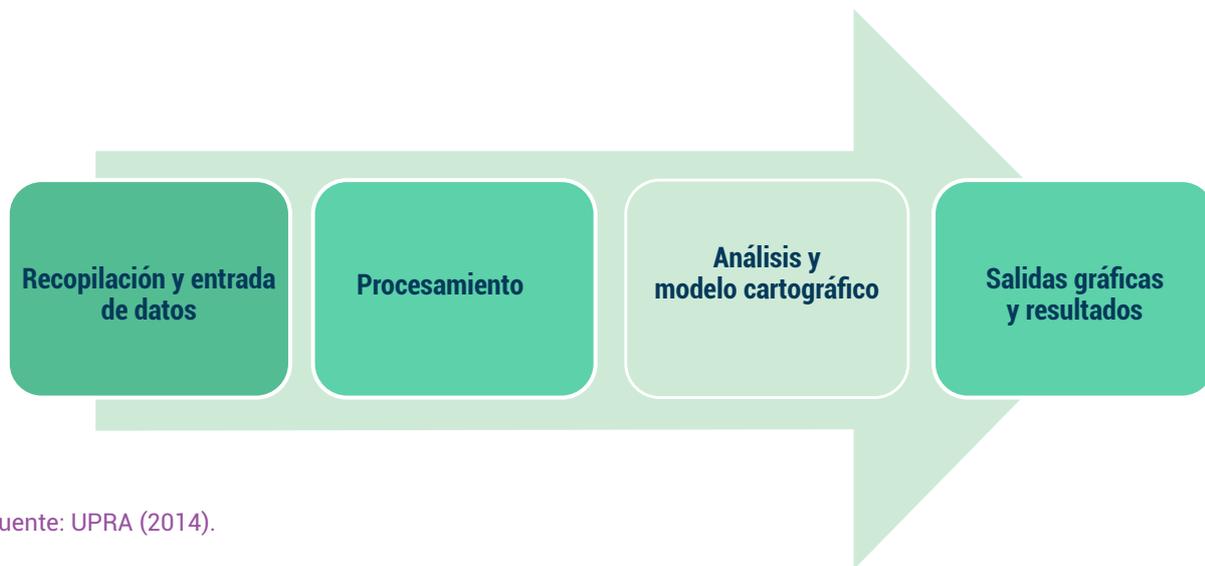
3.6. Análisis espacial y modelo cartográfico

El análisis espacial es una herramienta ampliamente utilizada por la mayoría de las ciencias porque permite una aproximación cuantitativa para detectar, mostrar y explicar los patrones espaciales

más importantes que se encuentran en un grupo de datos localizados en el espacio, con el objeto de lograr un fin determinado. Una parte importante de esta fase son las técnicas o herramientas de análisis espacial, que incluyen un amplio conjunto de operadores o algoritmos que se ejecutan sobre una o varias capas de información (generalmente *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 tecnificado de papa. Los pasos usados por la Oficina de Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC) de la UPRA se presentan en la figura 15.

Figura 15. Proceso de análisis de información espacial para la obtención del mapa de zonificación de aptitud



Fuente: UPRA (2014).

- **Recopilación de información:** consistió en la búsqueda, solicitud y evaluación de la información (espacial y alfanumérica) usada por los diferentes componentes. Esta información provino de entidades oficiales relacionadas con la producción de la misma.
- **Procesamiento de la información:** abarcó una serie de procedimientos encaminados

a que la información se encuentre en la forma adecuada para su análisis. Una de las operaciones más comunes utilizadas fueron los procesos de reclasificación y generalización temática, los cuales se emplearon para la estandarización o 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 a nivel de variable y criterio generados por cada componente, la integración de estas capas ponderando su valor de acuerdo con los resultados del

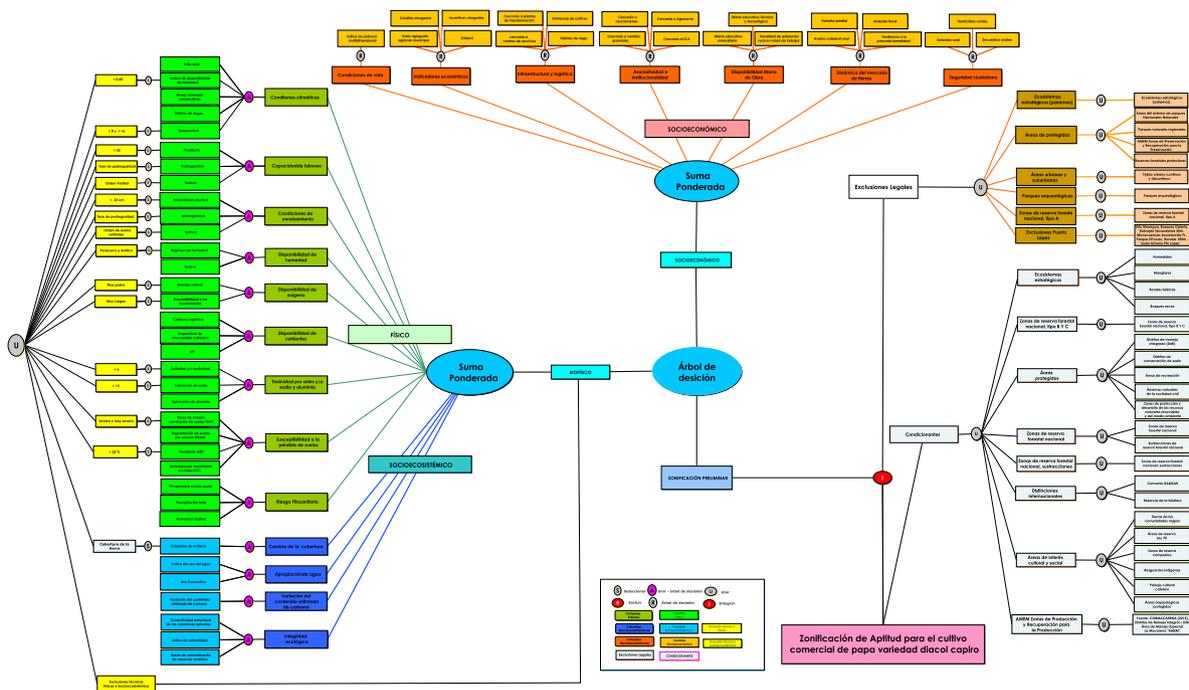
análisis multicriterio y la integración de las exclusiones legales y condicionantes.

- Uno de los procedimientos de mayor uso en esta fase fue el álgebra de mapas, una serie de procedimientos que, operando sobre una o varias capas en información –en este caso los mapas generados de cada criterio–, permitían obtener información derivada cuyo resultado fue el mapa de zonificación de aptitud.

- Salidas gráficas y resultados: consiste en la presentación, a manera de mapas y estadísticas por departamento y municipio, de las zonas aptas y no aptas para el cultivo tecnificado de papa. Estas salidas fueron soportadas dentro de la geodatabase (GDB) del proyecto.

En la figura 16 se identifica el modelo cartográfico integral para la zonificación de aptitud del cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial en Colombia.

Figura 16. Modelo cartográfico integral



3.7. Proceso de validación de los mapas

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

- Trabajo conjunto con representantes de Fedepapa e industrias de procesamiento en bastones y hojuelas, mediante talleres de discusión para realimentar el proceso.
- Recorridos de campo para validar los criterios, variables, rangos y unidades

cartográficas definidas de manera preliminar para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial, con el fin de efectuar los ajustes necesarios para la obtención del mapa de aptitud integrado.

En la figura 17 se presenta la estrategia adelantada para la socialización y validación del proyecto de zonificación de aptitud del cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial en Colombia, a escala 1:100.000.

Figura 17. Estrategia de socialización y validación de la zonificación de aptitud



Fuente: UPRA (2014).

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

En función de presentar la metodología, discutir los criterios, variables y rangos de aptitud, así como evaluar los diferentes mapas generados durante el desarrollo del ejercicio, se adelantaron jornadas de socialización del proyecto de zonificación de aptitud con representantes del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, de las principales industrias de procesamiento de papa, Fedepapa y otros actores de la cadena como ICA y Agrosavia. En estas actividades se logró identificar información relevante y realimentar el trabajo desarrollado por la UPRA.

Esta etapa empezó en 2017 con una reunión de socialización en la sede de Fedepapa en la ciudad de Bogotá. El objeto de esta reunión fue exponer la metodología desarrollada por la UPRA para la zonificación de aptitud del cultivo comercial de papa en Colombia, a escala 1:100.000, según rangos de aptitud y exponer los resultados. Se programaron reuniones de trabajo con delegados de industrias de procesamiento para analizar los componentes físico y socioeconómico, y para el análisis de componente socioecosistémico, así como mantener los criterios y variables de la zonificación de papa publicada por la UPRA en 2016 con las actualizaciones necesarias para la variedad Diacol Capiro, por ser la materia prima de mayor demanda por parte de la industria nacional.

La primera reunión de trabajo se realizó en la ciudad de Bogotá, en la sede de Fedepapa el día 26 de septiembre de 2017 en la que participaron representantes de Fedepapa-FNFP, el Secretario Técnico del CNP, delegados de empresas del

sector privado como McCain Colombia, PepsiCo Colombia, Productos Yupi S.A.S. y Frozen Express, y profesionales de la UPRA. En esta oportunidad se analizó el componente físico en sus subcomponentes climático, edáfico y fitosanitario (Figura 18).

Figura 18. Registro fotográfico del taller de socialización en Fedepapa (Bogotá). Septiembre 26 de 2017



Una segunda reunión se efectuó el día 31 de octubre de 2017 en las instalaciones de Fedepapa en la ciudad de Bogotá, con representantes de industrias y el gremio, con el fin de analizar y acordar los criterios, variables y rangos del componente socioeconómico.

Como parte de la metodología, se adelantaron visitas a zonas productoras donde se observaron cultivos y aspectos relacionados con los componentes socioecosistémicos y socioeconómicos. Dentro

de los recorridos de campo, el día 19 de abril de 2018 se adelantó una reunión en las instalaciones de la agroindustria Frozen Express ubicada en la vía Autopista Medellín, km 2,5 en la vía a la vereda Parcelas, municipio de Cota, departamento de Cundinamarca. En esta oportunidad se logró conocer la logística de adquisición de la papa destinada al proceso de precocido, prefrito, congelado, una visión general del procesamiento del tubérculo y las características de la planta de producción (Figura 19).

Figura 19. Registro fotográfico de la reunión en Frozen Express. Abril 19 de 2018



Una tercera reunión se llevó a cabo el día 11 de octubre de 2018 en el Hotel Tequendama, en la ciudad de Bogotá con representantes del Minagricultura, Fedepapa, McCain Colombia, Productos Ricos Ltda., Agrosavia y el ICA para precisar algunos aspectos del

subcomponente físico (subcomponentes climático y edáfico), presentar los criterios del componente socioecosistémico, y definir variables y rangos del componente socioeconómico (Figura 20).

Figura 20. Registro fotográfico de la reunión en Hotel Tequendama (Bogotá). Octubre 11 de 2018

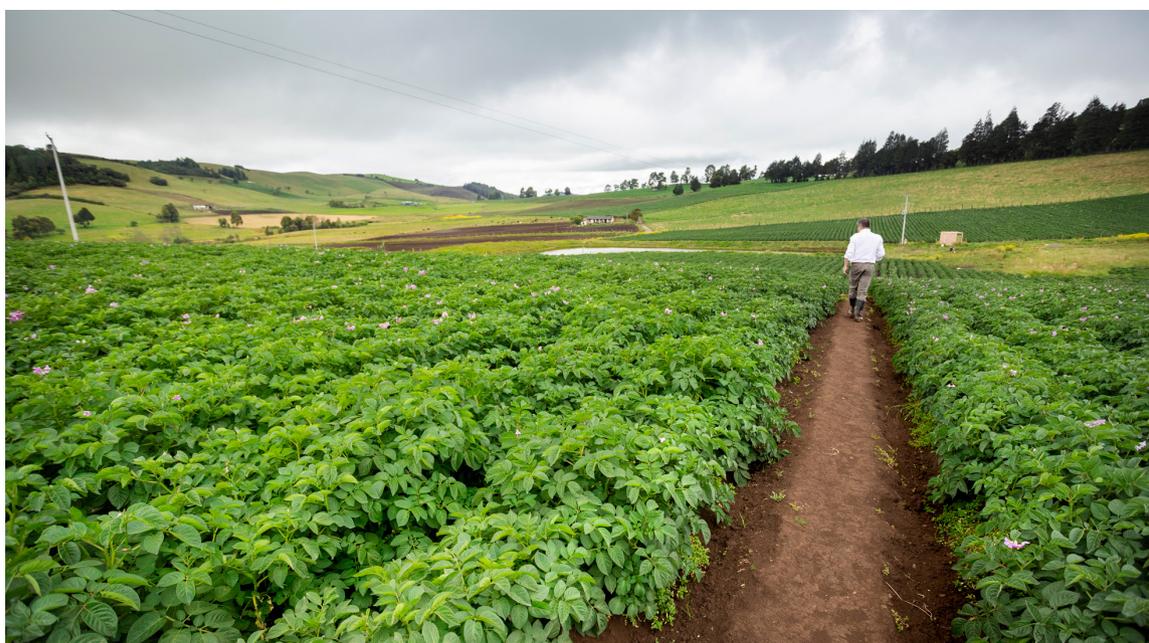


Igualmente, se precisó que el análisis de esta zonificación está enmarcado en la frontera agrícola nacional y, en su metodología, se contempla la unión de los componentes físico y socioecosistémico (biofísico) que se compara con el componente socioeconómico, mediante una matriz de paso.

3.7.2. Validación en campo

Durante los días 19 y 20 de abril de 2018, se adelantó una validación preliminar mediante un recorrido que comprendió los municipios de Cota y Subachoque (zona apta) y Tausa (zona no apta) en Cundinamarca, y Ventaquemada en Boyacá. La figura 21 muestra aspectos del recorrido de campo efectuado.

Figura 21. Registro fotográfico de los recorridos de campo, departamento de Cundinamarca







4 . Resultados

4. Resultados

Teniendo en cuenta que la papa es un cultivo semestral, para la zonificación de aptitud de la variedad Diacol Capiro a escala 1:100.000 en Colombia, se identificó e integró el criterio condiciones climáticas para los dos semestres agrícolas. De esta manera, los resultados se presentan para los dos semestres.

industriales en Colombia, escala 1:100.000, mostró que, para el primer semestre agrícola, se dispone de 510.475 ha aptas para el cultivo, lo que equivale a 1,3 % de la frontera agrícola nacional. De las áreas aptas, el 41,1 % corresponde a una aptitud alta (A1); el 30,9 %, a aptitud media (A2) y el 28,0 %, a aptitud baja (A3) (Tabla 24 y figura 22).

4.1. Primer semestre agrícola (marzo-agosto)

El mapa de zonificación de aptitud del cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro con fines

Tabla 24. Áreas según categorías de aptitud para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial en Colombia (ha). Primer semestre agrícola

	Categoría	Área (ha)	Ocupación (%)	% Frontera agrícola¹
A1	Aptitud alta	209.645	0,18	0,53
A2	Aptitud media	157.811	0,14	0,40
A3	Aptitud baja	143.019	0,13	0,36
	Total, área apta	510.475	0,45	1,30
N1	No apto técnico	86.566.740	75,89	
N2	Exclusiones legales	26.997.755	23,67	

¹ Frontera agrícola nacional: 39.239.481 ha

Figura 22. Mapa de zonificación de aptitud para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial en Colombia, a escala 1:100.000. Primer semestre agrícola



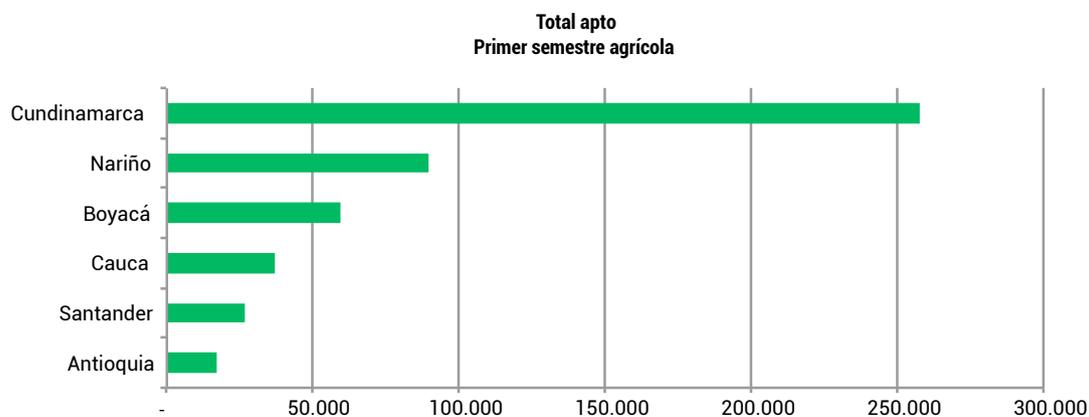
Los departamentos de Cundinamarca (50,5 %), Nariño (17,5 %), Boyacá (11,6 %), Cauca (7,2 %), Santander (5,2 %) y Antioquia (3,3 %) cuentan con el 95,4 % del área apta para el establecimiento del

cultivo tecnificado de papa de la variedad Diacol Capiro para uso industrial, durante el primer semestre agrícola. En conjunto, estos seis departamentos cuentan con 486.794 ha aptas (Tabla 25 y figura 23).

Tabla 25. Áreas aptas por departamento para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial en Colombia (ha). Primer semestre agrícola

Departamento	Aptitud alta (A1)	Aptitud media (A2)	Aptitud baja (A3)	Total apto
Cundinamarca	111.148	93.849	52.826	257.823
Nariño	66.824	16.185	6435	89.444
Boyacá	21.655	19.214	18.500	59.368
Cauca	3001	15.258	18.680	36.939
Santander	217	3302	22.885	26.404
Antioquia	4171	5376	7268	16.816
Putumayo	1303	2639	6701	10.642
Tolima	-	646	4153	4799
Huila	539	354	2265	3158
Caldas	426	656	1925	3006
Norte de Santander	360	0	643	1003
Valle del Cauca	-	158	555	714
Quindío	-	175	50	225
Risaralda	-	-	135	135
Vichada	-	-	-	-
Vaupés	-	-	-	-
Sucre	-	-	-	-
San Andrés, Providencia y Santa Catalina	-	-	-	-
Meta	-	-	-	-
Magdalena	-	-	-	-
La Guajira	-	-	-	-
Guaviare	-	-	-	-
Guainía	-	-	-	-
Córdoba	-	-	-	-
Chocó	-	-	-	-
Cesar	-	-	-	-
Casanare	-	-	-	-
Caquetá	-	-	-	-
Bolívar	-	-	-	-
Atlántico	-	-	-	-
Arauca	-	-	-	-
Amazonas	-	-	-	-
Total, nacional	209.645	157.811	143.019	510.475

Figura 23. Principales departamentos con aptitud para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial en Colombia (ha). Primer semestre agrícola



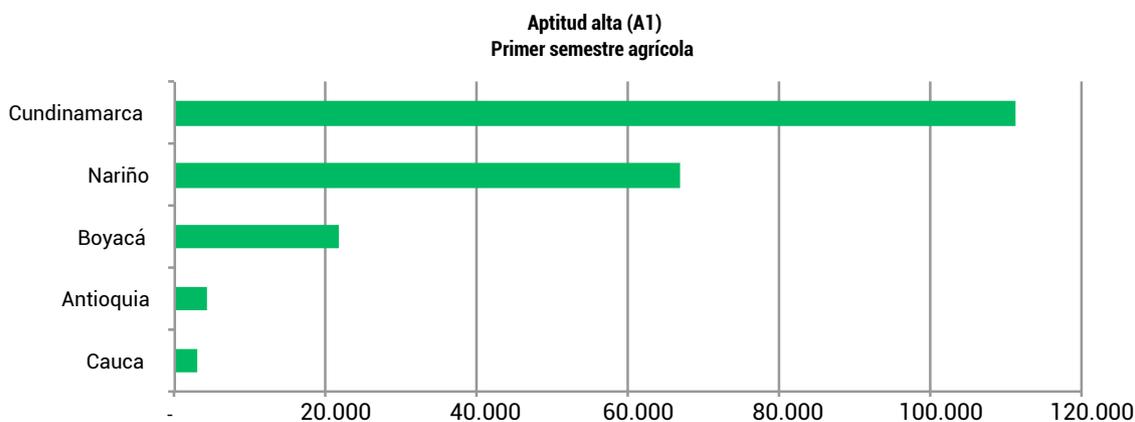
Los departamentos de Cundinamarca, Nariño, Boyacá, Antioquia y Cauca, presentan la mayor superficie con aptitud alta (A1) para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso

industrial en el primer semestre agrícola. Estos cinco departamentos suman 206.800 ha, que equivalen a 98,6 % del área con aptitud alta (A1) para este cultivo (Tabla 26 y figura 24).

Tabla 26. Áreas de aptitud alta (A1) de los principales departamentos para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial en Colombia (ha). Primer semestre agrícola

Departamento	Aptitud alta (A1)
Cundinamarca	111.148
Nariño	66.824
Boyacá	21.655
Antioquia	4171
Cauca	3001

Figura 24. Principales departamentos con aptitud alta (A1) para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial en Colombia (ha). Primer semestre agrícola



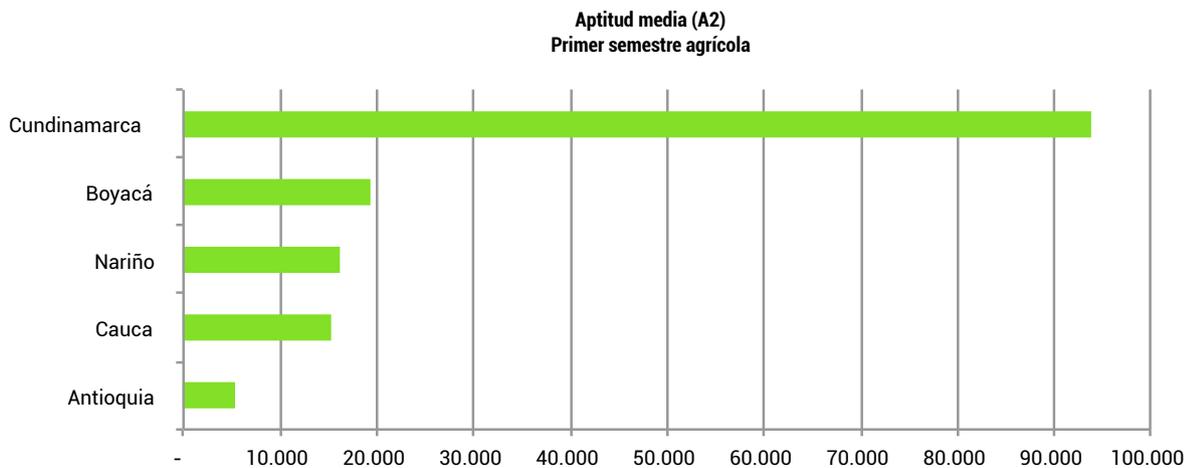
Los principales departamentos con aptitud media (A2) para el cultivo tecnificado de papa de la variedad Diacol Capiro para uso industrial en Colombia para el primer semestre agrícola son Cundinamarca,

Boyacá, Nariño, Cauca y Antioquia, que suman 149.881 ha, que equivalen a 95,0 % del área con aptitud media (A2) para este cultivo (Tabla 27 y figura 25).

Tabla 27. Áreas con aptitud media (A2) de los principales departamentos para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial en Colombia (ha). Primer semestre agrícola

Departamento	Aptitud media (A2)
Cundinamarca	93.849
Boyacá	19.214
Nariño	16.185
Cauca	15.258
Antioquia	5376

Figura 25. Principales departamentos con aptitud media (A2) para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial en Colombia (ha). Primer semestre agrícola



Asimismo, los departamentos que cuentan con la mayor área de aptitud baja (A3) son Cundinamarca, Santander, Cauca, Boyacá y Antioquia, con 120.158 ha potenciales para el desarrollo de este cultivo.

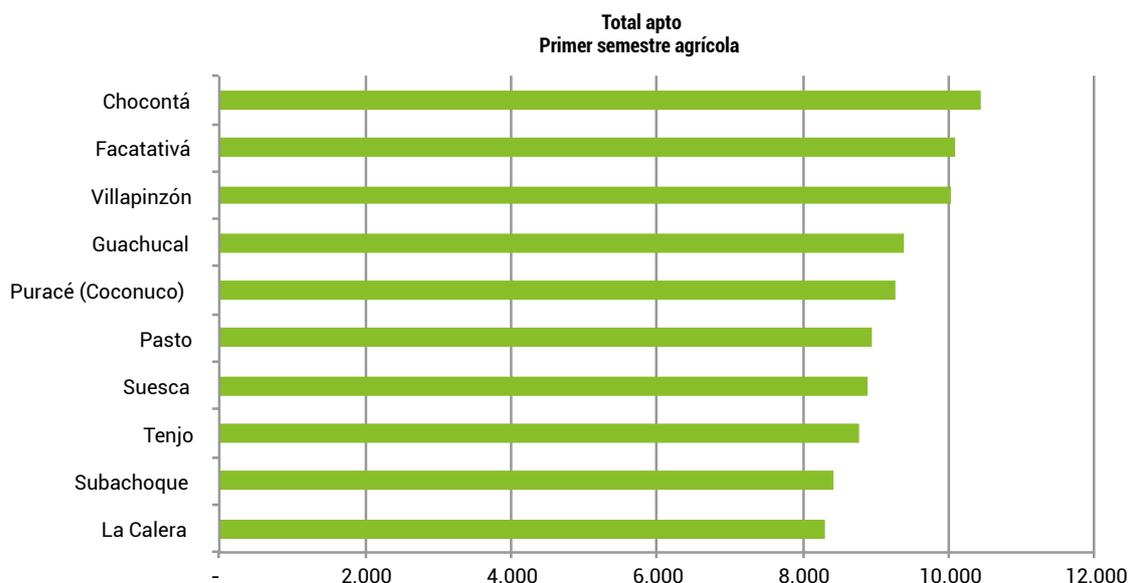
De otra parte, los municipios que cuentan con la mayor superficie apta para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial en Colombia, para el primer semestre agrícola

son: Chocontá, Facatativá y Villapinzón en el departamento de Cundinamarca, (10.429 ha, 10.088 ha y 10.019 ha, respectivamente); Guachucal en el departamento de Nariño (9382 ha); Puracé en el departamento de Cauca (9274 ha); Pasto en el departamento de Nariño (8945 ha); Suesca, Tenjo, Subachoque y La Calera en el departamento de Cundinamarca (8875 ha, 8767 ha, 8429 ha y 8307 ha, respectivamente) (Tabla 28 y figura 26).

Tabla 28. Áreas aptas de los principales municipios, para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial en Colombia (ha). Primer semestre agrícola

Municipio	Aptitud alta (A1)	Aptitud media (A2)	Aptitud baja (A3)	Total apto
Chocontá	6363	3999	67	10.429
Facatativá	9460	627	-	10.088
Villapinzón	4060	5734	225	10.019
Guachucal	9169	212	0	9382
Puracé (Coconuco)	726	4859	3688	9274
Pasto	7268	1675	2	8945
Suesca	1697	6453	726	8875
Tenjo	8345	423	-	8767
Subachoque	2849	5579	-	8429
La Calera	5318	2977	12	8307

Figura 26. Principales municipios con aptitud para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial en Colombia (ha). Primer semestre agrícola



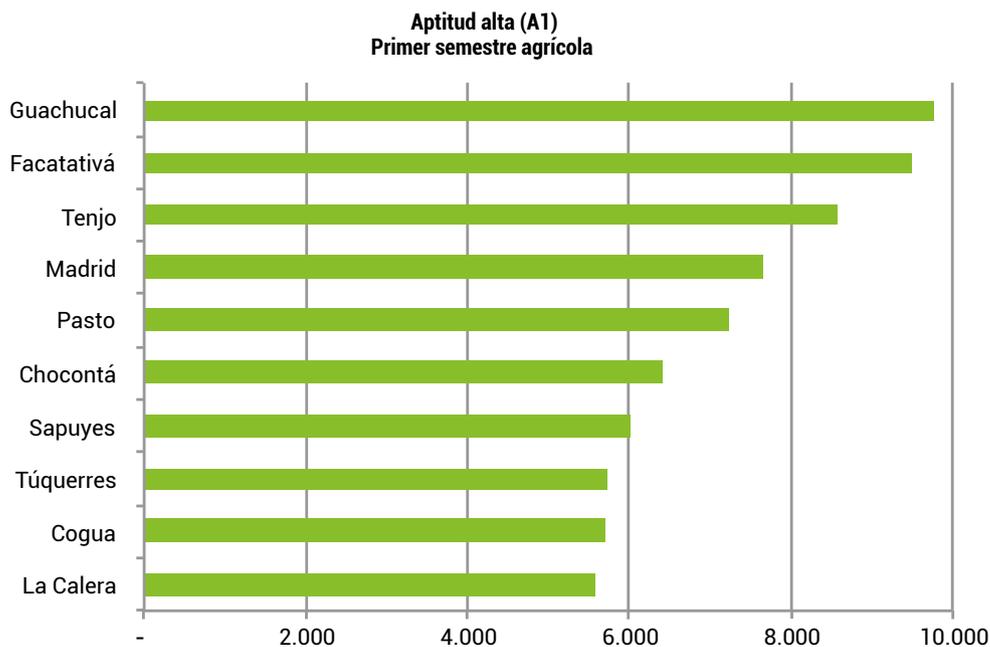
Por su parte, los principales municipios con aptitud alta (A1) para el cultivo tecnificado de papa de la variedad Diacol Capiro para uso industrial durante el primer semestre agrícola, se concentran en los departamentos de Cundinamarca y Nariño, así: Facatativá en el departamento de Cundinamarca (9460 ha), Guachucal en el departamento de Nariño (9169 ha), Tenjo y Madrid en el departamento de

Cundinamarca (8345 ha y 7673 ha, respectivamente), Pasto en el departamento de Nariño (7268 ha); Chocontá en el departamento de Cundinamarca (6363 ha), Sapuyes y Túquerres en el departamento de Nariño (6008 ha y 5725 ha, respectivamente); Cogua, La Calera y Funza en el departamento de Cundinamarca (5672 ha, 5318 ha y 4966 ha, respectivamente) (Tabla 29 y figura 27).

Tabla 29. Áreas con aptitud alta (A1) de los principales municipios, para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial en Colombia (ha). Primer semestre agrícola

Municipio	Aptitud alta (A1)
Facatativá	9460
Guachucal	9169
Tenjo	8345
Madrid	7673
Pasto	7268
Chocontá	6363
Sapuyes	6008
Túquerres	5725
Cogua	5672
La Calera	5318
Funza	4966

Figura 27. Principales municipios con aptitud alta (A1) para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial en Colombia (ha). Primer semestre agrícola



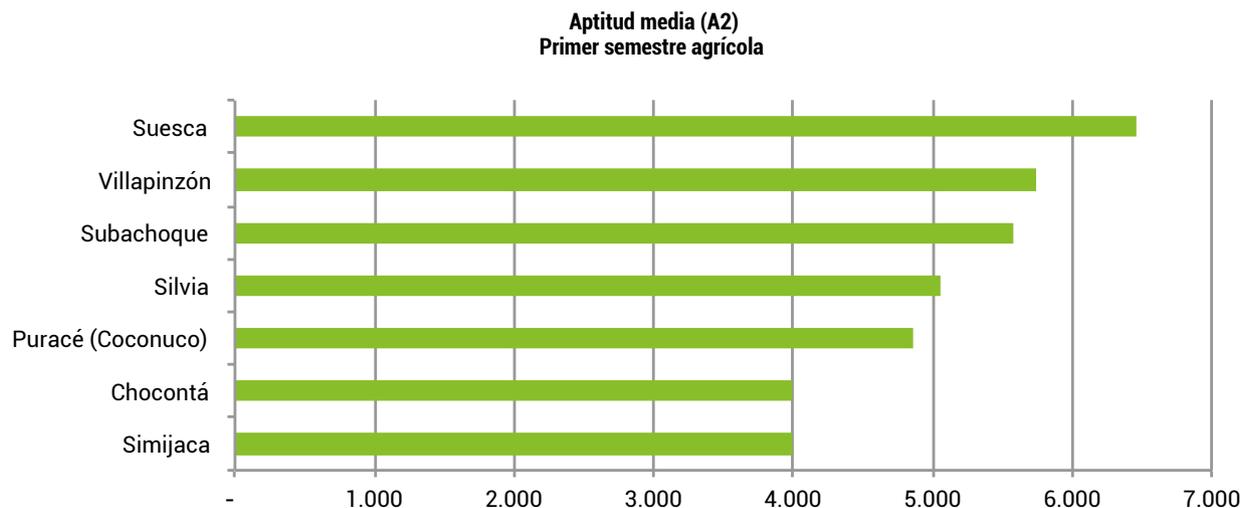
Por su parte, los municipios que cuentan con la mayor superficie con aptitud media (A2) se localizan en los departamentos de Cundinamarca y Cauca, así: Suesca, Villapinzón y Subachoque en el departamento de Cundinamarca (6453 ha, 5734

ha y 5579 ha, respectivamente); Silvia y Puracé, en el departamento de Cauca (5061 ha y 4859 ha, respectivamente); Chocontá y Simijaca (3999 ha y 3985 ha, respectivamente) (Tabla 30 y figura 28).

Tabla 30. Áreas de aptitud media (A2) de los principales municipios para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial en Colombia (ha). Primer semestre agrícola

Municipio	Aptitud media (A2)
Suesca	6453
Villapinzón	5734
Subachoque	5579
Silvia	5061
Puracé (Coconuco)	4859
Chocontá	3999
Simijaca	3985
Guachetá	3596
Tausa	3449
Lenguazaque	3302

Figura 28. Principales municipios con aptitud media (A2) para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial en Colombia (ha). Primer semestre agrícola



Por último, los municipios que cuentan con la mayor área potencial de aptitud baja (A3), para el primer semestre agrícola, están ubicados en Bogotá, Páez (Belalcázar), Junín, Puracé (Coconuco), Puente Nacional y Silvia.

4.2. Segundo semestre agrícola (septiembre-febrero)

El mapa de zonificación de aptitud del cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial en Colombia, escala 1:100000, mostró que, para el segundo semestre agrícola, se disponen de 509.122 ha aptas para el establecimiento y desarrollo del cultivo, lo que equivale a 1,3 % de la frontera agrícola nacional. De las áreas aptas, el

36,3 % corresponde a una aptitud alta (A1); el 34,6 %, a aptitud media (A2) y el 29,1 %, a aptitud baja (A3) (Tabla 31 y figura 29).

Tabla 31. Áreas según categorías de aptitud para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial en Colombia (ha). Segundo semestre agrícola

Categoría	Área (ha)	Ocupación (%)	% Frontera agrícola ¹
A1	Aptitud alta	184.735	0,16
A2	Aptitud media	175.974	0,15
A3	Aptitud baja	148.413	0,13
Total área apta		509.122	0,45
N1	No apto técnico	86.568.093	75,89
N2	Exclusiones legales	26.997.755	23,67

¹ Frontera agrícola nacional: 39.239.481 ha

Figura 29. Mapa de zonificación de aptitud para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial en Colombia, a escala 1:100.000. Segundo semestre agrícola



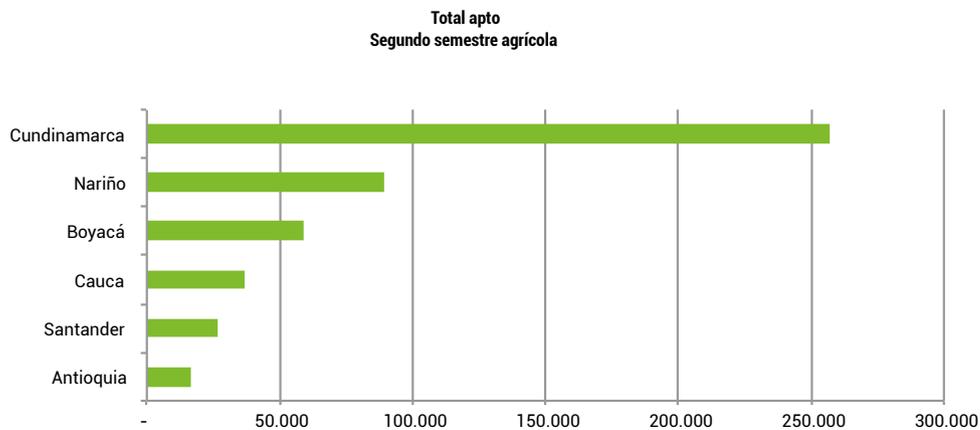
En su orden, los departamentos de Cundinamarca (50,5 %), Nariño (17,6 %), Boyacá (11,6 %), Cauca (7,2 %), Santander (5,2 %) y Antioquia (3,3 %) cuentan con el 95,4 % del área apta para el cultivo tecnificado

de papa de la variedad Diacol Capiro con destino a la transformación industrial, durante el segundo semestre agrícola. Estos seis departamentos cuentan con 485.484 ha aptas (Tabla 32 y figura 30).

Tabla 32. Áreas aptas por departamento para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial en Colombia (ha). Segundo semestre agrícola

Departamento	Aptitud alta (A1)	Aptitud media (A2)	Aptitud baja (A3)	Total apto
Cundinamarca	83.337	113.619	59.973	256.929
Nariño	67.747	15.692	5.960	89.399
Boyacá	19.340	19.969	19.979	59.288
Cauca	4568	13.712	18.574	36.854
Santander	370	4025	22.042	26.437
Antioquia	6681	3715	6180	16.576
Putumayo	1388	3647	5606	10.641
Tolima	51	687	4113	4851
Huila	696	251	2118	3066
Caldas	196	325	2484	3004
Norte de Santander	360	-	643	1003
Valle del Cauca	-	158	555	714
Quindío	-	175	50	225
Risaralda	-	-	135	135
Vichada	-	-	-	-
Vaupés	-	-	-	-
Sucre	-	-	-	-
San Andrés, Providencia y Santa Catalina	-	-	-	-
Meta	-	-	-	-
Magdalena	-	-	-	-
La Guajira	-	-	-	-
Guaviare	-	-	-	-
Guainía	-	-	-	-
Córdoba	-	-	-	-
Chocó	-	-	-	-
Cesar	-	-	-	-
Casanare	-	-	-	-
Caquetá	-	-	-	-
Bolívar	-	-	-	-
Atlántico	-	-	-	-
Arauca	-	-	-	-
Amazonas	-	-	-	-
Total nacional	184.735	175.974	148.413	509.122

Figura 30. Principales departamentos con aptitud para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial en Colombia (ha). Segundo semestre agrícola



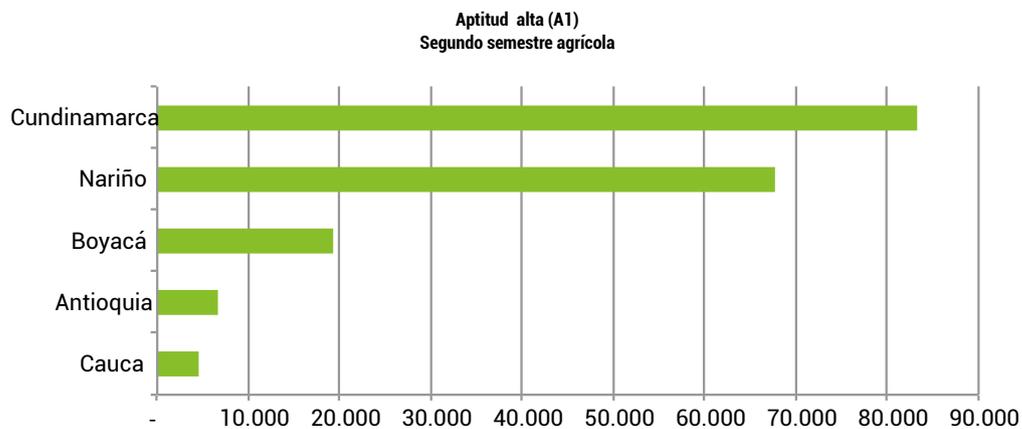
Los departamentos de Cundinamarca, Nariño, Boyacá, Antioquia y Cauca, presentan la mayor superficie con aptitud alta (A1) para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para

uso industrial para el segundo semestre agrícola. Estos cinco departamentos suman 181.672 ha, que equivalen a 98,3 % del área con aptitud alta (A1) para este cultivo (Tabla 33 y figura 31).

Tabla 33. Áreas de aptitud alta (A1) de los principales departamentos para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial en Colombia (ha). Segundo semestre agrícola

Departamento	Aptitud alta (A1)
Cundinamarca	83.337
Nariño	67.747
Boyacá	19.340
Antioquia	6.681
Cauca	4.568

Figura 31. Principales departamentos con aptitud alta (A1) para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial en Colombia (ha). Segundo semestre agrícola



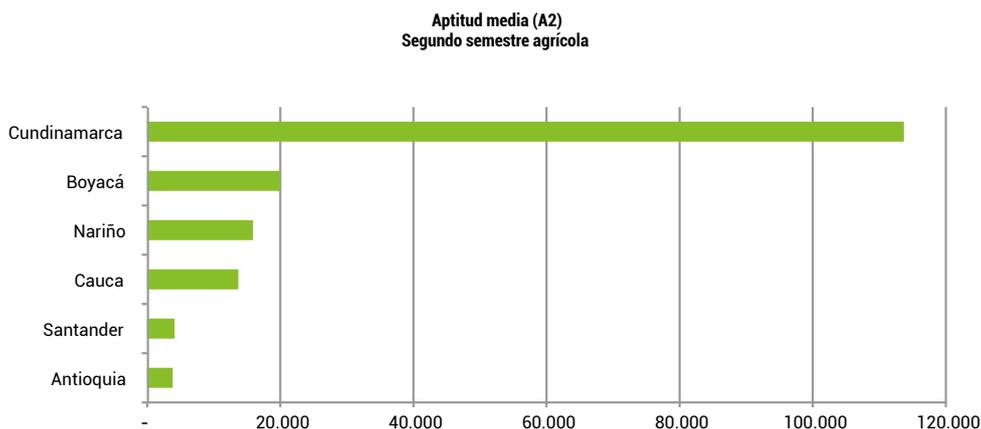
Para el segundo semestre agrícola, los principales departamentos con aptitud media (A2) para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro de uso industrial en Colombia son Cundinamarca,

Boyacá, Nariño, Cauca, Santander y Antioquia, que suman 170.732 ha, que equivalen a 97,0 % del área con aptitud media (A2) para este cultivo (Tabla 34 y figura 32)

Tabla 34. Áreas con aptitud media (A2) de los principales departamentos para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial en Colombia (ha). Segundo semestre agrícola

Departamento	Aptitud media (A2)
Cundinamarca	113.619
Boyacá	19.969
Nariño	15.692
Cauca	13.712
Santander	4025
Antioquia	3715

Figura 32. Principales departamentos con aptitud media (A2) para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial en Colombia (ha) Segundo semestre agrícola



Asimismo, los departamentos que cuentan con la mayor área de aptitud baja (A3) para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial en Colombia en el segundo semestre agrícola, son Cundinamarca, Santander, Boyacá, Cauca, Antioquia y Nariño, con un 89,4 % de las áreas con aptitud baja (A3), equivalentes a 132.709 ha potenciales.

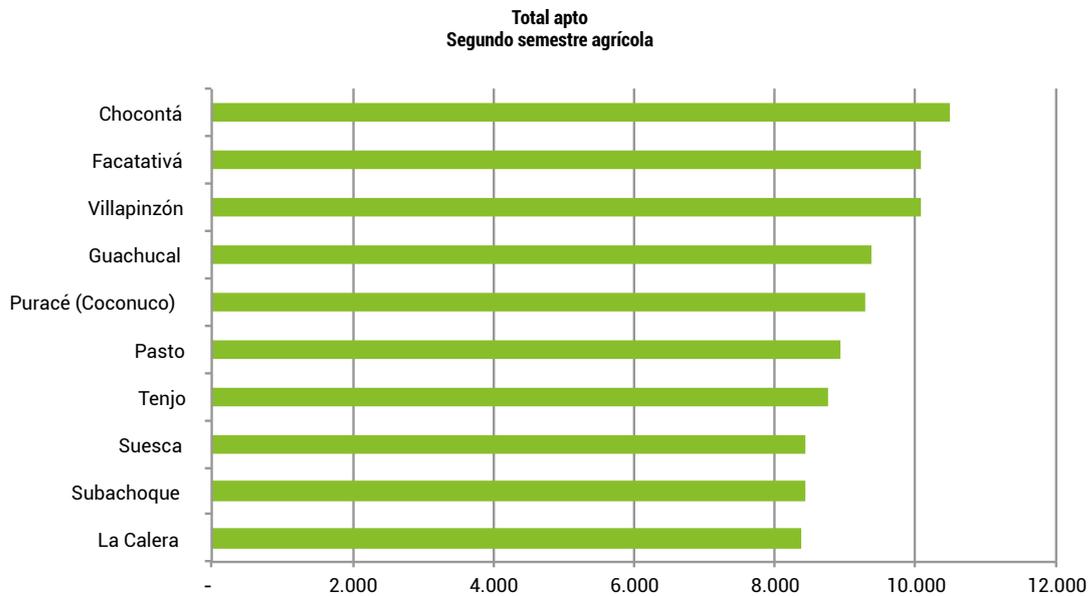
De otra parte, los municipios que cuentan con la mayor superficie apta para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial

en Colombia, para el primer semestre agrícola son: Chocontá, Facatativá y Villapinzón en el departamento de Cundinamarca, (10.499 ha, 10.088 ha y 10.072 ha, respectivamente); Guachucal en el departamento de Nariño (9383 ha); Puracé en el departamento de Cauca (9275 ha); Pasto en el departamento de Nariño (8945 ha); le siguen los municipios de Tenjo, Suesca, Subachoque y La Calera en el departamento de Cundinamarca (8767 ha, 8449 ha, 8430 ha y 8371 ha, respectivamente), para el segundo semestre agrícola (Tabla 35 y figura 33)

Tabla 35. Áreas aptas de los principales municipios, para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial en Colombia (ha). Segundo semestre agrícola

Municipio	Aptitud alta (A1)	Aptitud media (A2)	Aptitud baja (A3)	Total apto
Chocontá	817	9468	214	10.499
Facatativá	9448	640	-	10.088
Villapinzón	760	8518	793	10.072
Guachucal	9168	212	2	9383
Puracé (Coconuco)	783	4571	3921	9275
Pasto	7409	1533	2	8945
Tenjo	8345	423	-	8767
Suesca	445	7279	726	8449
Subachoque	2849	5581	-	8430
La Calera	2457	5902	12	8371

Figura 33. Principales municipios con aptitud para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial en Colombia (ha). Segundo semestre agrícola



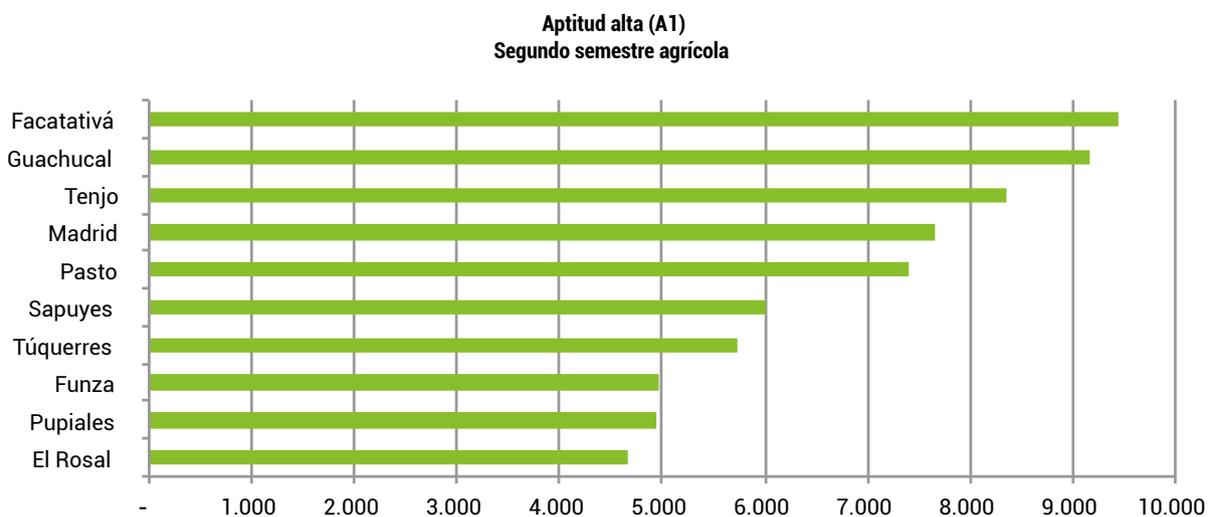
Asimismo, los principales municipios con aptitud alta (A1) para el cultivo tecnificado de papa de la variedad Diacol Capiro para uso industrial, durante el segundo semestre agrícola se concentran en los departamentos de Cundinamarca y Nariño, así: Facatativá en el departamento de Cundinamarca (9448 ha), Guachucal en el departamento de Nariño (9168 ha), Tenjo y Madrid en el departamento de

Cundinamarca (8345 ha y 7666 ha, respectivamente), Pasto, Sapuyes y Túquerres en el departamento de Nariño (7409 ha, 6008 ha y 5725 ha, respectivamente), Funza en el departamento de Cundinamarca (4966 ha); Pupiales en el departamento de Nariño (4943 ha) y El Rosal en el departamento de Cundinamarca (4663 ha) (Tabla 36 y figura 34)

Tabla 36. Áreas con aptitud alta (A1) de los principales municipios, para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial en Colombia (ha). Segundo semestre agrícola

Municipio	Aptitud alta (A1)
Facatativá	9448
Guachucal	9168
Tenjo	8345
Madrid	7666
Pasto	7409
Sapuyes	6008
Túquerres	5725
Funza	4966
Pupiales	4943
El Rosal	4663

Figura 34. Principales municipios con aptitud alta (A1) para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial en Colombia (ha). Segundo semestre agrícola



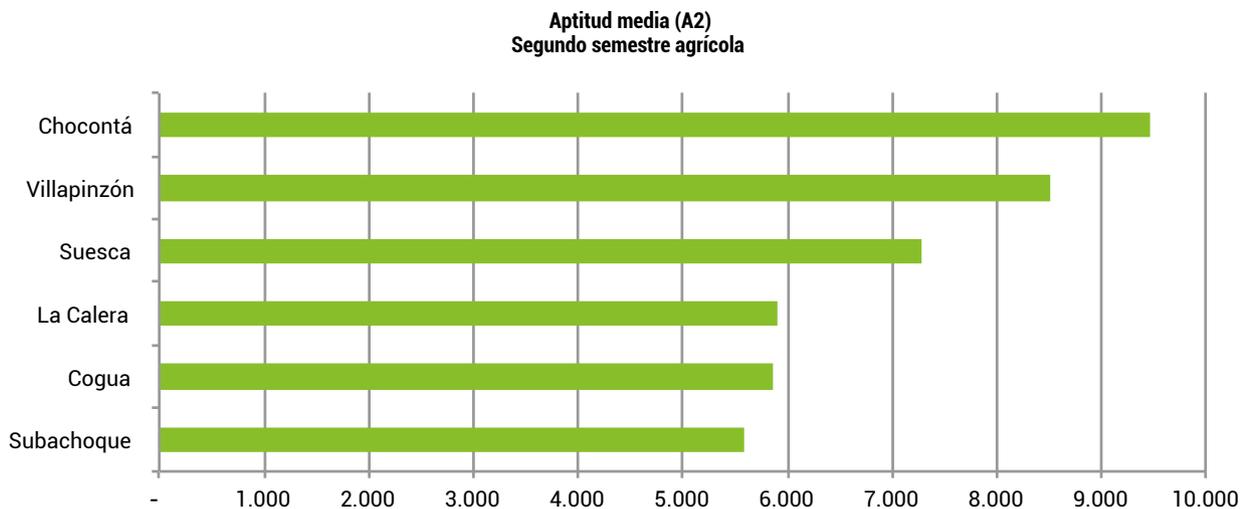
Los municipios que cuentan con la mayor superficie con aptitud media (A2) en el segundo semestre agrícola, se localizan en el departamento de

Cundinamarca: Chocontá, Villapinzón, Suesca, La Calera, Cogua y Subachoque que suman 42.609 ha aptas (Tabla 37 y figura 35).

Tabla 37. Áreas de aptitud media (A2) de los principales municipios para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial en Colombia (ha) Segundo semestre agrícola

Municipio	Aptitud media (A2)
Chocontá	9468
Villapinzón	8518
Suesca	7279
La Calera	5902
Cogua	5860
Subachoque	5581
Puracé (Coconuco)	4571
Simijaca	3930
Pasca	3864
Lenguazaque	3777

Figura 35. Principales municipios con aptitud media (A2) para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial en Colombia (ha). Segundo semestre agrícola



Por último, los municipios que cuentan con la mayor área de aptitud baja (A3), para el segundo semestre

agrícola, están ubicados en Bogotá, Páez, Junín, Puracé, Gachetá y Carmen de Carupa.

A person wearing a striped hat and denim jacket is shown from the side, holding a potato in their hand. The background is a field of harvested potatoes. The text "5 . Conclusiones" is overlaid on the image in a purple font.

5 . Conclusiones

5. Conclusiones

La zonificación de aptitud del cultivo de la papa de la variedad Diacol Capiro para uso industrial en Colombia, escala 1:100000, permite identificar las áreas geográficas que presentan condiciones apropiadas para el establecimiento y desarrollo de esta actividad agrícola, donde se puede promover el uso eficiente bajo condiciones de productividad, sostenibilidad y competitividad, lo cual ayudará a orientar las políticas para el desarrollo del subsector, buscando un mayor impacto en las inversiones y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural.

Colombia dispone de 510.476 ha aptas para el primer semestre agrícola y 509.122 ha aptas para el segundo semestre agrícola para el desarrollo de la actividad, lo cual equivale al 1,3 % de la frontera agrícola nacional (39.239.481 ha) y al 0,45 % del territorio nacional (114.074.970 ha).

Las áreas aptas en el primer semestre agrícola, el 41,1 % corresponde a aptitud alta (A1), el 30,9 % a aptitud media (A2) y el 28,0% a aptitud baja (A3); las zonas no aptas (N1) representan 86.566.740 ha; las exclusiones legales llegan a 26.997.755 ha.

Para el segundo semestre agrícola, el 36,3 % corresponde a aptitud alta (A1), el 34,6 % a aptitud media (A2) y el 29,1 % a aptitud baja (A3); las zonas no aptas (N1) representan 86.568.093 ha, en tanto que las exclusiones legales llegan a 26.997.755 ha.

El área de apta para la producción de papa de la variedad Diacol Capiro para uso industrial en Colombia se distribuye en 14 departamentos, donde Cundinamarca, Nariño, Boyacá, Cauca, Santander y Antioquia representan un 95,4 % promedio para los dos semestres agrícolas.

Los departamentos de Putumayo, Tolima, Huila, Caldas, Norte de Santander, Valle del Cauca, Quindío y Risaralda tan solo suman el 4,6 % del total del área apta en los dos semestres agrícola, con más de dos terceras partes, son de aptitud baja (A3).

Cundinamarca participa con el 50,5 % del área apta nacional y se constituye en el departamento de mayor potencial de siembra y producción de papa Diacol Capiro para uso industrial, le siguen Nariño y Boyacá con 17,6 % y 11,6 %, respectivamente.

En cuanto al área apta por departamento para los dos semestres, Nariño sobresale porque al menos 75 % corresponde a la categoría de aptitud alta (A1); mientras que para Santander solo representa 1 %. No obstante, Cundinamarca es el departamento que presenta mayor área de aptitud alta (A1) con 111.148 ha en el primer semestre agrícola y 83.337 ha para el segundo semestre agrícola.

Se determinó que los criterios de mayor importancia del componente biofísico (físico y socioecosistémico) son: condiciones climáticas, capacidad de laboreo, disponibilidad de nutrientes, condiciones de enraizamiento y tuberización, toxicidad por sales, sodio y aluminio, y apropiación de agua.

Conforme los resultados de la zonificación de aptitud adelantada por la UPRA en 2015, de cerca de 2 millones de ha apta para el cultivo comercial de papa, solo 510.000 ha en promedio, son aptas para el cultivo tecnificado de papa Diacol Capiro para uso industrial, dadas por las exigencias propias del sistema tecnificado, en especial por las condiciones de laboreo que exigen uso de maquinaria en diferentes labores.

La definición de aptitud por semestre agrícola se fundamenta en la diferenciación generada por el criterio de condiciones climáticas en especial por las variables índice de disponibilidad de humedad del cultivo (IDHc) y por los meses húmedos consecutivos.

Por otra parte, la apropiación de agua presenta el mayor peso ponderado dentro de los criterios socioecosistémicos; la evaluación de este criterio evidencia la alta presión del recurso hídrico por parte de esta actividad agrícola.

El componente socioeconómico valora de manera importante el criterio dinámica del mercado de tierras, donde la variable arriendo se destaca como la modalidad más frecuente de acceso al factor tierra. De las áreas que resultaron aptas, se destaca que, gracias al fácil acceso de servicios en las diferentes zonas, se facilita notoriamente el desarrollo de la actividad primaria y la industrialización.

De acuerdo con los mapas semestrales de zonificación de aptitud del cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para transformación industrial, existe área suficiente para el desarrollo de esta actividad agrícola. Se evidencia una amplia posibilidad de desarrollo del cultivo dentro de la frontera agrícola nacional. La diversidad de ambientes, las condiciones socioeconómicas y las socioecosistémicas, permiten la implementación de este cultivo tecnificado.



6. Referencias



6. Referencias

1. Carvajal, G.; Abaunza, C.; Coronel, B. y Pinzón, L. (2000). "Aspectos generales del cultivo de la papa y sus sistemas de producción en Colombia". En: C. Herrera, L. Fierro y J. Moreno (Comps). *Manejo integrado del cultivo de la papa: Manual técnico*. Mosquera (Cundinamarca): Produmedios.
2. Centro Internacional de la Papa (CIP). (2019). Datos y cifras de la papa Recuperado de: <<https://cipotato.org/es/potato/potato-facts-and-figures/>>
3. Corzo, P.; Moreno, J.; Franco, B.; Fierro, L. (2003). *Manual de papa para productores*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica) Regional Uno CI Tibaitatá, Bucaramanga: Corpoica. 101 p.
4. Consejo Nacional de la Papa (CNP). (2010) *Acuerdo de competitividad de la cadena agroalimentaria de la papa en Colombia*. Bogotá: Minagricultura.
5. Corchuelo, G. (2005). "Ecofisiología de la papa". En: *Memorias del I Taller nacional sobre suelos, fisiología y nutrición vegetal en el cultivo de la papa*. Bogotá: Minagricultura, Consejo Nacional de la Papa y Cevipapa.
6. Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2014). Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018. Bogotá: DNP.
7. _____. (2010). Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014. (2010). Recuperado de: <<http://www.minhaciendagovco/portal/page/portal/HomeMinhacienda/agendalegislativa/PlanNacionaldeDesarrollo2010-0141/Plan%20Nacional%20de%20desarrollo%202010-2014pdf>>
8. Eastman, J.; Weigen, J.; Kyem, P.; Toledano, J. (1995) "Raster Procedures for Multi-Criteria / Multi-Objective Decisions". En: *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* Massachusetts: American Society for Photogrammetry and Remote Sensing.
9. FAOSTAT. (2018). *Datos. Cultivos. Papa (patata). Área, producción y rendimiento*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Recuperado de: <<http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>>.
10. Fassbender, H. y Bornemizsa, E. (1987). *Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina*. 2ª edición. San José de Costa Rica: IICA. Recuperado de: <<http://ortoncatieaccr/repdoc/A9793e/A9793epdf>>
11. Federación Colombiana de Productores de Papa (Fedepapa) y Secretaría de Agricultura y Desarrollo Económico - Gobernación de Cundinamarca. (2010). *Recopilación de la investigación del sistema productivo de la papa criolla*. Clara Piñeros, N. (Comp) Bogotá: Fedepapa y Gobernación de Cundinamarca.
12. Federación Colombiana de Productores de Papa (Fedepapa) (2013) "Oportunidades ante posibles tratados de comercio con países de Asia". En: *Revista Papa No 27*. Bogotá: Fedepapa.
13. _____. (1999). Diacol Capiro (R-12 Negra). En: *Revista papa No 19. Variedades colombiana de papa*. Bogotá: Fedepapa p. 8.
14. Fedepapa-FNFP. (2018). *Características específicas de la producción de papa*. En: *Revista Papa No. 43*. Bogotá: Fedepapa. p. 10. Recuperado de: <<https://drive.google.com/file/d/1lcX1XrthQdV6GmAHpX3ErrY3QoJyKBVf/view>>
15. _____. (2019). *Boletín económico No. 07*. Informe trimestral del subsector papa I trimestre-2019 Bogotá: Fedepapa. Recuperado de: <<https://fedepapacom/wp-content/>>

- [uploads/2017/01/Informe-de-Coyuntura-1er-Trimestre-2019pdf>](#)
16. Fedepapa y MAVDT. (2004). *Guía ambiental para el cultivo de la papa*. Bogotá: Fedepapa.
 17. Guirola, V. y Valdés, R. (s. f.) *El cultivo de la papa (Solanum tuberosum L.): caracterización botánica y agromorfológica*. Recuperado de: <<http://www.monografias.com/trabajos93/cultivo-papa/cultivo-papashtml>>
 18. Harms, B.; Brough, D.; Philip, S.; Bartley, R.; Clifford, D.; Thomas, M.; Willis, R. y Gregory, L. (2015). "Digital soil assessment for regional agricultural land evaluation" En: *Global Food Security*; Elsevier. vol. 5. p. 25-36.
 19. Hernández, E. (1992). "Estructura y composición química del tubérculo de papa". En: Curso Internacional de papa. Fedepapa. Pamplona: Fedepapa. p. 73-80.
 20. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). (s. f.) Plagas exóticas para Colombia en el cultivo de la papa. Boletín de sanidad 49. Recuperado de: <<https://www.ica.gov.co/getattachment/294bc210-2562-4ee3-a5dd-152247779f0a/Plagas-exoticas-para-Colombia-en-cultivo-de-papa.aspx>>. Bogotá: ICA.
 21. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (Icontec). (1993). *NTC 4481 Papas (patatas) prefritas congeladas*. Bogotá: Icontec. 7 p.
 22. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam). (2010). *Estudio nacional del agua 2010*. Bogotá: Ideam. Recuperado de: <<http://documentacionideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/021888/021888htm>>
 23. _____. (2015). *Estudio nacional del agua 2014*. Bogotá, D.C.: Ideam. Recuperado de: <http://documentacionideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023080/ENA_2014pdf>
 24. López, E. (2013). "El mercadeo y los precios de la papa". En: *Revista Papa No. 29* Bogotá, D. C.: Fedepapa p. 29
 25. Luján, L. (1991). "Morfología, estructura y fisiología de la planta de papa". En: *Revista Papa No. 2*. Bogotá, D. C.: Fedepapa. p. 23-29.
 26. _____. (1994). "La ecología de la papa". En: *Revista Papa No. 12*. Bogotá, D. C.: Fedepapa. p. 4-16.
 27. Malagón, D. y Cortés, A. (1984). *Los levantamientos agrológicos y sus aplicaciones múltiples*. Bogotá: UJTL.
 28. Martínez, E.; Fuentes, J.; Acevedo, E. (2008). "Carbono orgánico y propiedades del suelo". En: *Revista de la Ciencia del Suelo y Nutrición Vegetal*. Santiago de Chile. Recuperado de: <http://www.scieloc/scielophp?script=sci_arttext&pid=S0718-27912008000100006&lng=es&nrm=iso> ISSN 0718-2791 <<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-27912008000100006>>
 29. Martín-López, B., Gómez-Baggethun, E.; Montes, C. (2009). "Un marco conceptual para la gestión de las interacciones naturaleza-sociedad en un mundo cambiante". En: *Cuaderno Interdisciplinar de Desarrollo Sostenible (Cuides)*. No 3. Recuperado de: <<http://www.comilenios/wp-content/uploads/2010/10/Martin-et-al-2009-CUIDESpdf>>
 30. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (Minagricultura). (2019). Cadena de papa Indicadores e instrumentos. Bogotá: Minagricultura. 18 p. Recuperado de: <<https://siocminagriculturagovco/Papa/Documentos/002%20-%20Cifras%20Sectoriales/002%20-%20Cifras%20Sectoriales%20-%202018%20Septiembre%20Papapdf>>
 31. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (MADS). (2012). *Estrategia colombiana de desarrollo bajo en carbono*. Bogotá: Minambiente. Recuperado de:

- <https://www.minambientegovco/images/cambioclimatico/pdf/Estrategia_Colombiana_de_Desarrollo_Bajo_en_Carbono/100713_cartilla_ecdbdpdf>.
32. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (1976). A Framework for Land Evaluation. En: *Soils Bulletin* 32. Roma: FAO
 33. _____. (1985). "Directivas: evaluación de tierras para la agricultura de regadío". En: *Boletín de suelos* 55. Roma: FAO.
 34. _____. (2007). *Land Evaluation: Towards a Revised Framework*. Roma: FAO.
 35. _____. (2000). New Dimensions in Water Security: Water, Society and Ecosystem Services in the 21st Century Reporte AGL/MISC/25/2000. Roma: FAO
 36. _____. (2008). *El mundo de la papa*. Recuperado de: <http://www.fao.org/potato-2008/es/mundo/>
 37. Ortiz-Lozano, L.; Granados-Barba, A. y Espejel, L. (2009). "Ecosystemic Zonification as a Management Tool for Marine Protected Areas in the Coastal Zone: Applications for the Sistema Arrecifal Veracruzano National Park, México" En: *Ocean & Coastal Management*. Reino Unido: Elsevier. Recuperado de: <https://www.researchgatenet/publication/223320179_Ecosystemic_zonification_as_a_management_tool_for_marine_protected_areas_in_the_coastal_zone_Applications_for_the_Sistema_Arrecifal_Veracruzano_National_Park_Mexico>
 38. Perilla, A.; Cifuentes, N.; Rodríguez, L. y Núñez, C. (2002). Evaluación y selección preliminar por rendimiento de tubérculo y potencial industrial de 36 clones de papa (*Solanum tuberosum* L.). En: *Agronomía Colombiana* 19 (1-2): 57-68
 39. Porter, M. (1985). *The Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. Nueva York: Free Press
 40. _____. (1980). *Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors*. Nueva York: Free Press.
 41. Rodiek, J. (2008). "Landscape and Urban Planning Cover for 2009". En: *Landscape Urban Planning*. 89 (1).
 42. Rodríguez, L. (2010). "Origen y evolución de la papa cultivada. Una revisión". En: *Agronomía Colombiana* 28 (1). p. 9-17. Recuperado de: <<http://www.bdigital.unal.edu.co/21262/1/17588-56071-1-PBpdf>>
 43. Rossiter, D. (2007). "Land Evaluation: Towards a Revised Framework". Land and Water Discussion. Paper 6. En: *Geoderma*. vol. 148. Roma: FAO
 44. Siraj, S.; Mikhailov, L. y Keane, J. (2013). "PriEST: An Interactive Decision Support Tool to Estimate Priorities from Pairwise Comparison Judgments". En: *International Transactions in Operational Research*. 22 (2):217-235
 45. Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA). (2014). *Zonificación para plantaciones forestales con fines comerciales en Colombia, escala 1:1000.000*. Bogotá: UPRA. Recuperado de: <<http://www.upragovco/documents/10184/13821/Zonificaci%C3%B3n+para+Plantaciones+Forestales/985d4bad-a72a-40b4-9dad-639656b295b3>>
 46. _____. (2016). *Cultivo comercial de papa: identificación de zonas aptas en Colombia, a escala 1:100.000*. Bogotá: UPRA. Recuperado de: <<http://www.upragovco/documents/10184/13821/CULTIVO+COMERCIAL+DE+PAPA/71105ebf-5d4b-4bf0-b1c0-72c005748c68>>.
 47. _____. *Evaluación de Tierras para la Zonificación con fines Agropecuarios a nivel Nacional Metodología a escala 1:100.000*. Bogotá: UPRA.
 48. _____. *Metodología de evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios a escala general. Actualización*. Bogotá: UPRA.



7 . Anexos



Tabla de contenido

1. Fichas metodológicas del componente físico

1.1. CRITERIO CONDICIONES CLIMÁTICAS.....	123
1.1.1. Variable temperatura media anual	127
1.1.2. Variable índice de disponibilidad de humedad del cultivo (IDHc) por semestre agrícola.....	129
1.1.3. Variable meses húmedos consecutivos.....	133
1.1.4. Brillo solar medio diario anual	136
1.2. CRITERIO CAPACIDAD DE LABOREO	138
1.2.1. Variable pendiente.....	141
1.2.2. Variable textura.....	143
1.2.3. Variable pedregosidad.....	146
1.3. CRITERIO DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES.....	148
1.3.1. Variable acidez (pH).....	152
1.3.2. Variable saturación de bases.....	155
1.3.3. Variable carbono orgánico	157
1.3.4. Variable capacidad de intercambio catiónico (CIC)	159
1.4. CRITERIO CONDICIONES DE ENRAIZAMIENTO Y TUBERIZACIÓN.....	161
1.4.1. Variable profundidad efectiva	164
1.4.2. Variable textura.....	167
1.4.3. Variable pedregosidad.....	170
1.5. CRITERIO TOXICIDAD POR SALES, SODIO Y ALUMINIO.....	173
1.5.1. Variable salinidad o sodicidad	176
1.5.2. Variable saturación de aluminio.....	179



1.6.CRITERIO DISPONIBILIDAD DE HUMEDAD	182
1.6.1. Variable régimen de humedad.....	185
1.6.2. Variable textura.....	188
1.7.CRITERIO DISPONIBILIDAD DE OXÍGENO	191
1.7.1. Variable susceptibilidad a inundaciones	194
1.7.2. Variable drenaje natural	197
1.8.CRITERIO SUSCEPTIBILIDAD A LA PÉRDIDA DE SUELOS.....	200
1.9.CRITERIO SUSCEPTIBILIDAD FITOSANITARIA	204
1.9.1. Variable temperatura asociada a P. infestans	210
1.9.2. Variable precipitación asociada a P. infestans	212
1.9.3. Variable humedad relativa asociada a P. infestans	215
1.9.4. Variable temperatura asociada a T. solanivora	217
1.9.5. Variable precipitación asociada a T. solanivora.....	219
1.9.6. Variable precipitación asociada a Naupactus sp.....	222
2. Fichas metodológicas del componente socioecosistémico	
2.1.CRITERIO APROPIACIÓN DE AGUA	225
2.1.1. Variable apropiación de agua	230
2.2.CRITERIO CAMBIO DE COBERTURA.....	235
2.2.1. Variable cobertura de la tierra.....	246
2.3. CRITERIO INTEGRIDAD ECOLÓGICA.....	253
2.3.1. Variable conectividad estructural de las coberturas naturales (CECN)	258
2.3.2. Variable índice de naturalidad (Inat) por subzona hidrográfica	266
2.3.3. Variable áreas de concentración de especies sensibles (ACES).....	270
2.4.CRITERIO VARIACIÓN DEL CONTENIDO ESTIMADO DE CARBONO.....	279
2.4.1. Variable variación del contenido estimado de carbono	283

3. Fichas metodológicas del componente socioeconómico

3.1.CRITERIO DINÁMICA DEL MERCADO DE TIERRAS.....	297
3.1.1. Variable tamaño predial	300
3.1.2. Variable avalúo catastral rural	303
3.1.3. Variable arriendo rural	307
3.1.4. Variable tendencia a la formalidad	311
3.2.CRITERIO INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA.....	317
3.2.1. Variable existencia de cultivos.....	321
3.2.2. Variable cercanía a plantas de transformación	325
3.2.3. Variable distritos de riego	328
3.2.4. Variable cercanía a centros de servicios	331
3.3.CRITERIO DISPONIBILIDAD DE MANO DE OBRA.....	334
3.3.1. Variable densidad poblacional rural en edad de trabajar/km2	338
3.3.2. Variable oferta educativa técnica y tecnológica	342
3.3.3. Variable oferta educativa universitaria.....	345
3.4.CRITERIO INDICADORES ECONÓMICOS.....	349
3.4.1. Variable créditos otorgados	353
3.4.2. Variable incentivos otorgados	357
3.4.3. Variable zonas más afectadas por el conflicto armado (ZOMAC)	361
3.4.4. Variable valor agregado agrícola municipal.....	364
3.5.CRITERIO ASOCIATIVIDAD E INSTITUCIONALIDAD.....	368
3.5.1. Variable cercanía a asociaciones.....	372
3.5.2. Variable cercanía a comités gremiales	375
3.5.3. Variable cercanía al ICA	378
3.5.4. Variable cercanía a Agrosavia.....	381

3.6.CRITERIO SEGURIDAD CIUDADANA	384
3.6.1. Variable extorsiones rurales.....	388
3.6.2. Variable homicidios rurales.....	392
3.6.3. Variable secuestros rurales.....	396
3.8. CRITERIO CONDICIONES DE VIDA.....	400
3.8.1. Variable índice de pobreza multidimensional (IPM)	403
4. Fichas metodológicas de exclusiones legales	
4.1. CRITERIO EXCLUSIONES LEGALES.....	406
4.1.1. Variable ecosistemas estratégicos (páramos)	410
4.1.2. Variable áreas protegidas	413
4.1.3.Otras áreas protegidas locales	416
4.1.4. Variable áreas urbanas	418
4.1.5. Variable parques arqueológicos.....	421
4.1.6. Variable zonas de Reserva Forestal Nacional de Ley 2 de 1959, tipo A.....	421
5. Fichas metodológicas de condicionantes legales	
5.1.CRITERIO CONDICIONANTES LEGALES.....	427
5.1.1. Variable ecosistemas estratégicos (manglares, humedales, rondas hídricas, bosque seco tropical)	430
5.1.2. Variable áreas protegidas.....	433
5.1.3. Otras áreas protegidas locales.....	436
5.1.3. Variable zonas de reserva forestal nacional de la Ley 2a de 1959, categorías B y C.....	438
5.1.4. Variable distinciones internacionales.....	441
5.1.5. Variable áreas de interés cultural y social.....	444

1. Fichas metodológicas del componente físico

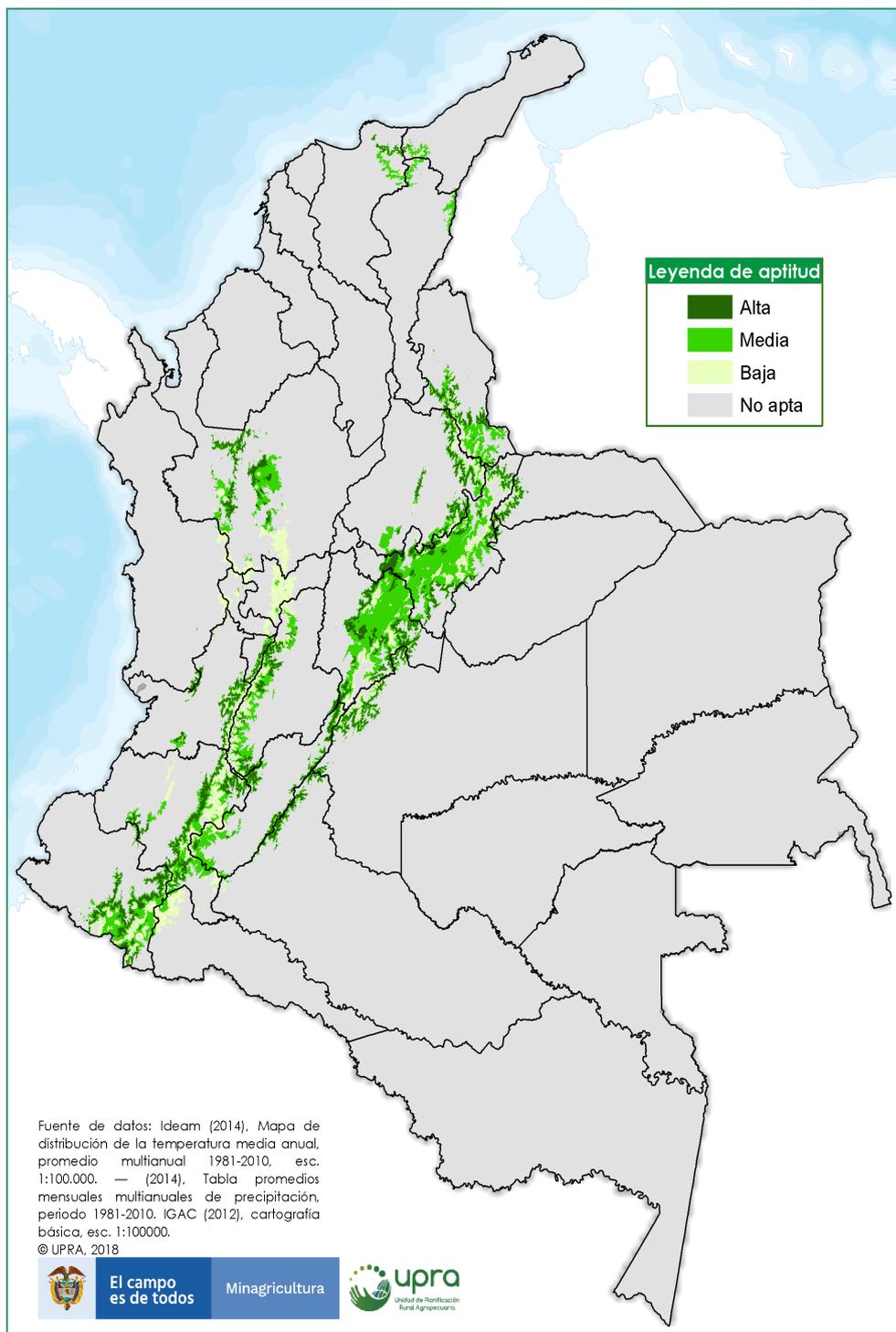
1.1 Criterio Condiciones Climáticas

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO	
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL
COMPONENTE: FÍSICO SUBCOMPONENTE: CLIMÁTICO	
CRITERIO: CONDICIONES CLIMÁTICAS	
TIPO DE CRITERIO	Exclusión técnica
	Análisis jerárquico
	Exclusión legal
	Condicionante
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO	
<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura media anual, expresada en grados centígrados (°C). • Índice de disponibilidad de humedad del cultivo (IDHc) por semestre agrícola, expresado adimensionalmente. • Meses húmedos consecutivos, expresados en número de meses. • Brillo solar medio diario anual, expresado en horas sol/día. 	
DEFINICIÓN	
Conjunto de elementos climáticos o propiedades del sistema climático -definidas como variables- que interactúan entre sí en las capas inferiores de la atmósfera, lo cual afecta directamente la fisiología de las plantas (FAO, 1976 y UPRA, 2013).	
IMPORTANCIA DEL CRITERIO	
La interacción de los elementos y factores climáticos con el cultivo de papa. Incide directamente en su fisiología, especialmente en la etapa de tuberización, afectando la tasa fotosintética, respiración, actividad enzimática, nutrición mineral, adsorción y transporte del agua, metabolismo del nitrógeno, entre tantos, las cuales condicionan la posibilidad del establecimiento, crecimiento, desarrollo y producción (Baruch y Fisher, 1997 y Salisbury, 2016).	
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO	
Debido al escaso cubrimiento de estaciones meteorológicas que registran los diferentes parámetros del clima, como por ejemplo la evapotranspiración de referencia, se generan inconvenientes para conocer la distribución espacial más detallada del clima en algunas regiones productoras del tubérculo en el país.	
METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	
Las condiciones climáticas se determinan a partir de un árbol de decisión, donde se integraron de información base de las unidades térmicas e insolación y de índice de disponibilidad de humedad del cultivo, las cuales se toman de la distribución de la temperatura media anual, brillo solar y base de datos de precipitación, de evapotranspiración del cultivo y de distribución, para el período comprendido entre 1981 y 2010.	
A partir de esta información, se realiza 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.	
Con base en lo anterior, se definen los criterios y variables, sobre los cuales se establecen las características y cualidades del territorio que le confieren cierto grado de aptitud, para soportar adecuadamente el cultivo tecnificado de papa de la variedad Diacol Capiro para uso industrial, de acuerdo con los rangos establecidos por el equipo técnico de trabajo del componente físico, actividad soportada por el grupo TIC de la UPRA.	
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD	
Este criterio presenta los siguientes rangos de aptitud, con base en la comparación de rangos, a través de un árbol de decisión, así:	

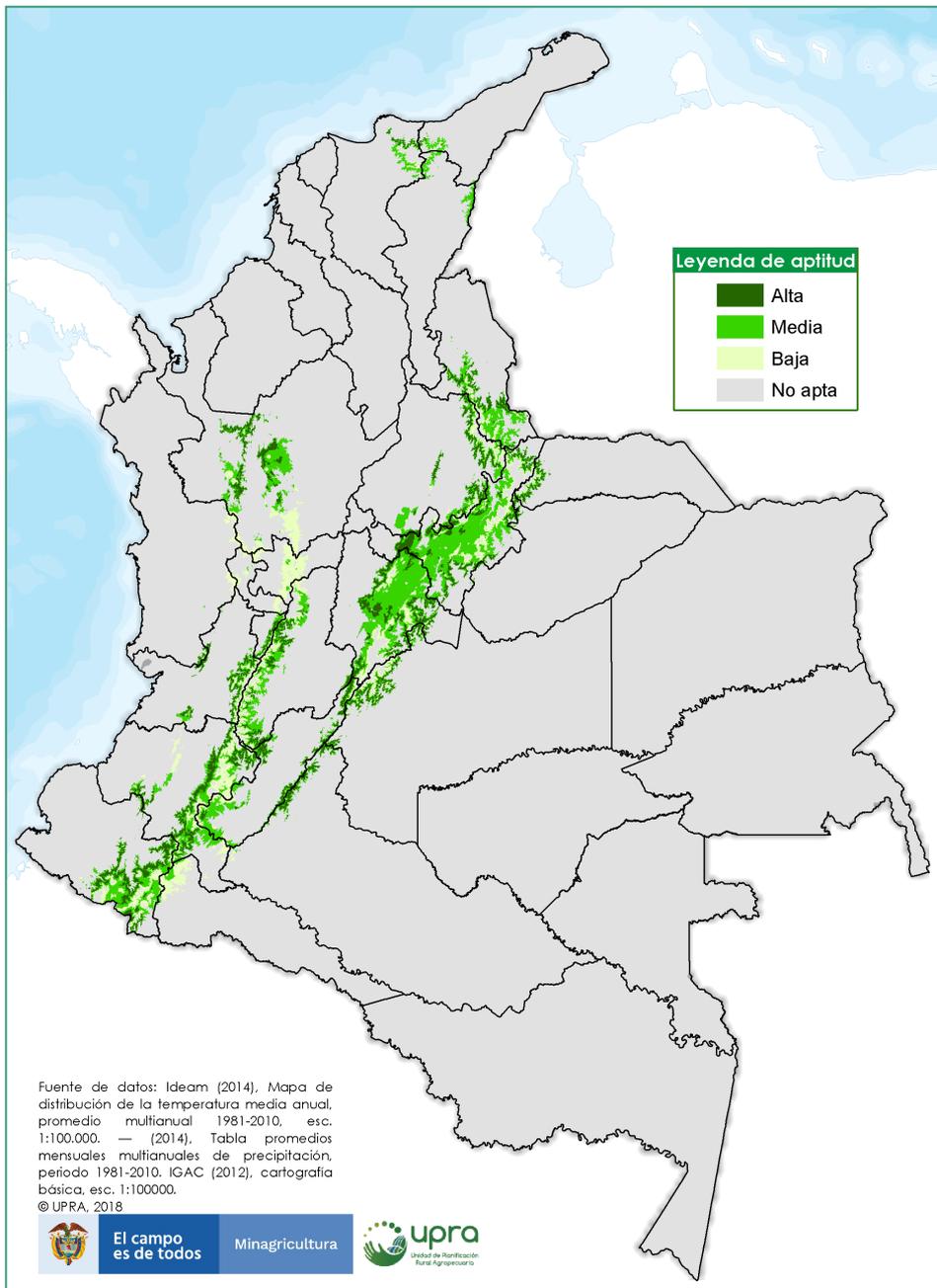
Índice de disponibilidad de humedad del cultivo (IDHc) por semestre agrícola	Meses húmedos consecutivos	Distritos de riego	Aptitud
A1	A1	Sin distrito	A1
	A2	Sin distrito	A1
	A3	Sin distrito	A2
A2	A1	Sin distrito	A1
	A2	Sin distrito	A2
	A3	Sin distrito	A3
A3	A1	Sin distrito	A2
	A2	Sin distrito	A3
	A3	Sin distrito	A3
N1	Cualquiera	Sin distrito	N1
Cualquiera	Cualquiera	Con distrito	A1

Temperatura media anual	Índice de disponibilidad de humedad para cultivos (IDHc) por semestre agrícola	Brillo solar medio diario anual	Aptitud		
A1	A1	A1	A1		
		A2	A1		
		A3	A1		
	A2	A2	A1	A2	
			A2	A2	
			A3	A2	
	A3	A3	A1	A3	
			A2	A3	
			A3	A3	
N1	N1	Cualquiera	N1		
		A1	A1	A2	
			A2	A2	
			A3	A2	
A2	A2	A1	A2		
		A2	A2		
		A3	A2		
	A3	A3	A1	A3	
			A2	A3	
			A3	A3	
	N1	N1	Cualquiera	N1	
			A1	A1	A3
				A2	A3
A3				A3	
A3	A2	A1	A3		
		A2	A3		
		A3	A3		
	A3	A3	A1	A3	
			A2	A3	
			A3	A3	
N1	N1	Cualquiera	N1		
		Cualquiera	N1		

CRITERIO CONDICIONES CLIMÁTICAS. PRIMER SEMESTRE AGRÍCOLA



CRITERIO CONDICIONES CLIMÁTICAS. SEGUNDO SEMESTRE AGRÍCOLA

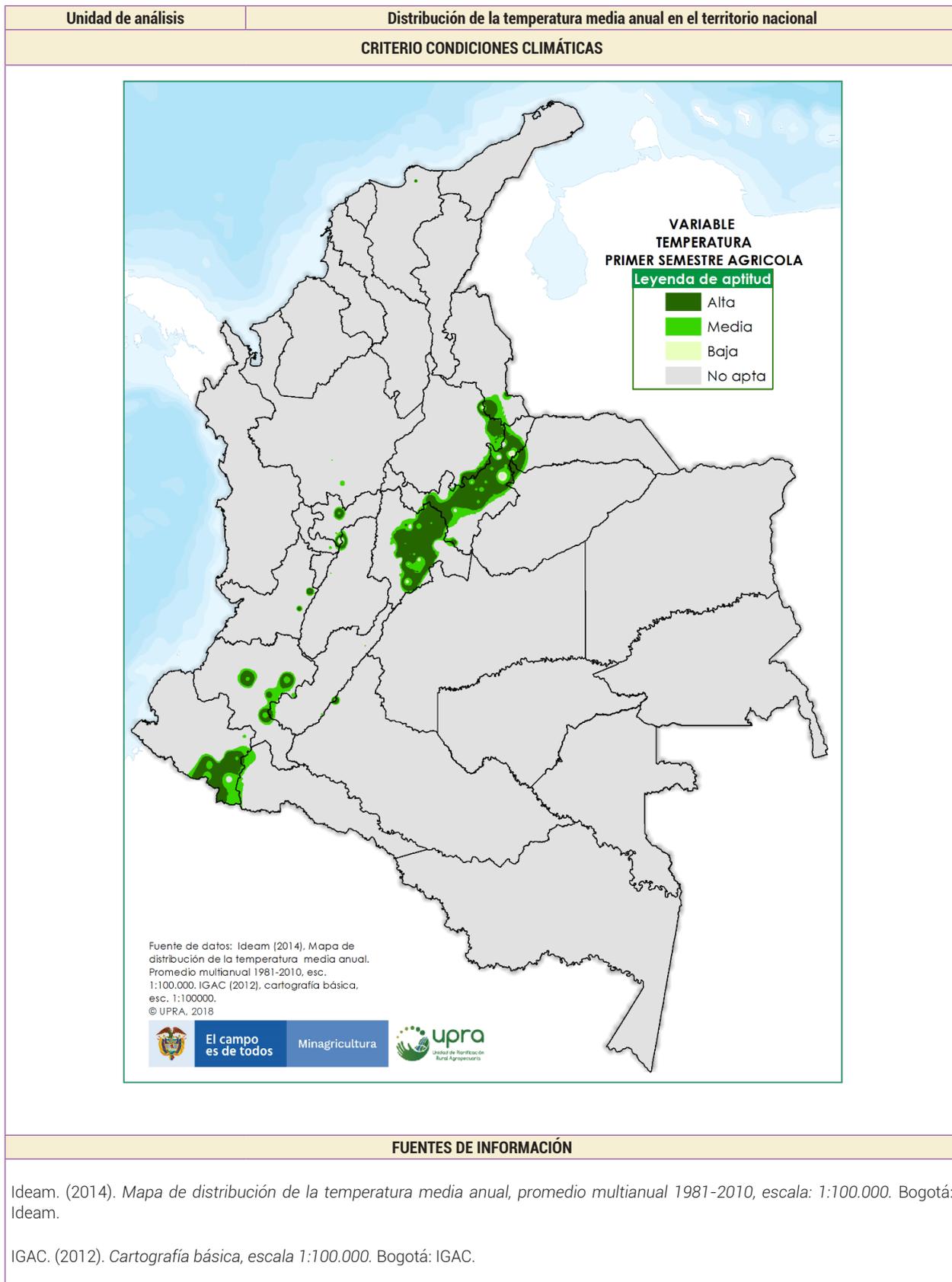


FUENTES DE INFORMACIÓN

- Campos, D. (2005). Agroclimatología cuantitativa de cultivos. México: Trillas. Recuperado de: http://www.cenicana.org/investigacion/seica/Compiladolibros2016/Agroclimatologia_cuantitativa_cultivos.pdf.
- Ideam. (2014). Mapa de distribución de la temperatura media anual, promedio multianual 1981-2010, escala: 1:100.000. Bogotá: Ideam.
- _ (2014). Mapa distribución del brillo solar medio diario anual (horas), promedio multianual 1981-2010, escala: 1:100.000. Bogotá: Ideam.
- _ (2014). Tabla promedios mensuales multianuales de precipitación, período 1981-2010. Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

1.1.1. Variable temperatura media anual

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE											
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL										
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											
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 un índice de balance calórico, expresado en grados centígrados (Ideam, 2005).											
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO											
Los procesos fisiológicos de las plantas están limitados por ciertos rangos de temperatura, delimitados por los valores máximo y mínimo, fuera de los cuales estos se afectan.											
Para la zonificación de aptitud, conocer la distribución espacial de este elemento del clima es fundamental ya que es la base para establecer áreas con condiciones térmicas diferenciales, lo cual permite establecer zonas con aptitudes alta (A1), media (A2), baja (A3) y no apta (N1) para el cultivo tecnificado de papa de la variedad Diacol Capiro para uso industrial, de acuerdo con sus requerimientos térmicos.											
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO											
Para el establecimiento y desarrollo del cultivo de papa de la variedad Diacol Capiro para uso industrial, se consideran las zonas no aptas (N1), aquellas que estén por debajo de 8 °C y que superen 16 °C.											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Temperatura media anual (°C)</th> <th>Aptitud</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>12-15</td> <td>Alta (A1)</td> </tr> <tr> <td>10-12 y 15-16</td> <td>Media (A2)</td> </tr> <tr> <td>8-10</td> <td>Baja (A3)</td> </tr> <tr> <td>< 8 y > 16</td> <td>No apta (N1)</td> </tr> </tbody> </table>		Temperatura media anual (°C)	Aptitud	12-15	Alta (A1)	10-12 y 15-16	Media (A2)	8-10	Baja (A3)	< 8 y > 16	No apta (N1)
Temperatura media anual (°C)	Aptitud										
12-15	Alta (A1)										
10-12 y 15-16	Media (A2)										
8-10	Baja (A3)										
< 8 y > 16	No apta (N1)										
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE											
Disponer de una base de datos actualizada de la información térmica de todo el territorio nacional, generada por la red de estaciones meteorológicas, la cual se tiene solo hasta 2010; en consecuencia, el análisis espacial anual no refleja la condición térmica actual del país.											
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN											
Unidades térmicas media tomadas del mapa de isotermas anuales elaborado por el Ideam en 2014, a escala 1:100.000, basado en una serie histórica de 1981 al 2010.											
Se realiza un ejercicio de delimitación espacial por semestre agrícola, de acuerdo con los rangos establecidos por el equipo profesional de trabajo del componente físico, actividad que fue soportada por el grupo TIC de la UPRA.											



1.1.2. Variable índice de disponibilidad de humedad del cultivo (IDHc) por semestre agrícola

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE											
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL										
COMPONENTE: FÍSICO SUBCOMPONENTE: CLIMÁTICO											
CRITERIO ASOCIADO: CONDICIONES CLIMÁTICAS											
VARIABLE: índice de disponibilidad de humedad del cultivo (IDHc) por semestre agrícola	UNIDAD DE MEDIDA: adimensional										
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica										
	Análisis jerárquico										
	Exclusión legal										
	Condicionante										
DEFINICIÓN											
Índice de la relación entre precipitación total y evapotranspiración de referencia mensual, llevado a una medida de tendencia anual.											
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO											
La disponibilidad de humedad ejerce un efecto en todos los procesos fisiológicos de las plantas, que influye en su establecimiento, crecimiento y desarrollo de las plantas de papa.											
Para la zonificación, conocer la distribución espacial anual de la humedad en las zonas papicultoras es fundamental, ya que es la base para identificar áreas con humedades diferenciales, que permite establecer las zonas con aptitudes alta (A1), media (A2), baja (A3), y no apta (N1), para el cultivo tecnificado de papa de la variedad Diacol Capiro para uso industrial, de acuerdo con los requerimientos hídricos o uso consuntivo.											
Por tratarse de un cultivo semestral, el análisis del criterio se realizó con base en los calendarios agrícolas, que generalmente se han establecido en las zonas paperas: el primero, entre marzo y agosto, y el segundo entre septiembre y febrero, que para la presente zonificación de aptitud, se denominan primer semestre agrícola y segundo semestre agrícola.											
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO											
Se estableció como valor de exclusión (N1), menos de 0,45 de IDHc que ocasionan estrés hídrico, que se evidencia en pobre emergencia del cultivo, disminución en el desarrollo del área foliar y reducción de la capacidad de absorción de nutrientes, que se traducen en escaso crecimiento, pobre llenado del tubérculo y, baja calidad para el procesamiento, entre otros efectos.											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Índice de disponibilidad de humedad del cultivo (IDHc) por semestre agrícola</th> <th>Aptitud</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,7-0,9</td> <td>Alta (A1)</td> </tr> <tr> <td>0,6-0,7 y 0,9-0,95</td> <td>Media (A2)</td> </tr> <tr> <td>0,45-0,6 y >0,95</td> <td>Baja (A3)</td> </tr> <tr> <td>< 0,45</td> <td>No apta (N1)</td> </tr> </tbody> </table>		Índice de disponibilidad de humedad del cultivo (IDHc) por semestre agrícola	Aptitud	0,7-0,9	Alta (A1)	0,6-0,7 y 0,9-0,95	Media (A2)	0,45-0,6 y >0,95	Baja (A3)	< 0,45	No apta (N1)
Índice de disponibilidad de humedad del cultivo (IDHc) por semestre agrícola	Aptitud										
0,7-0,9	Alta (A1)										
0,6-0,7 y 0,9-0,95	Media (A2)										
0,45-0,6 y >0,95	Baja (A3)										
< 0,45	No apta (N1)										
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE											
Disponer de una base de datos actualizada y normalizada de la información pluviométrica y de evapotranspiración de cultivo de todo el territorio nacional, generada por la red de estaciones meteorológicas, ya que la que se tiene solo está hasta 2010. En consecuencia, el análisis espacial anual no refleja la condición pluviométrica actual del país.											
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN											
De la base de datos de precipitación (P) y de evapotranspiración de referencia (ET _c) del Ideam, a escala 1:100.000 de una serie histórica de 1981 al 2010.											
El IDHc se calculó en función de la siguiente ecuación:											
IDHc = P/ET _c											
donde:											
P = precipitación											
ET _c = evapotranspiración del cultivo											

Por su parte, la evapotranspiración del cultivo (ET_c) es:

$$ET_c = K_c * ET_o$$

Donde:

K_c = coeficiente hídrico del cultivo de papa variedad Diacol Capiro (1,04).

ET_o = evapotranspiración de referencia.

Teniendo en cuenta que las cantidades de precipitación y evapotranspiración varían cada año en cualquier región de Colombia, los resultados del índice de disponibilidad de humedad (IDHc) Se ajustó con los meses húmedos consecutivos (MHC), calculados a partir de la humedad mínima permisible (HMP) de cada cultivo.

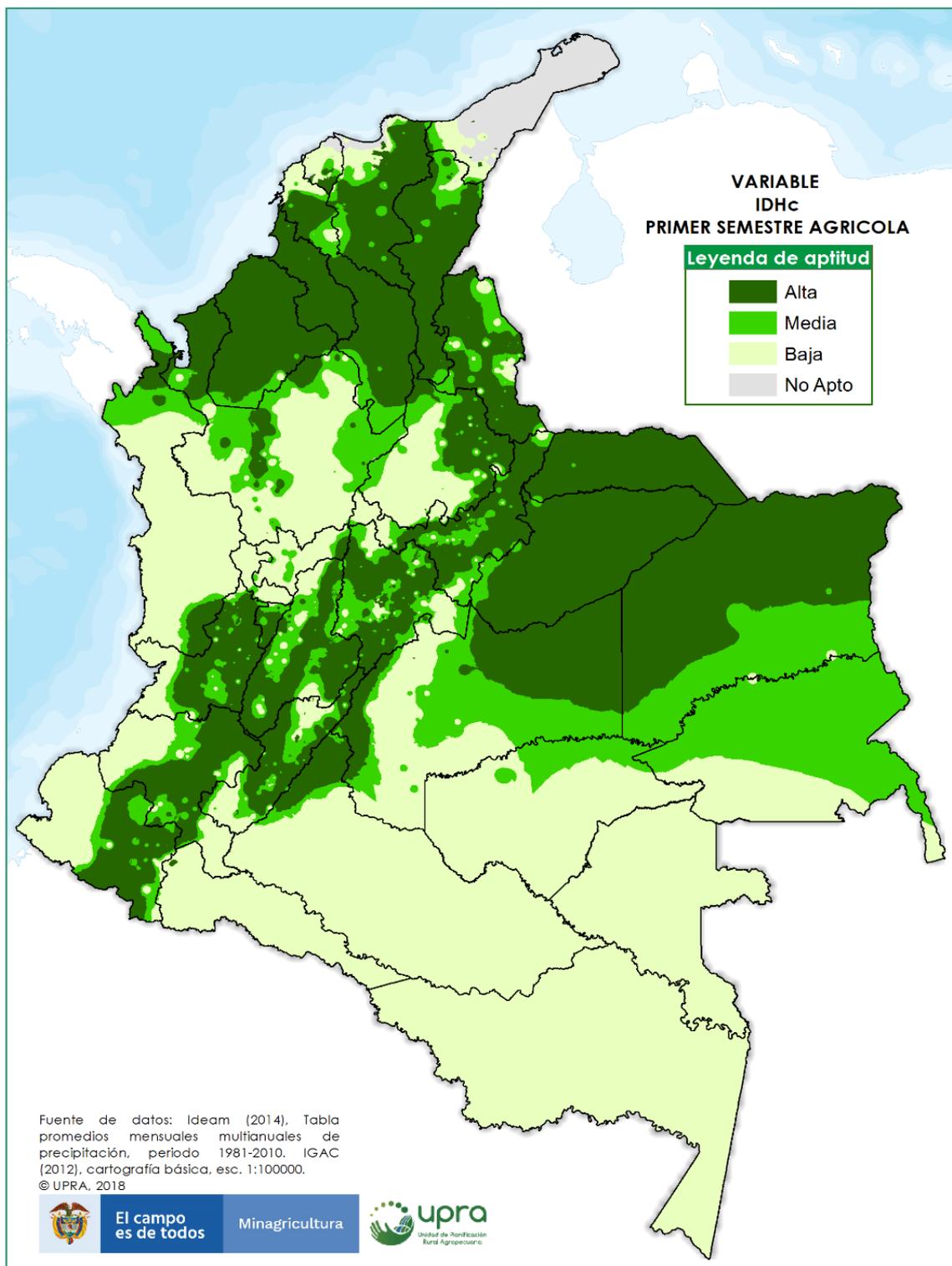
Para la variedad Diacol Capiro se tomó $HMP = 0,65$. Igualmente, a este proceso se le agregaron los polígonos de los distritos de riego.

Se realizó un ejercicio de delimitación espacial por semestre agrícola del IDHc del cultivo, de acuerdo con los rangos establecidos por el equipo técnico de trabajo del componente físico, actividad soportada por el grupo TIC de la UPRA.

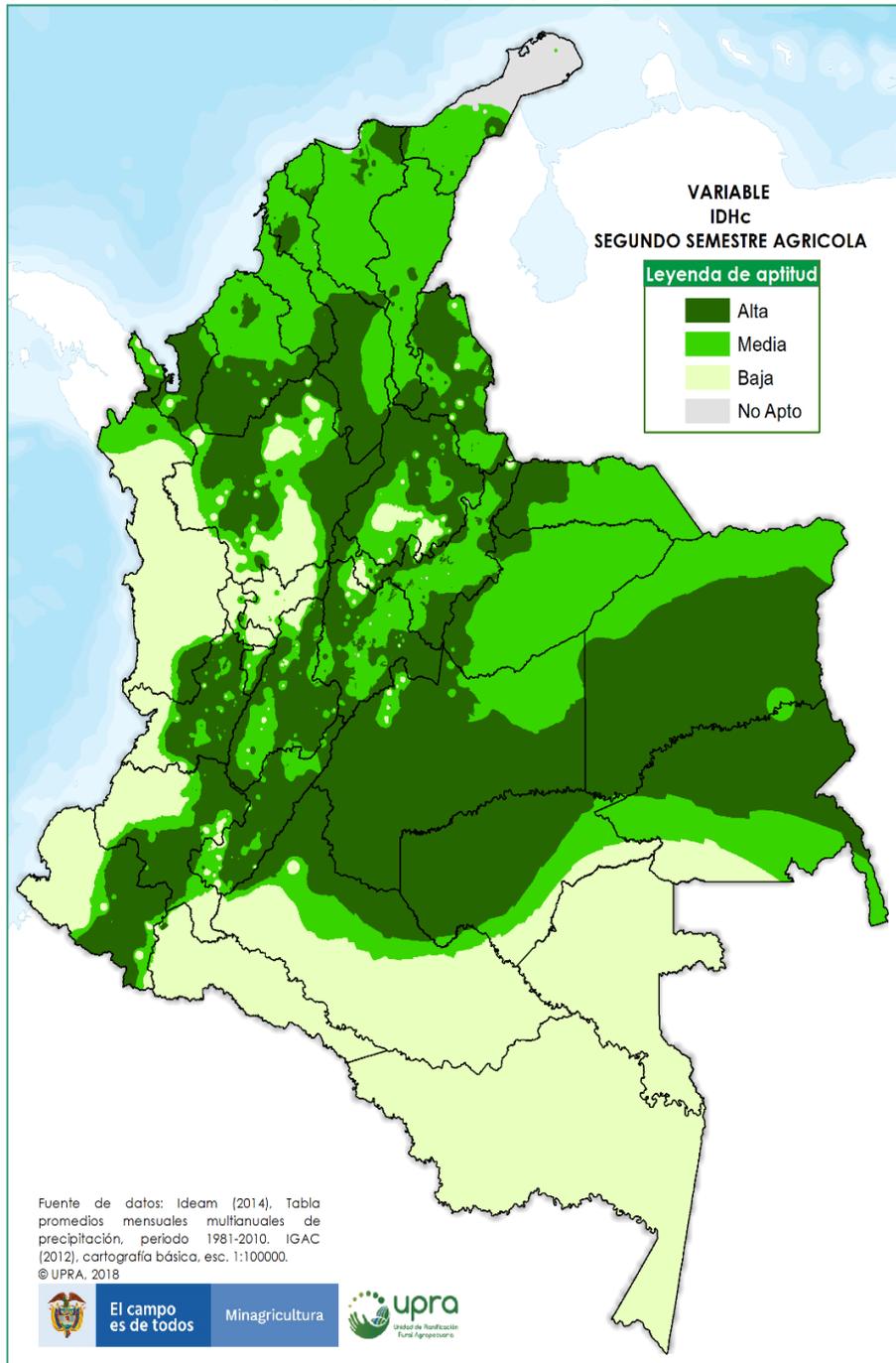
Unidad de análisis

Distribución del índice de disponibilidad de humedad semestre agrícola (IDHc) en el territorio nacional

CRITERIO CONDICIONES CLIMÁTICAS



CRITERIO CONDICIONES CLIMÁTICAS

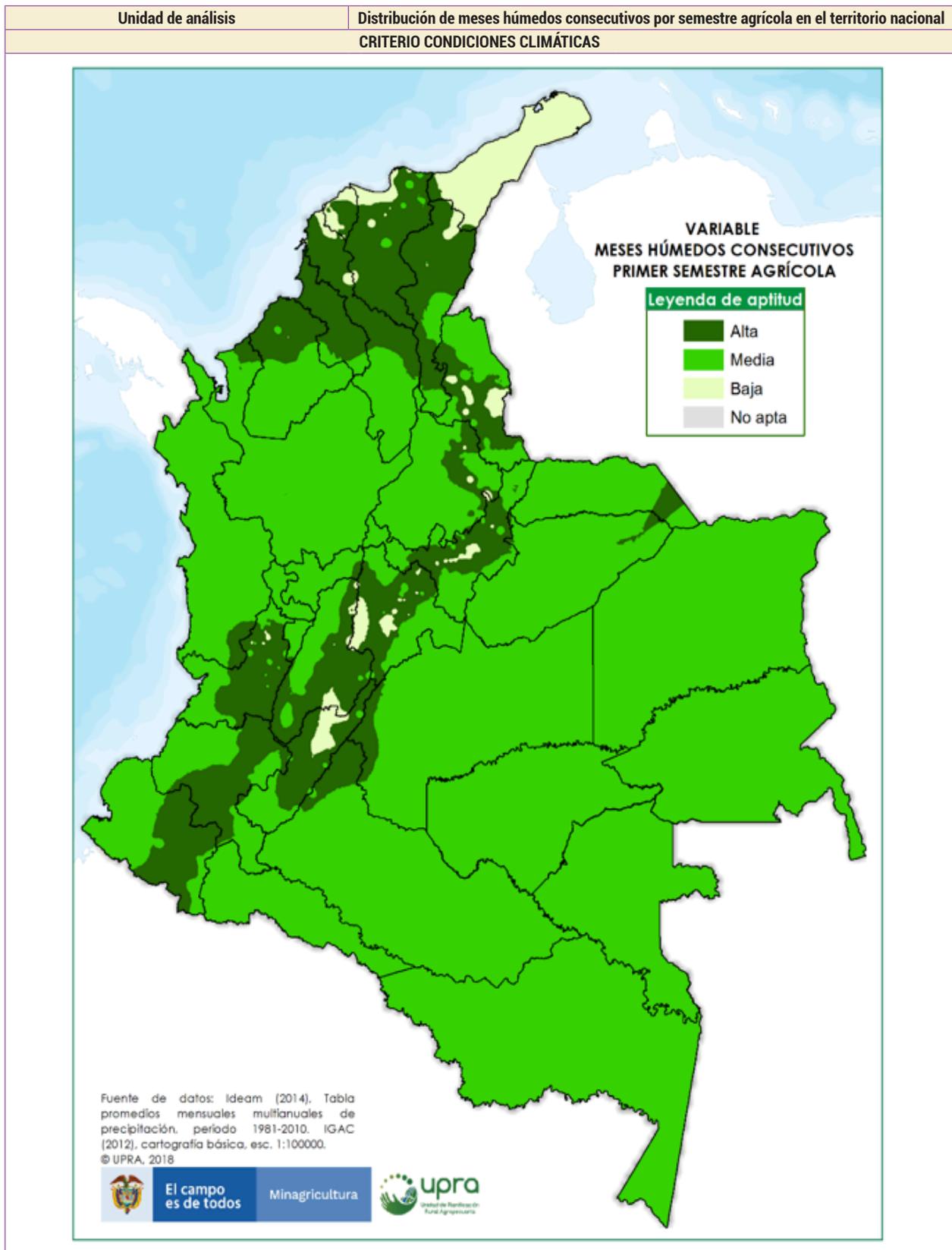


FUENTES DE INFORMACIÓN

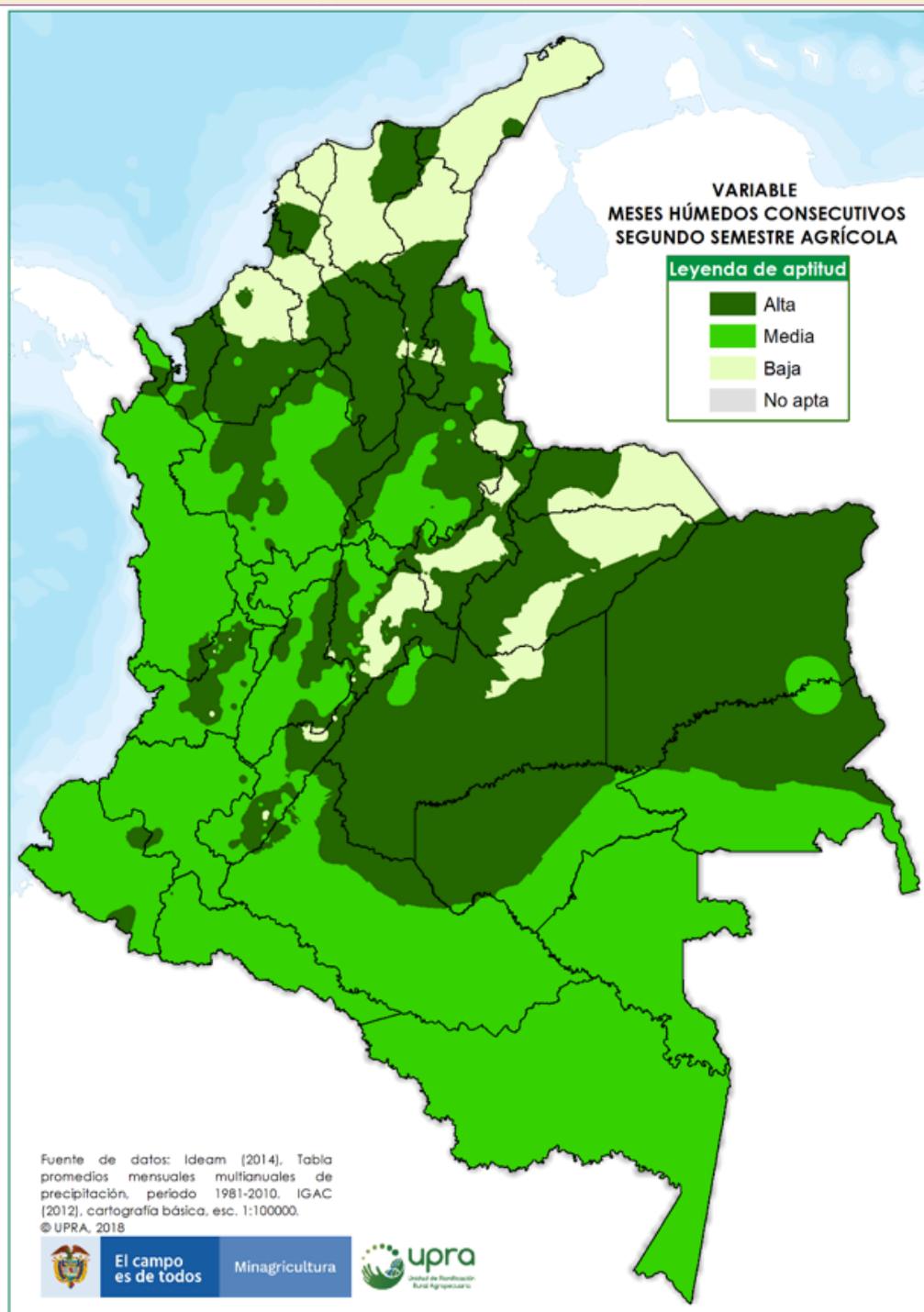
Campos, D. (2005). *Agroclimatología cuantitativa de cultivos*. México: Trillas. Recuperado de: <http://www.cenicana.org/investigacion/seica/Compiladolibros2016/Agroclimatologia_cuantitativa_cultivos.pdf>.

Ideam (2014). *Tabla promedios mensuales multianuales de precipitación, periodo 1981-2010*. Bogotá: Ideam.

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



CRITERIO CONDICIONES CLIMÁTICAS



FUENTES DE INFORMACIÓN

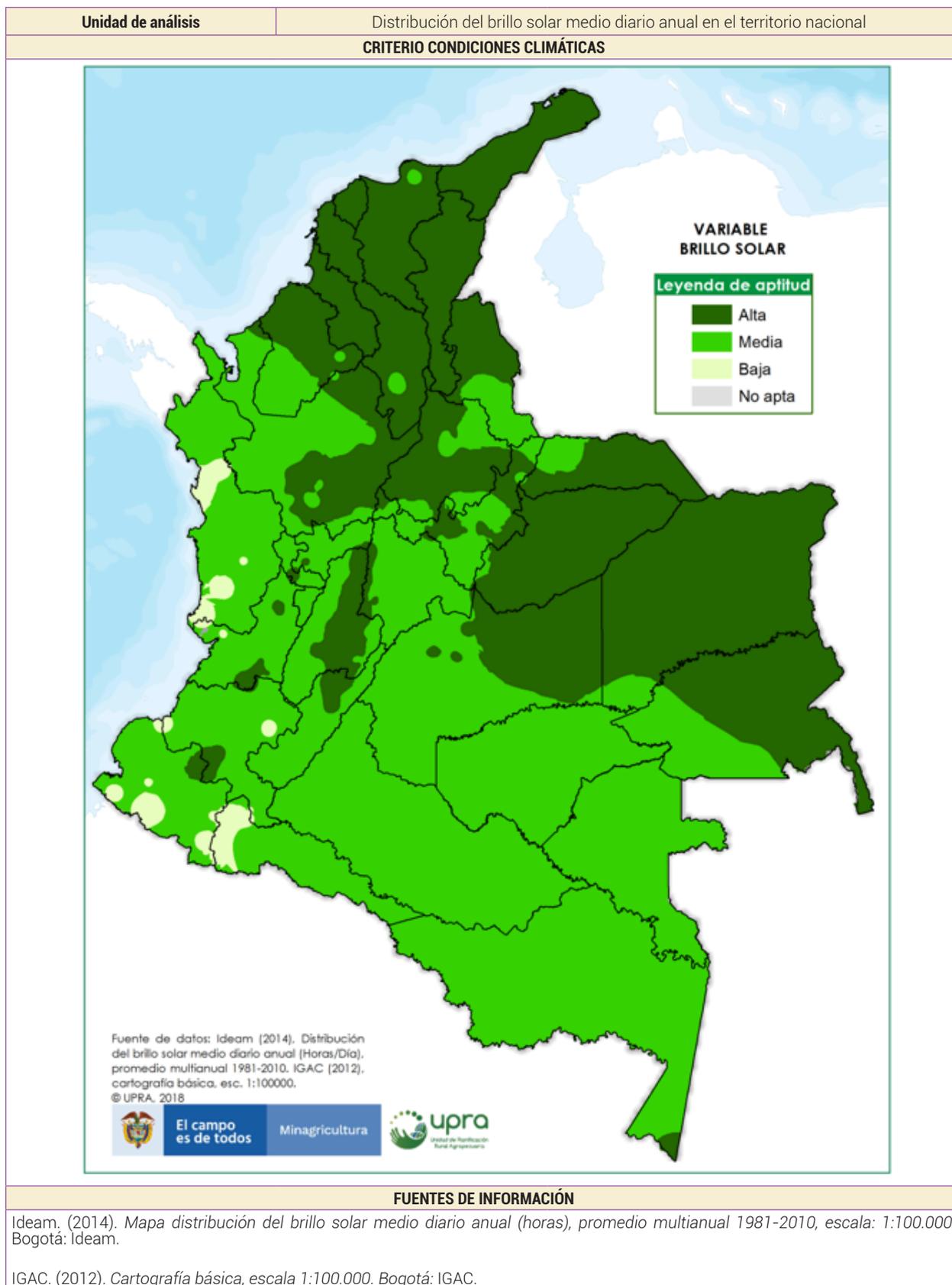
Campos, D. (2005). Agroclimatología cuantitativa de cultivos. México: Trillas. Recuperado de: <http://www.cenicana.org/investigacion/seica/Compiladolibros2016/Agroclimatologia_cuantitativa_cultivos.pdf>.

Ideam. (2014). Tabla promedios mensuales multianuales de precipitación, período 1981-2010. Bogotá: Ideam.

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

1.1.4. Variable brillo solar medio diario anual

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE									
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL								
COMPONENTE: FÍSICO. SUBCOMPONENTE: CLIMÁTICO									
CRITERIO ASOCIADO: CONDICIONES CLIMÁTICAS									
VARIABLE: brillo solar medio diario anual	UNIDAD DE MEDIDA: horas sol/día								
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica								
	Análisis jerárquico								
	Exclusión legal								
	Condicionante								
DEFINICIÓN									
La cantidad de horas en la que los rayos del sol llegan directamente sobre la superficie terrestre, se denomina brillo solar o insolación (Ideam, 2014).									
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO									
Influye en varios aspectos del metabolismo de las plantas de papa como la respiración, fotosíntesis, transpiración y, en general, sobre el crecimiento y, muy especialmente, en la variación de la insolación durante las fases de tuberización y llenado.									
Se hace importante para la zonificación ya que su representación espacial, permite establecer la distribución de la insolación con aptitud alta (A1), media (A2) y baja (A3) para el cultivo tecnificado de papa de la variedad Diacol Capiro para uso industrial.									
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO									
Aunque no hay valor de exclusión (N1) para la variable, es importante resaltar que cuando se presenta brillo solar por debajo de cuatro horas sol/día, se afecta la fotosíntesis y la tuberización de los cultivos de papa.									
<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Brillo solar medio diario anual (horas sol/día)</th> <th style="text-align: center;">Aptitud</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">>4</td> <td style="text-align: center;">Alta (A1)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3-4</td> <td style="text-align: center;">Media (A2)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">< 3</td> <td style="text-align: center;">Baja (A3)</td> </tr> </tbody> </table>		Brillo solar medio diario anual (horas sol/día)	Aptitud	>4	Alta (A1)	3-4	Media (A2)	< 3	Baja (A3)
Brillo solar medio diario anual (horas sol/día)	Aptitud								
>4	Alta (A1)								
3-4	Media (A2)								
< 3	Baja (A3)								
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE									
Disponer de una base de datos actualizada de la información de brillo solar de todo el territorio nacional generada por la red de estaciones meteorológicas, ya que la que se tiene normalizada solo está hasta 2010. En consecuencia, el análisis espacial anual, no refleja la condición de insolación actual del país.									
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN									
La información utilizada de base para las unidades de brillo solar se toma del mapa de isohelias anuales elaborado por el Ideam (2014), a escala 1:100.000, el cual se basa en una serie histórica de 1981 a 2010.									
Se realiza un ejercicio de delimitación espacial del brillo solar, de acuerdo con los rangos establecidos por el equipo profesional de trabajo del componente físico. La actividad fue soportada por el grupo TIC de la UPRA.									



1.2. Criterio Capacidad de Laboreo

FICHA METODOLÓGICA DEL CRITERIO					
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)				CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL	
COMPONENTE: FÍSICO SUBCOMPONENTE: EDÁFICO					
CRITERIO: CAPACIDAD DE LABOREO					
TIPO DE CRITERIO				Exclusión técnica	
				Análisis jerárquico	
				Exclusión legal	
				Condicionante	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO					
<ul style="list-style-type: none"> Pendiente, expresada en rangos de pendiente (%). Textura, expresada en clases texturales. Pedregosidad, expresada en fases cartográficas de pedregosidad. 					
DEFINICIÓN					
<p>Condiciones del terreno que limitan la posibilidad de preparación o adecuación para el establecimiento, mantenimiento y cosecha del cultivo de papa (las labores pueden ser en forma manual, con tracción animal o mecanizada) (FAO, 1987).</p> <p>El establecimiento del cultivo tecnificado de papa, implica el uso de maquinaria, especialmente en las actividades de preparación del terreno, desyerba, aporque y, eventualmente, en cosecha.</p>					
IMPORTANCIA DEL CRITERIO PARA EL CULTIVO					
<p>Incide en la realización de las diferentes labores en los cultivos, tanto manuales como mecanizadas; en tal sentido, determina el potencial de aumento de la producción por hectárea.</p>					
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO					
<p>La pendiente, la pedregosidad y las clases texturales, presentan límites que se califican como no aptos (N1): las pendientes mayores de 25 % dificultan el desarrollo de labores mecanizadas; la pedregosidad mayor de 35 % (fase pedregosa) imposibilita el movimiento de la maquinaria, daña los implementos, implica mayor tiempo y eleva los costos; la textura arcillosa exige excesiva potencia de la maquinaria e impide cualquier labor al formar bloques de suelo muy grandes.</p>					
LIMITANTES PARA LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO					
<p>La mayoría de las unidades cartográficas de suelos, a escala 1:100.000, son asociaciones, donde para cada una de las variables que conforman el criterio se califica el componente taxonómico de mayor representatividad dentro de la unidad; esto significa que, dentro de esta, existen áreas que tienen calificaciones diferentes al componente calificado y que corresponden a aptitudes diferentes.</p> <p>La pedregosidad no se encuentra en rangos por porcentaje, solamente si es pedregoso, lo cual implica que es mayor de 35 %.</p>					
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN					
<p>Los datos para las tres variables que conforman este criterio se obtienen de la información química del mapa nacional de correlación de suelos (IGAC, 2014), que corresponde a los límites de variación de la pendiente, clases de pedregosidad (porcentaje de volumen) y las clases texturales.</p>					
Pendiente (%)	Aptitud	Textura (clases texturales)	Aptitud	Pedregosidad (fases cartográficas de pedregosidad)	Aptitud
≤ 7	Alta (A1)	F, FL, FA, FArA, FArL	Alta (A1)	Sin fase de pedregosidad	Alta (A1)
7-12	Media (A2)	FAr, L, ArA, ArL	Media (A2)	Con fase de pedregosidad	No apto (N1)
12-25	Baja (A3)	A, AF, Ar	Baja (A3)		
> 25	No apta (N1)	Ar (Vertisoles)	No apta (N1)		
<p>Los rangos de aptitud de las variables, están dados de acuerdo con diferentes consultas con el gremio, la industria de procesamiento de papa, productores del tubérculo y reportes técnicos de Fedepapa.</p>					

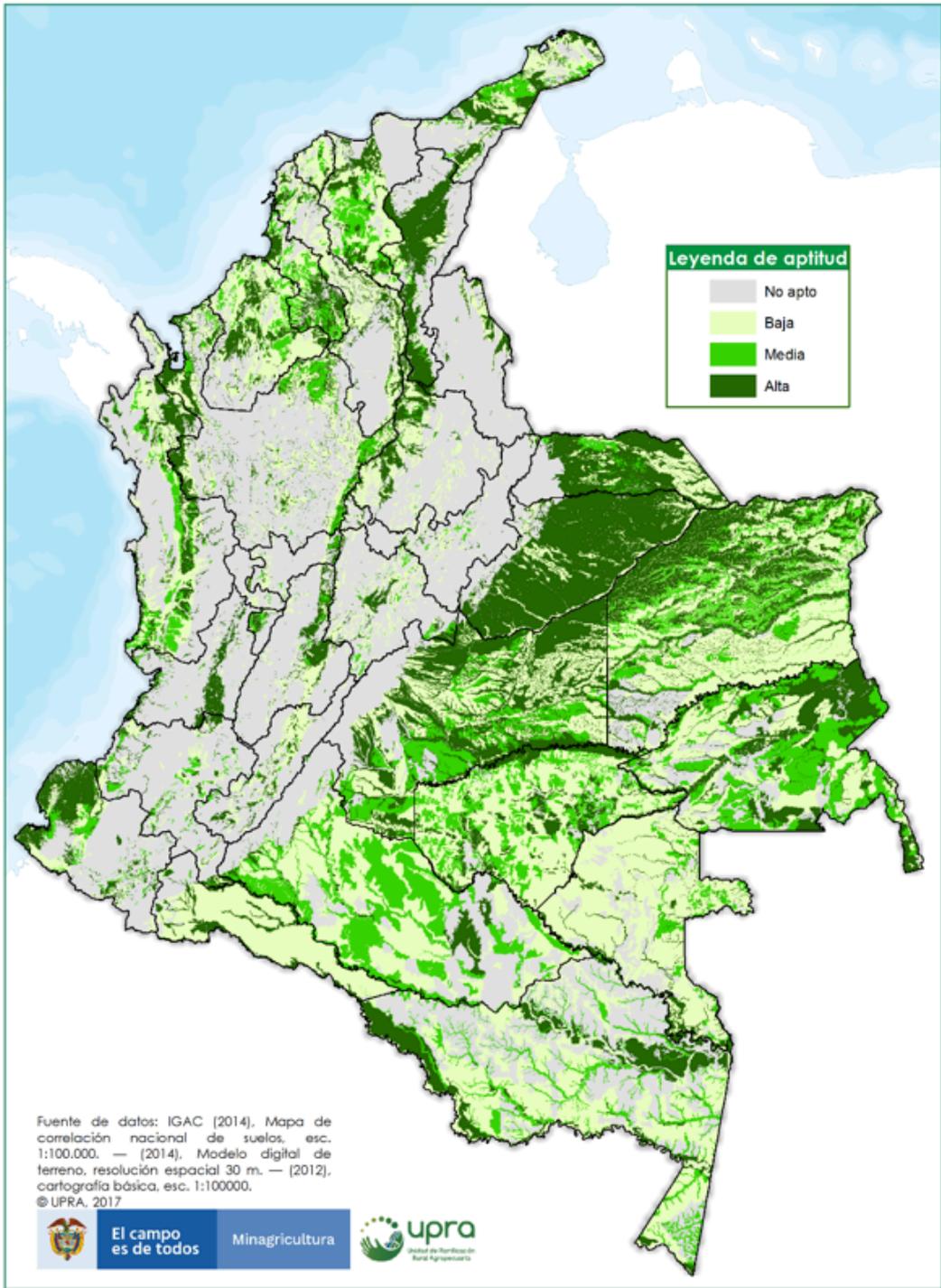
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

La determinación de la clase de aptitud se obtiene tomando las tres variables y comparando los rangos de aptitud entre sí, mediante un árbol de decisión.

Pendiente (%)	Textura	Pedregosidad (fases cartográficas de pedregosidad)	Aptitud
≤ 7	F, FL, FA, FArA, FArL	Con fase de pedregosidad	N1
		Sin fase de pedregosidad	A1
	FAr, L, ArA, ArL	Con fase de pedregosidad	N1
		Sin fase de pedregosidad	A2
	A, AF, Ar	Con fase de pedregosidad	N1
		Sin fase de pedregosidad	A3
	Ar (Vertisoles)	Con fase de pedregosidad	N1
		Sin fase de pedregosidad	N1
7-12	F, FL, FA, FArA, FArL	Con fase de pedregosidad	N1
		Sin fase de pedregosidad	A2
	FAr, L, ArA, ArL	Con fase de pedregosidad	N1
		Sin fase de pedregosidad	A2
	A, AF, Ar	Con fase de pedregosidad	N1
		Sin fase de pedregosidad	A3
	Ar (Vertisoles)	Con fase de pedregosidad	N1
		Sin fase de pedregosidad	N1
12-25	F, FL, FA, FArA, FArL	Con fase de pedregosidad	N1
		Sin fase de pedregosidad	A3
	FAr, L, ArA, ArL	Con fase de pedregosidad	N1
		Sin fase de pedregosidad	A3
	A, AF, Ar	Con fase de pedregosidad	N1
		Sin fase de pedregosidad	A3
	Ar (Vertisoles)	Cualquiera	N1
		Cualquiera	N1
> 25	Cualquiera	Cualquiera	N1

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

Unidad de análisis	Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos
CRITERIO CAPACIDAD DE LABOREO	

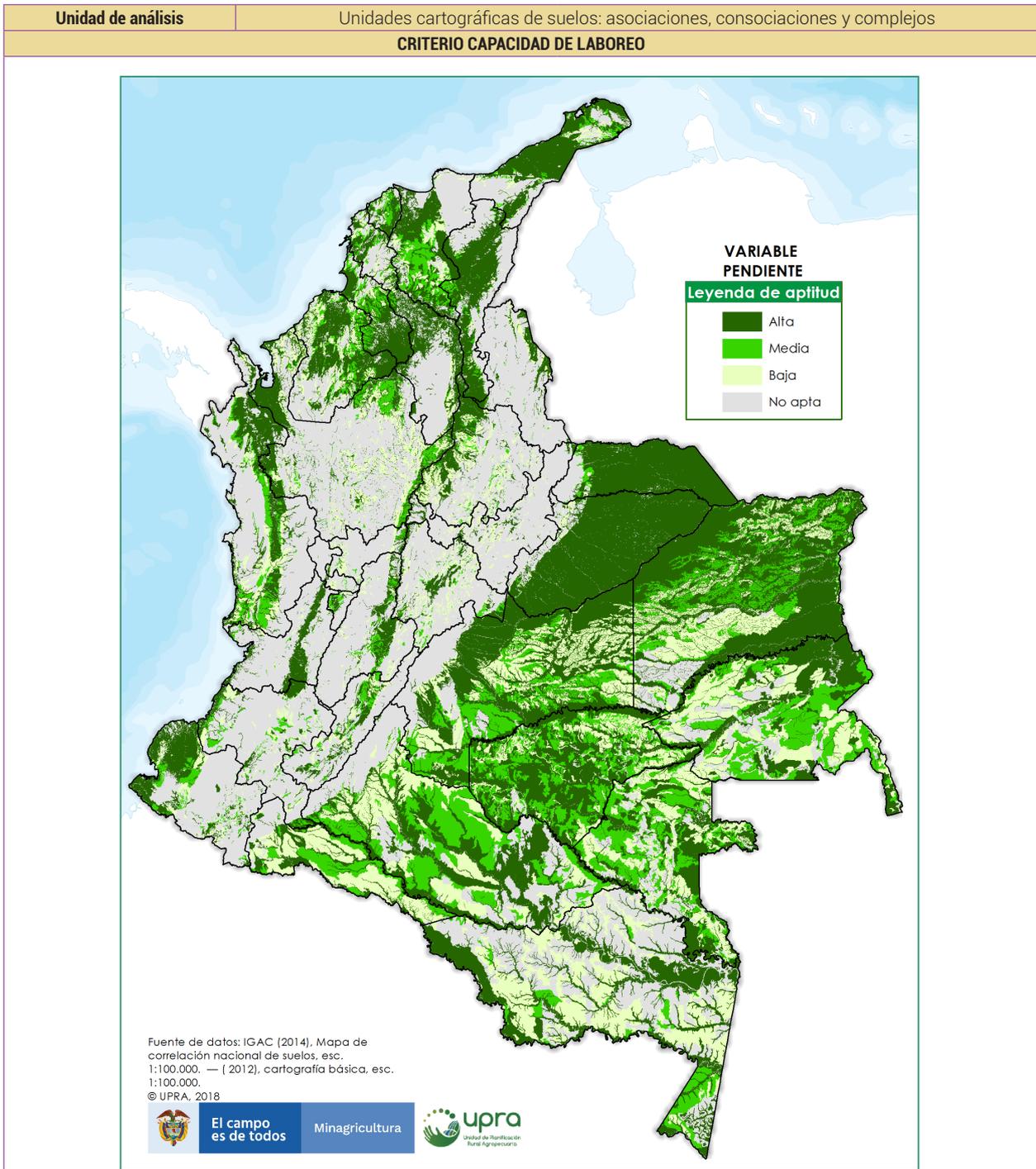


FUENTES DE INFORMACIÓN

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

1.2.1. Variable pendiente

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE																	
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL																
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																	
Grado de inclinación de una superficie desde la horizontal, generalmente expresada en porcentaje o grados (Soil Science Society of America, 2018).																	
El aspecto de la pendiente, su forma y gradiente se manejaron de acuerdo con los rangos adoptados por el IGAC (2010), según la siguiente tabla:																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Clase compuesta</th> <th>Porcentaje (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Plana</td> <td>0-3</td> </tr> <tr> <td>Ligeramente ondulada</td> <td>3-7</td> </tr> <tr> <td>Moderadamente ondulada o ligeramente quebrada</td> <td>7-12</td> </tr> <tr> <td>Fuertemente ondulada o moderadamente quebrada</td> <td>12-25</td> </tr> <tr> <td>Ligeramente escarpada o fuertemente quebrada</td> <td>25-50</td> </tr> <tr> <td>Moderadamente escarpada o moderadamente empinada</td> <td>50-75</td> </tr> <tr> <td>Fuertemente escarpada o fuertemente empinada</td> <td>>75</td> </tr> </tbody> </table>		Clase 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
Clase compuesta	Porcentaje (%)																
Plana	0-3																
Ligeramente ondulada	3-7																
Moderadamente ondulada o ligeramente quebrada	7-12																
Fuertemente ondulada o moderadamente quebrada	12-25																
Ligeramente escarpada o fuertemente quebrada	25-50																
Moderadamente escarpada o moderadamente empinada	50-75																
Fuertemente escarpada o fuertemente empinada	>75																
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO																	
Incide directamente en la trafabilidad y eficiencia en la adecuación, preparación, mantenimiento y cosecha de los cultivos de papa, ya sea en forma manual, con tracción animal o mecanizada.																	
De acuerdo con el desempeño de los implementos, se puede trabajar en pendientes hasta del 25 % sin mayores dificultades; de aquí en adelante, a medida que aumenta la inclinación del terreno, se dificultan las prácticas culturales tanto para el establecimiento como para el mantenimiento del cultivo, especialmente en sistemas tecnificados intensivos como el de la papa con destino industrial.																	
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO																	
Pendientes mayores del 25 % se excluyen como zonas no aptas (N1) para el cultivo tecnificado de papa de la variedad Diacol Capiro destinada al procesamiento industrial, debido a las exigencias en el desempeño de la maquinaria.																	
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE																	
El uso de las fases cartográficas por pendiente a la escala 1:100.000, implica que en un polígono determinado se encuentran áreas pequeñas que pueden tener mayor o menor pendiente a la dominante, las cuales indican diferencias en el manejo del suelo.																	
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN																	
El proceso de generación del mapa de pendientes, se basó en el uso de las fases por pendiente que se encuentran en el mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014).																	
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD																	
Esta variable presenta rangos de aptitud de acuerdo con la exigencia a la maquinaria utilizada en las diferentes labores de los cultivos, así:																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Pendiente (%)</th> <th>Aptitud</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>≤ 7</td> <td>Alta (A1)</td> </tr> <tr> <td>7-12</td> <td>Media (A2)</td> </tr> <tr> <td>12-25</td> <td>Baja (A3)</td> </tr> <tr> <td>> 25</td> <td>No apta (N1)</td> </tr> </tbody> </table>		Pendiente (%)	Aptitud	≤ 7	Alta (A1)	7-12	Media (A2)	12-25	Baja (A3)	> 25	No apta (N1)						
Pendiente (%)	Aptitud																
≤ 7	Alta (A1)																
7-12	Media (A2)																
12-25	Baja (A3)																
> 25	No apta (N1)																



FUENTES DE INFORMACIÓN

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

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

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

Soil Science Society of America. (2018). Recuperado de: <<https://www.soils.org/publications/soils-glossary?ssoContinue=1#>>.

1.2.2. Variable textura

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE													
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL												
COMPONENTE: FÍSICO SUBCOMPONENTE: EDÁFICO													
CRITERIO ASOCIADO: CAPACIDAD DE LABOREO													
VARIABLE: textura	UNIDAD DE MEDIDA: cualitativa (clase textural)												
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica												
	Análisis jerárquico												
	Exclusión legal												
	Condicionante												
DEFINICIÓN													
<p>Proporciones relativas de las partículas o fracciones de arena, limo y arcilla en la «tierra fina» del suelo, es decir, en la tierra tamizada y con diámetro inferior a 2 mm (Malagón y Montenegro, 1990).</p> <p>Las clases texturales se presentan de acuerdo con la siguiente tabla:</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tbody> <tr><td>Arenosa (A)</td></tr> <tr><td>Arenosa franca (AF)</td></tr> <tr><td>Franco arenosa (FA)</td></tr> <tr><td>Franca (F)</td></tr> <tr><td>Franco limosa (FL)</td></tr> <tr><td>Limosa (L)</td></tr> <tr><td>Franco arcillo arenosa (FArA)</td></tr> <tr><td>Franco arcillosa (FAr)</td></tr> <tr><td>Franco arcillo limosa (FArL)</td></tr> <tr><td>Arcillo arenosa (ArA)</td></tr> <tr><td>Arcillo limosa (ArL)</td></tr> <tr><td>Arcillosa (Ar)</td></tr> </tbody> </table>		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)
Arenosa (A)													
Arenosa franca (AF)													
Franco arenosa (FA)													
Franca (F)													
Franco limosa (FL)													
Limosa (L)													
Franco arcillo arenosa (FArA)													
Franco arcillosa (FAr)													
Franco arcillo limosa (FArL)													
Arcillo arenosa (ArA)													
Arcillo limosa (ArL)													
Arcillosa (Ar)													
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO													
<p>Se relaciona con la consistencia, la cual determina la resistencia del suelo a su ruptura y deformación en los diferentes estados de humedad, afectando los requerimientos de potencia de la tracción utilizada.</p> <p>Para que los implementos, ya sean manuales o mecánicos, penetren con facilidad en el suelo, se necesita una composición en proporciones similares de arena, limo y arcilla.</p> <p>Suelos con altos contenidos de arcilla se vuelven pesados y pegajosos (cuando las arcillas son de relación 2:1): los suelos arenosos desgastan los filos de las herramientas y no facilitan la construcción de surcos o drenajes.</p>													
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 e implementos, se excluye como no apta (N1), la clase arcillosa, cuando su proporción es mayor al 60 % (Vertisoles), por representar dificultad 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, lo cual dificulta su calificación, ya que el criterio utilizado es la dominancia de la clase textural en los horizontes superficiales del mayor componente de la unidad; 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, dada la escala que se determinó para la presente zonificación.													
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN													
<p>La información base para determinar la textura de las unidades de suelos fue el mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014).</p> <p>Esta variable se califica de acuerdo con el comportamiento de la textura cuando se remueve el suelo, especialmente en lo relacionado con la pegajosidad, facilidades de labranza y la susceptibilidad a la compactación.</p>													
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 o 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. También se incluyen en esta categoría las texturas orgánicas, ya que su alta porosidad facilita la compactación del suelo. Igualmente, los suelos con dominancia de arcillas 1:1 (Oxisoles y Ultisoles) se incluyen en la aptitud media (A2), por su baja pegajosidad.

Las clases texturales con aptitud baja (A3) corresponden a las gruesas, porque facilitan la compactación del suelo, desgastan con mayor rapidez las herramientas y no permiten la construcción de surcos, igualmente la clase arcillosa, cuando ésta tiene proporción menor del 60 %.

Se califica como no apta (N1), la clase arcillosa cuando está en proporción mayor de 60 % (Vertisoles), porque genera alta resistencia a su manejo e impide el desempeño de la maquinaria y se pega a la maquinaria.

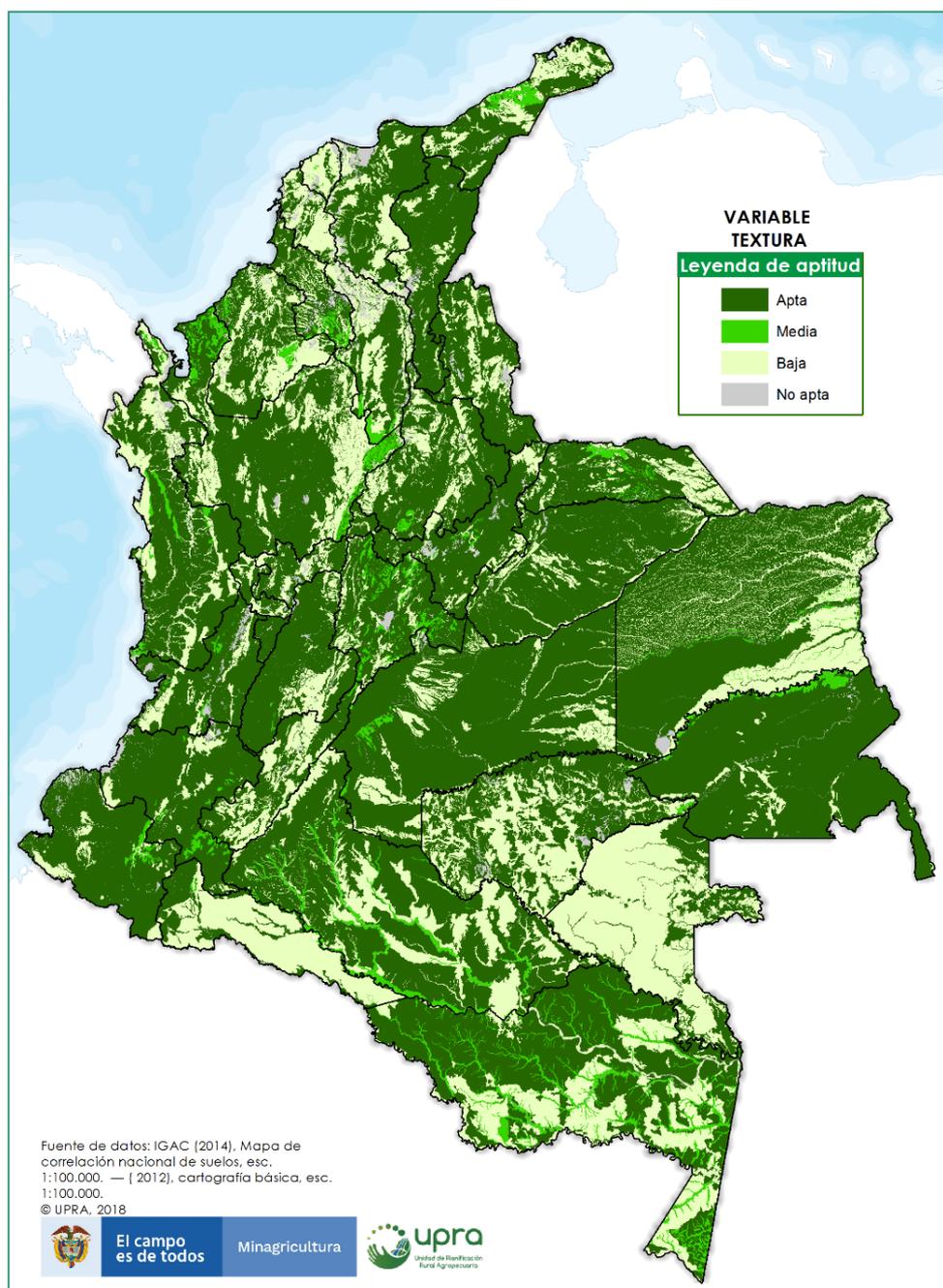
Rangos de aptitud

Textura (clase textural)	Aptitud
F, FL, FA, FArA, FArL	Alta (A1)
FAr, L, ArA, ArL	Media (A2)
A, AF, Ar	Baja (A3)
Ar (Vertisoles)	No apta (N1)

Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos

CRITERIO CAPACIDAD DE LABOREO



FUENTES DE INFORMACIÓN

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

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

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

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

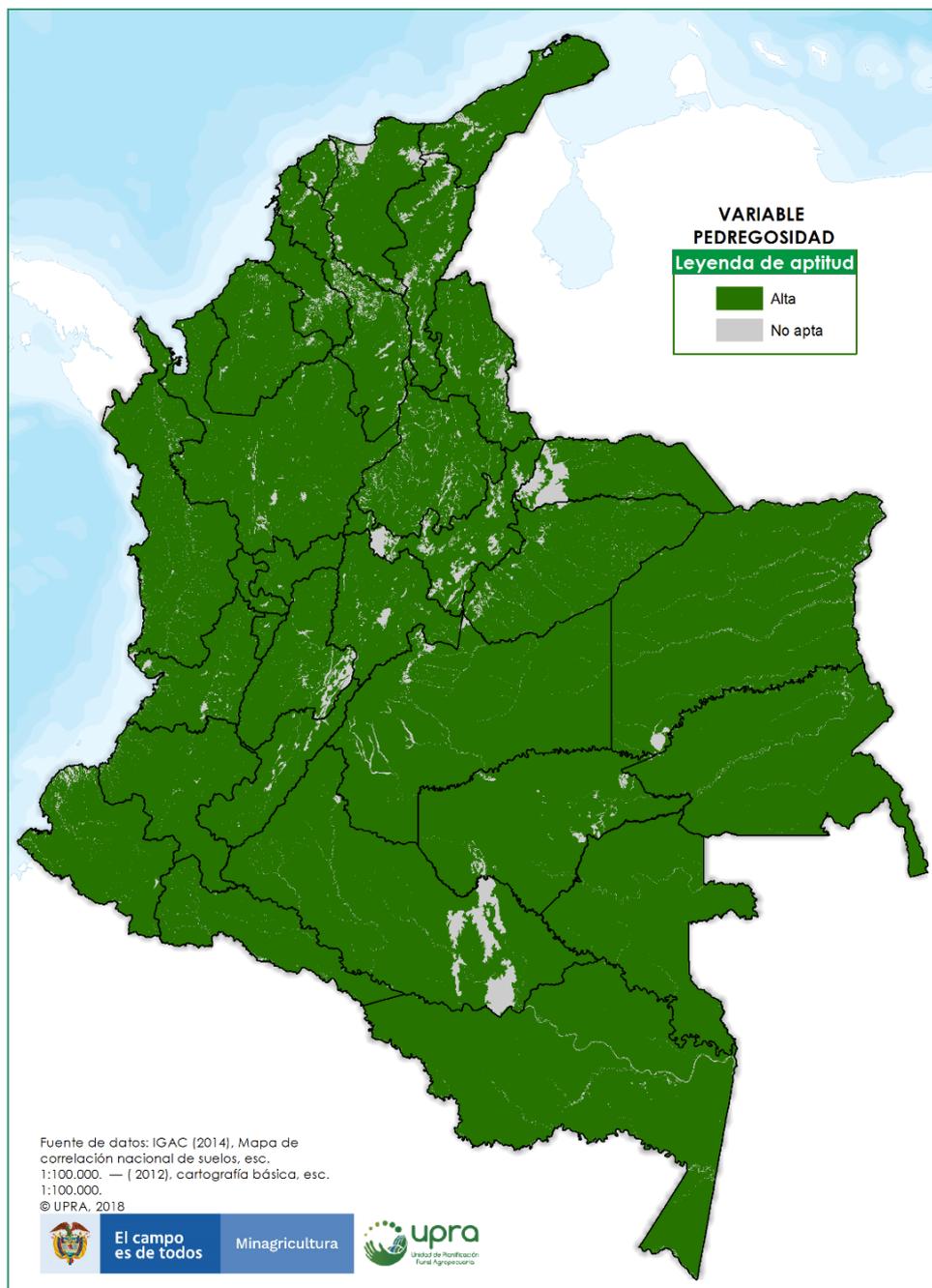
1.2.3. Variable pedregosidad

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE															
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL														
COMPONENTE: FÍSICO SUBCOMPONENTE: EDÁFICO															
CRITERIO ASOCIADO: CAPACIDAD DE LABOREO															
VARIABLE: pedregosidad	UNIDAD DE MEDIDA: adimensional (fases cartográficas de pedregosidad)														
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica														
	Análisis jerárquico														
	Exclusión legal														
	Condicionante														
DEFINICIÓN															
<p>Fragmentos de roca de 2 mm de diámetro o mayores; se reconocen de acuerdo a su tamaño como grava, guijarro, piedra y bloques (Van Wambeke y Forbes, 1987).</p> <p>Para fines prácticos de manejo de suelos, se toma la dimensión de fragmentos de roca mayores a 7,6 cm de diámetro, que incluyen guijarros, piedras y bloques.</p> <p>Clases por recubrimiento de fragmentos rocosos en la superficie de suelo</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Clase</th> <th>Volumen (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>No hay</td> <td>< 3</td> </tr> <tr> <td>Pocos</td> <td>3-15</td> </tr> <tr> <td>Frecuentes</td> <td>15-35</td> </tr> <tr> <td>Abundantes</td> <td>35-60</td> </tr> <tr> <td>Extremadamente abundantes</td> <td>60-90</td> </tr> <tr> <td>Fragmentoso</td> <td>≥ 90</td> </tr> </tbody> </table>		Clase	Volumen (%)	No hay	< 3	Pocos	3-15	Frecuentes	15-35	Abundantes	35-60	Extremadamente abundantes	60-90	Fragmentoso	≥ 90
Clase	Volumen (%)														
No hay	< 3														
Pocos	3-15														
Frecuentes	15-35														
Abundantes	35-60														
Extremadamente abundantes	60-90														
Fragmentoso	≥ 90														
Fuente: IGAC (2010).															
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO															
<p>Incide en la integridad de los implementos agrícolas, limitando las prácticas de laboreo, además de disminuir el área útil por unidad de superficie.</p> <p>En la medida en que aumenta la presencia de fragmentos de roca, se dificultan las labores de adecuación de tierras y demás prácticas culturales como desyerbas, aporques y cosecha del tubérculo.</p>															
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO															
<p>Se considera que áreas donde hay fragmentos de roca mayor de 35 % (fase pedregosa), no son aptas (N1) para el cultivo de papa, debido a que el porcentaje de recubrimiento es tan alto que no permite las prácticas de laboreo, principalmente en lo que se refiere al uso de maquinaria.</p>															
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE															
<p>La principal limitante para la evaluación de esta variable es la forma como se encuentra registrada la información en el mapa nacional de correlación de suelos (IGAC, 2014), solamente aparece fase pedregosa; no se encuentra discriminada en rangos por porcentaje de recubrimiento.</p>															
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN															
<p>Las clases de pedregosidad se obtuvieron a partir de las fases cartográficas de pedregosidad del mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014).</p> <p>Esta variable se tomó únicamente como aparecen en los registros de la información de la base de datos, es decir, fase pedregosa, pero sin especificar rangos por porcentaje de pedregosidad.</p>															
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD															
<p>La asignación de rangos corresponde a las mismas fases cartográficas por pedregosidad, es decir fase pedregosa y sin fase de pedregosidad (expresión que indica tácitamente que no hay pedregosidad donde no se encuentra la fase).</p> <p>Rangos de pedregosidad</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Pedregosidad (fases cartográficas de pedregosidad)</th> <th>Aptitud</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sin fase de pedregosidad</td> <td>Alta (A1)</td> </tr> <tr> <td>Con fase de pedregosidad</td> <td>No apto (N1)</td> </tr> </tbody> </table>		Pedregosidad (fases cartográficas de pedregosidad)	Aptitud	Sin fase de pedregosidad	Alta (A1)	Con fase de pedregosidad	No apto (N1)								
Pedregosidad (fases cartográficas de pedregosidad)	Aptitud														
Sin fase de pedregosidad	Alta (A1)														
Con fase de pedregosidad	No apto (N1)														

Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos

CRITERIO CAPACIDAD DE LABOREO



FUENTES DE INFORMACIÓN

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

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

_. (2014). *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. p. 44-46.

1.3. Criterio Disponibilidad de Nutrientes

FICHA METODOLÓGICA DEL CRITERIO	
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL
COMPONENTE: FÍSICO SUBCOMPONENTE: EDÁFICO	
CRITERIO: DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES	
TIPO DE CRITERIO	Exclusión técnica
	Análisis jerárquico
	Exclusión legal
	Condicionante
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO	
<ul style="list-style-type: none"> Acidez (pH), expresada en rangos de pH. Saturación de bases, expresada en porcentaje (%). Carbono orgánico, expresado en porcentaje (%). Capacidad de intercambio catiónico (CIC), expresada en cmol/kg de suelo. 	
DEFINICIÓN	
<p>Cualidad de un suelo que le permite proporcionar compuestos en cantidades adecuadas y en un balance apropiado para el crecimiento de plantas específicas, cuando otros factores de crecimiento tales como la luz, la humedad, la temperatura y la condición física del suelo son favorables (USDA, 1961).</p> <p>Considera las relaciones químicas en la zona radicular del suelo, de cara a las posibilidades de absorción de nutrientes disponibles para el crecimiento y desarrollo de las plantas cultivadas. Estas relaciones, según las características de las unidades de tierra a escala 1:100.000, están en función de la acidez o pH, de la capacidad de intercambio catiónico, de la saturación de bases y del contenido de carbono orgánico (FAO, 1976).</p>	
IMPORTANCIA DEL CRITERIO PARA EL CULTIVO	
<p>Este criterio contiene las variables que inciden en el aporte y almacenamiento de los nutrientes y está relacionado directamente con los contenidos, en el suelo, de los elementos mayores, secundarios y menores, esenciales para el desarrollo y llenado de los tubérculos.</p> <p>En la medida en que los suelos tengan mayores contenidos de nutrientes, es decir, que la saturación de bases sea alta y esté acompañada de capacidad de intercambio catiónico alta y el pH adecuado, las plantas tienen la posibilidad de obtener los nutrientes del suelo en forma fácil y oportuna, lo cual se verá reflejado en el buen desarrollo y una adecuada tuberización.</p>	
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO	
<p>No se consideran rangos no aptos (N1), ya que desde el punto de vista químico, se pueden mejorar las condiciones del suelo, sólo que esto eleva los costos de producción del cultivo tecnificado de papa de la variedad Diacol Capiro para uso industrial.</p>	
LIMITANTES PARA LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO	
<p>La mayoría de las unidades cartográficas de suelos, a escala 1:100.000, son asociaciones, donde para cada una de las variables que conforman el criterio se califica el componente taxonómico de mayor representatividad dentro de la unidad; esto significa que dentro de la unidad existen áreas de diferentes tamaños que tienen calificaciones diferentes al componente calificado y que corresponden a aptitudes diferentes.</p> <p>En los análisis 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, la capacidad de intercambio catiónico, y el pH como factor que determina la disponibilidad de cada uno de los elementos.</p>	
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	
<p>Las clases de aptitud de cada una de las variables involucradas en el criterio se extractaron del mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014). La calificación que se consideró en cada una de las variables es:</p>	

Acidez (pH)	Aptitud	Saturación de bases (%)	Aptitud
5,3-6,0	Alta (A1)	> 35	Alta (A1)
4,8-5,3 y 6,1-7,8	Media (A2)	10-35	Media (A2)
< 4,8 y > 7,8	Baja (A3)	< 10	Baja (A3)
Carbono orgánico (%)	Aptitud	CIC (cmol/kg de suelo)	Aptitud
> 2,7 - ≤ 10; Andisoles ≤ 15	Alta (A1)	> 20	Alta (A1)
≥ 1,4 - ≤ 2,7; > 10; Andisoles > 15	Media (A2)	10-20	Media (A2)
< 1,4; Histosoles	Baja (A3)	< 10	Baja (A3)

Los rangos de aptitud de cada una de las variables, están dados de acuerdo con diferentes consultas con el gremio, productores de papa industrial y literatura de Fedepapa.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Para discriminar los diferentes niveles de aptitud, se construyó una tabla de ponderación mediante la asignación porcentual a cada una de las variables que conforman el criterio de acuerdo con la limitación que cada una de las variables representan en el desarrollo del cultivo (acidez 30 %; CIC, 30 %; saturación de bases 20 % y carbono orgánico, 20 %).

Árbol de decisión del criterio

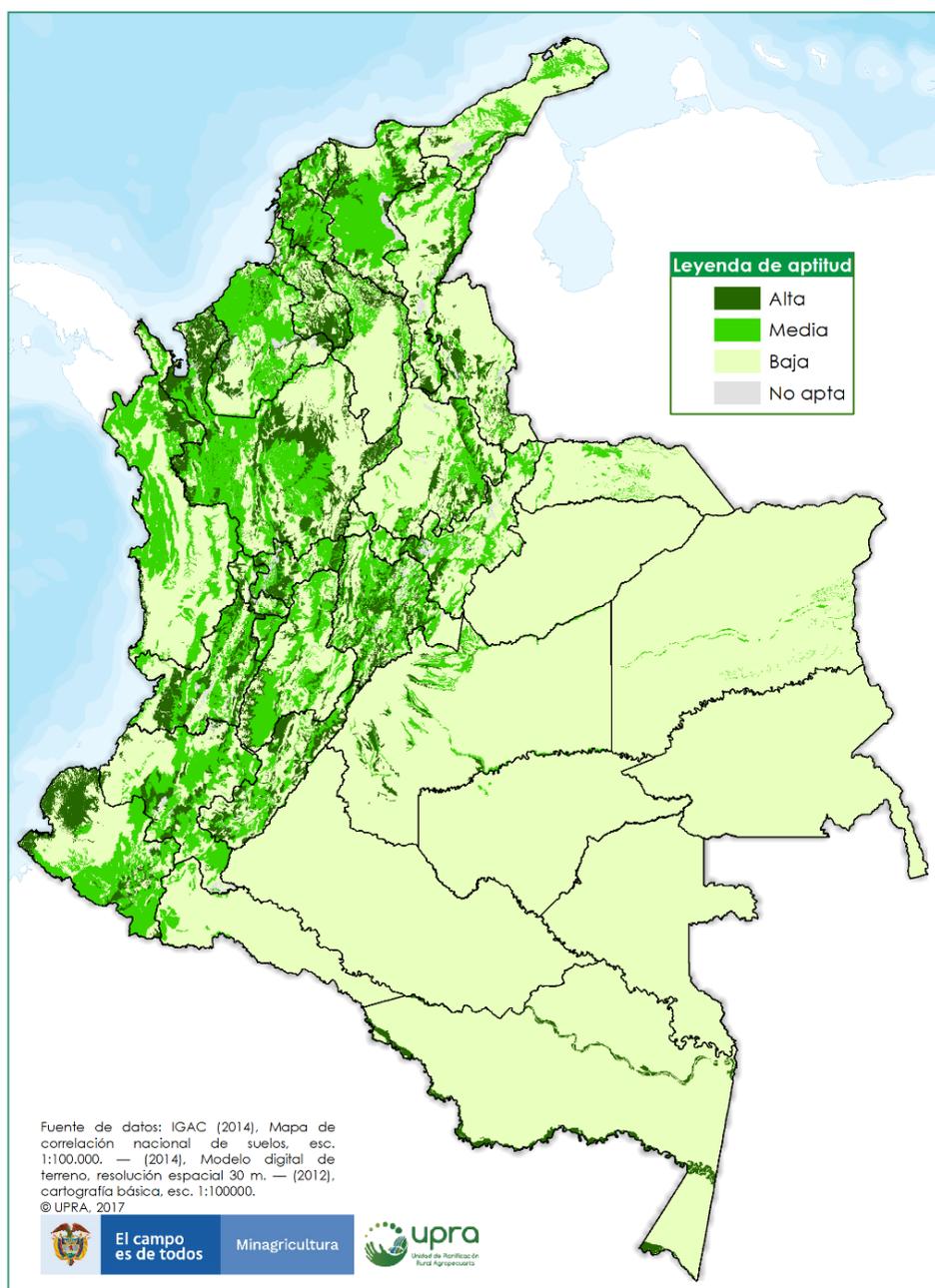
Acidez (pH)	CIC (cmol/kg de suelo)	Saturación de bases (%)	Carbono orgánico (%)	Aptitud
5,3-6,0	> 20	> 35	> 2,7 - ≤10; andisoles ≤ 15	A1
			≥ 1,4 - ≤ 2,7; >10; andisoles > 15	A1
			< 1,4; histosoles	A1
		10-35	> 2,7 - ≤10; andisoles ≤ 15	A1
			≥ 1,4 - ≤ 2,7; >10; andisoles > 15	A1
			< 1,4; histosoles	A2
		< 10	> 2,7 - ≤10; andisoles ≤ 15	A1
			≥ 1,4 - ≤ 2,7; >10; andisoles > 15	A2
			< 1,4; histosoles	A2
	10-20	> 35	> 2,7 - ≤10; andisoles ≤ 15	A1
			≥ 1,4 - ≤ 2,7; >10; andisoles > 15	A2
			< 1,4; histosoles	A2
		10-35	> 2,7 - ≤10; andisoles ≤ 15	A2
			≥ 1,4 - ≤ 2,7; >10; andisoles > 15	A2
			< 1,4; histosoles	A2
		< 10	> 2,7 - ≤10; andisoles ≤ 15	A2
			≥ 1,4 - ≤ 2,7; >10; andisoles > 15	A2
			< 1,4; histosoles	A3
< 10	> 35	> 2,7 - ≤10; andisoles ≤ 15	A2	
		≥ 1,4 - ≤ 2,7; >10; andisoles > 15	A2	
		< 1,4; histosoles	A3	
	10-35	> 2,7 - ≤10; andisoles ≤ 15	A2	
		≥ 1,4 - ≤ 2,7; >10; andisoles > 15	A3	
		< 1,4; histosoles	A3	
	< 10	> 2,7 - ≤10; andisoles ≤ 15	A3	
		≥ 1,4 - ≤ 2,7; >10; andisoles > 15	A3	
		< 1,4; histosoles	A3	

	> 20	> 35	> 2,7 - ≤10; andisoles ≤ 15	A1
			≥ 1,4 - ≤ 2,7; >10; andisoles > 15	A2
			< 1,4; histosoles	A2
		10-35	> 2,7 - ≤10; andisoles ≤ 15	A2
			≥ 1,4 - ≤ 2,7; >10; andisoles > 15	A2
			< 1,4; histosoles	A2
		< 10	> 2,7 - ≤10; andisoles ≤ 15	A2
			≥ 1,4 - ≤ 2,7; >10; andisoles > 15	A2
			< 1,4; histosoles	A3
	10-20	> 35	> 2,7 - ≤10; andisoles ≤ 15	A2
			≥ 1,4 - ≤ 2,7; >10; andisoles > 15	A2
			< 1,4; histosoles	A3
		10-35	> 2,7 - ≤10; andisoles ≤ 15	A2
			≥ 1,4 - ≤ 2,7; >10; andisoles > 15	A3
			< 1,4; histosoles	A3
		< 10	> 2,7 - ≤10; andisoles ≤ 15	A3
			≥ 1,4 - ≤ 2,7; >10; andisoles > 15	A3
			< 1,4; histosoles	A3
	< 10	> 35	> 2,7 - ≤10; andisoles ≤ 15	A2
			≥ 1,4 - ≤ 2,7; >10; andisoles > 15	A3
			< 1,4; histosoles	A3
		10-35	> 2,7 - ≤10; andisoles ≤ 15	A3
			≥ 1,4 - ≤ 2,7; >10; andisoles > 15	A3
			< 1,4; histosoles	A3
< 10		> 2,7 - ≤10; andisoles ≤ 15	A3	
		≥ 1,4 - ≤ 2,7; >10; andisoles > 15	A3	
		< 1,4; histosoles	A3	
< 4,8 y > 7,8	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	A3

Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos

CRITERIO DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES



FUENTES DE INFORMACIÓN

FAO. (1976). «A Framework for Land Evaluation». En: *Soils Bulletin* 32. Roma: FAO.

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

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

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

USDA. (1961). *Land-Capability Classification. Agriculture Handbook No. 210*. EUA: Soil Conservation Service USDA.

1.3.1. Variable acidez (pH)

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE																										
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL																									
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																										
<p>Logaritmo negativo de la actividad de iones H+ en la solución o suspensión del suelo (Garavito, 1979).</p> <p>El término pH fue introducido por Sørensen en 1909 para expresar las actividades de los iones H+ (aH+) como una función logarítmica.</p> <p>El pH puede definirse como:</p> $pH = \log \frac{1}{\log(\alpha H^+)} = -\log \alpha H^+ = -\log(\alpha H^+)$ <p>Acidez: un suelo ácido será aquel que tiene una concentración de iones H+ mayor de 10⁻⁷, o lo que es lo mismo, un pH menor de 7. Sin embargo, la acidez del suelo como limitante para el desarrollo de las plantas, por su influencia sobre la disponibilidad de nutrientes y concentración de sustancias tóxicas, solo adquiere importancia cuando el pH es menor de 5,5. Esto ha sido demostrado por diferentes investigadores (Garavito, 1979).</p> <p>El IGAC (2010), en el manual codificado de reconocimiento de suelos, clasifica el pH de la siguiente manera:</p>																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>pH</th> <th>Clase</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>< 3,5</td> <td>Ultra ácido</td> </tr> <tr> <td>3,5-4,4</td> <td>Extremadamente ácido</td> </tr> <tr> <td>4,5-5,0</td> <td>Muy fuertemente ácido</td> </tr> <tr> <td>5,1-5,5</td> <td>Fuertemente ácido</td> </tr> <tr> <td>5,6-6,0</td> <td>Moderadamente ácido</td> </tr> <tr> <td>6,1-6,5</td> <td>Ligeramente ácido</td> </tr> <tr> <td>6,6-7,3</td> <td>Neutro</td> </tr> <tr> <td>7,4-7,8</td> <td>Ligeramente alcalino</td> </tr> <tr> <td>7,9-8,4</td> <td>Moderadamente alcalino</td> </tr> <tr> <td>8,5-9,0</td> <td>Fuertemente alcalino</td> </tr> <tr> <td>> 9,0</td> <td>Muy fuertemente alcalino</td> </tr> </tbody> </table>			pH	Clase	< 3,5	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
pH	Clase																									
< 3,5	Ultra ácido																									
3,5-4,4	Extremadamente ácido																									
4,5-5,0	Muy fuertemente ácido																									
5,1-5,5	Fuertemente ácido																									
5,6-6,0	Moderadamente ácido																									
6,1-6,5	Ligeramente ácido																									
6,6-7,3	Neutro																									
7,4-7,8	Ligeramente alcalino																									
7,9-8,4	Moderadamente alcalino																									
8,5-9,0	Fuertemente alcalino																									
> 9,0	Muy fuertemente alcalino																									
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO																										
<ul style="list-style-type: none"> 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 o porque 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 (Garavito, 1979). El pH del suelo tiene una importancia determinante para la disponibilidad de los iones nutritivos, lo cual 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 ellos, la absorción radicular se dificulta y si los valores de pH son extremos, puede verse deteriorado el sistema radical o presentarse toxicidades debidas a la excesiva absorción de elementos fitotóxicos (aluminio).
- La actividad microbiana, indispensable en la transformación de elementos que se presentan en formas no asimilables hacia otras que sí lo son.

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

No se consideraron rangos no aptos (N1) para el cultivo tecnificado de papa de la variedad Diacol Capiro para uso industrial, puesto que los valores extremos pueden corregirse mediante el uso de enmiendas, aunque esto representa incrementar los costos de producción.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

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

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La variable se construyó a partir de la información de los resultados de laboratorio de suelos que proporciona la base de datos del mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014). Los valores de pH se tomaron de los horizontes superficiales de los perfiles modales.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

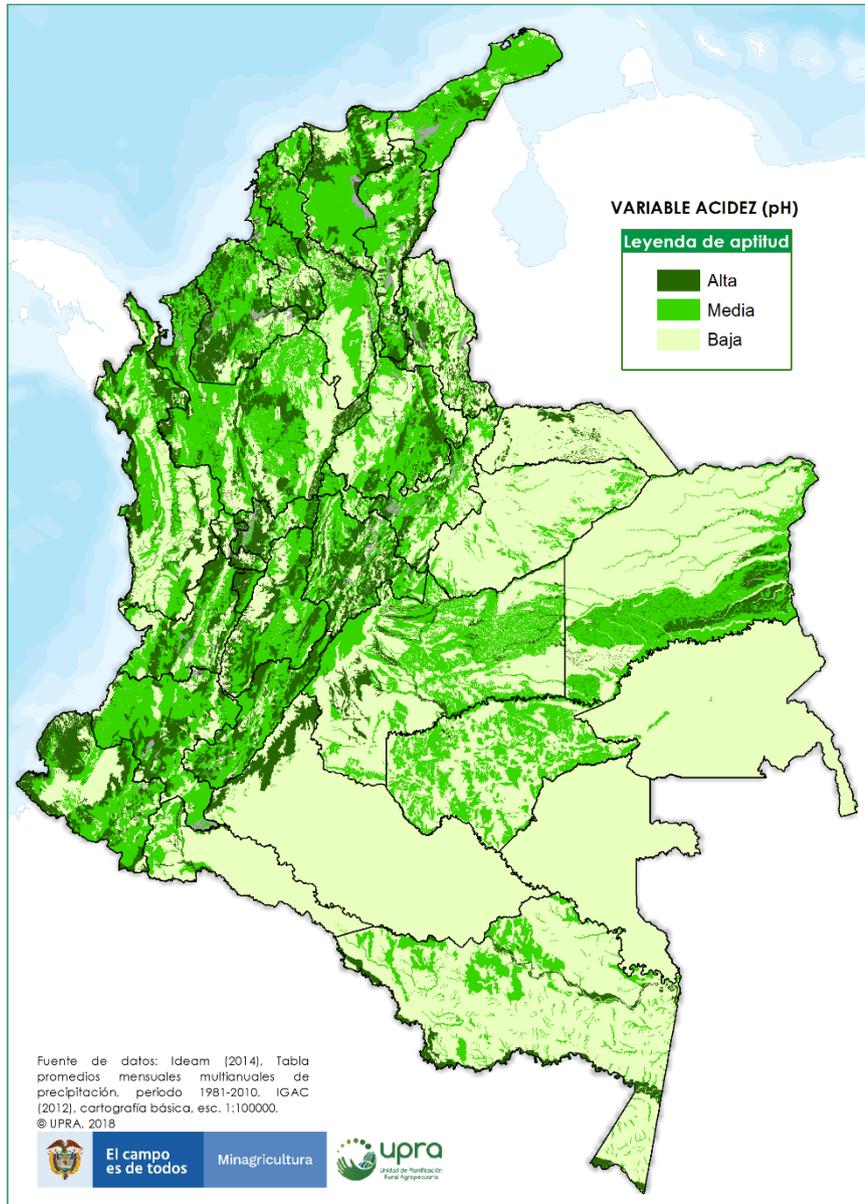
Los rangos de calificación de esta variable se realizaron a partir de los datos de laboratorio que aparecen en el perfil modal del mayor componente de la unidad cartográfica.

Acidez (pH)	Aptitud
5,3-6,0	Alta (A1)
4,8-5,3 y 6,1-7,8	Media (A2)
< 4,8 y > 7,8	Baja (A3)

Los rangos de aptitud están dados de acuerdo con diferentes consultas con la industria de procesamiento de papa, productores del tubérculo y reportes técnicos de Fedepapa.

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

CRITERIO DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES



FUENTES DE INFORMACIÓN

Garavito, F. (1979). *Propiedades químicas de los suelos*, 2 ed. Bogotá: IGAC. p. 30 y 128.

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

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

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

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

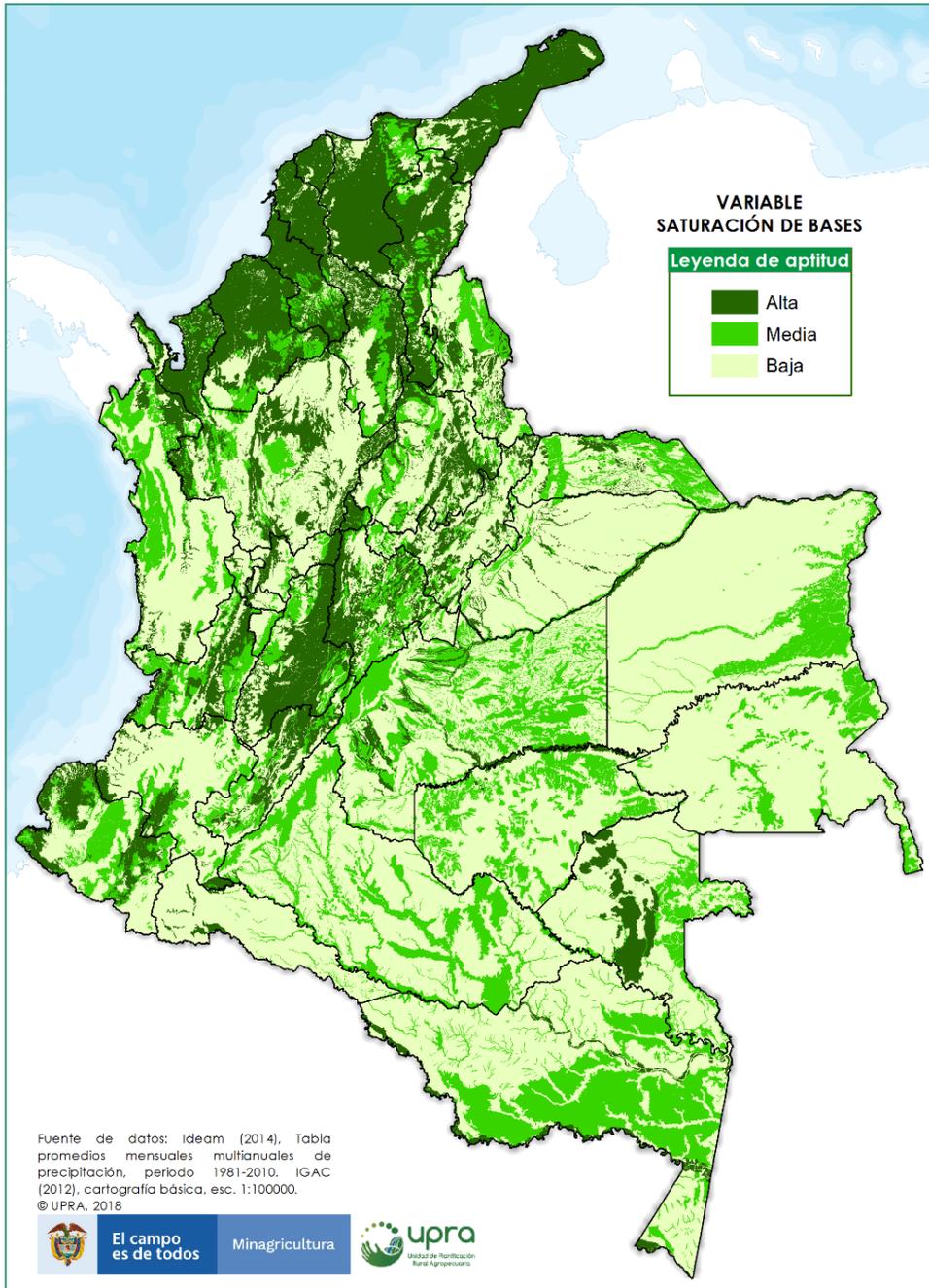
1.3.2. Variable saturación de bases

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE									
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL								
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									
Relación entre la cantidad de bases intercambiables y la capacidad de intercambio de cationes. El valor de la saturación de la base varía según si la capacidad de intercambio catiónico incluye solo la acidez extraíble de la sal o la acidez total determinada a pH 7 u 8. A menudo, se expresa como un porcentaje (Soil Science Society of America, 2018).									
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO									
Estima la cantidad de los elementos nutrientes (protones) del suelo, la cual determina la productividad natural del suelo y el manejo de la fertilización de los cultivos.									
En la medida que la saturación de bases sea mayor, el complejo de cambio está saturado con estos elementos nutritivos para las plantas de papa. Una mayor saturación de bases indica disponibilidad de nutrientes para las plantas, especialmente cuando la capacidad de intercambio catiónica es elevada. Cuando en condiciones naturales los contenidos de bases son bajos, debe adicionarse fertilizantes, lo cual implica aumento de los costos de producción.									
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 (Malagón, 1995).									
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO									
No se determinaron áreas no aptas (N1) por esta variable, debido a que, en las unidades de tierras con baja saturación de bases, se pueden aplicar enmiendas para regular su contenido, como parte del manejo del cultivo.									
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE									
La mayoría de las unidades cartográficas de suelos, a escala 1:100.000, son asociaciones, donde se califica el componente taxonómico de mayor representatividad dentro de la unidad; esto significa que dentro de la misma existen áreas de diferentes tamaños que tienen saturaciones de diferente al componente calificado, que corresponden a aptitudes diferentes.									
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN									
La variable se construyó a partir de la información de los resultados de laboratorio de suelos que proporciona la base de datos del mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014).									
Es importante aclarar que los valores de saturación de bases se tomaron de los horizontes superficiales de cada uno de los perfiles modales.									
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD									
Los rangos estimados para la variable son los siguientes:									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Saturación de bases (%)</th> <th>Aptitud</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>> 35</td> <td>Alta (A1)</td> </tr> <tr> <td>10-35</td> <td>Media (A2)</td> </tr> <tr> <td>< 10</td> <td>Baja (A3)</td> </tr> </tbody> </table>		Saturación de bases (%)	Aptitud	> 35	Alta (A1)	10-35	Media (A2)	< 10	Baja (A3)
Saturación de bases (%)	Aptitud								
> 35	Alta (A1)								
10-35	Media (A2)								
< 10	Baja (A3)								
Los rangos de aptitud están dados de acuerdo con diferentes consultas con la industria de procesamiento de papa, productores del tubérculo y reportes técnicos de Fedepapa.									

Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos

CRITERIO DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES



FUENTES DE INFORMACIÓN

IGAC. (1995). *Suelos de Colombia: origen, evolución, clasificación, distribución y uso*. p. 423-427.

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

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

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

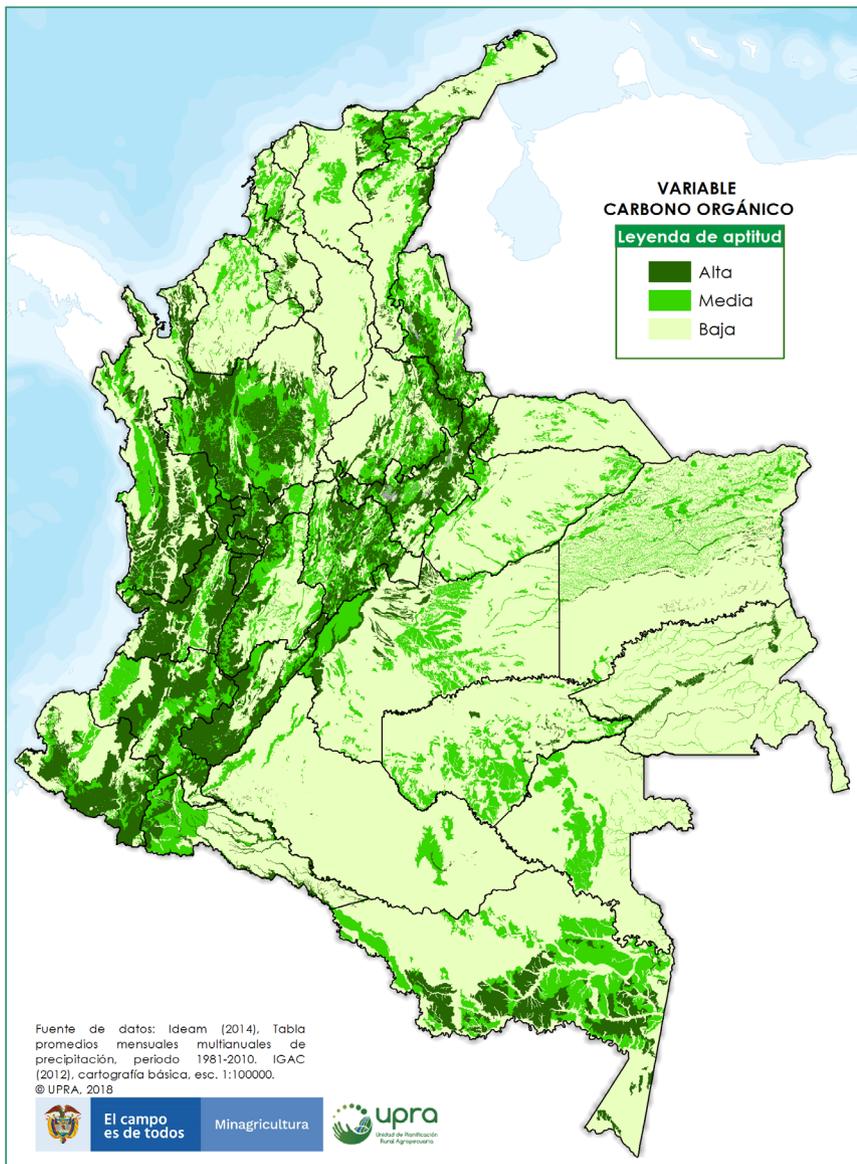
Soil Science Society of America. (2018). Recuperado de: <<https://www.soils.org/publications/soils-glossary?ssoContinue=1#>>.

1.3.3. Variable carbono orgánico

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE									
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL								
COMPONENTE: FÍSICO SUBCOMPONENTE: EDÁFICO									
CRITERIO ASOCIADO: DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES									
VARIABLE: carbono orgánico	UNIDAD DE MEDIDA: porcentaje (%)								
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica								
	Análisis jerárquico								
	Exclusión legal								
	Condicionante								
DEFINICIÓN									
<p>El carbono orgánico del suelo es el principal elemento que forma parte de la materia orgánica; por esto es común que se hable indistintamente de uno u otro.</p> <p>Se conoce como materia orgánica del suelo a un conjunto de residuos orgánicos, de origen animal o vegetal, que están en diferentes etapas de descomposición y que se acumulan tanto en la superficie como dentro del perfil del suelo. Además, incluye una fracción viva, o biota, que participa en la descomposición y transformación de los residuos orgánicos.</p>									
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO									
<p>Se relaciona con la cantidad y disponibilidad de nitrógeno, cuyo aporte mineral es escaso. La materia orgánica también modifica el grado de acidez hacia valores cercanos a neutros, aumenta la solubilidad de varios nutrientes y proporciona coloides de alta capacidad de intercambio catiónico.</p> <p>En las propiedades físicas, modifica la estructura y regula la distribución de los poros; en cuanto la parte biológica, el carbono es esencial, proporciona fuentes energéticas a los organismos del suelo, generalmente heterótrofos en forma de carbono lábil (hidratos de carbono o compuestos orgánicos de bajo peso molecular) (Borie et al., 1999).</p>									
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO									
<p>No se determinaron unidades de tierra no aptas (N1) por esta variable, debido a que en los suelos con bajos contenidos de materia orgánica, se pueden aplicar enmiendas para mejorar el contenido de carbono orgánico.</p>									
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE									
<p>La mayoría de las unidades cartográficas de suelos, escala 1:100.000, son asociaciones y se califica el componente taxonómico de mayor representatividad dentro de la unidad, lo cual significa que dentro de la unidad existen áreas de diferentes tamaños que tienen diferentes cantidades de carbono orgánico, lo cual significa aptitud diferente al componente calificado.</p>									
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN									
<p>La variable se construyó a partir del contenido de carbono orgánico registrado en la información de los resultados de laboratorio de suelos que proporciona la base de datos del mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014). Los valores de los contenidos de carbono orgánico del suelo, se tomaron de los horizontes superficiales del perfil modal.</p>									
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD									
<p>Los rangos para asignar los valores de aptitud para la variable, son los siguientes:</p>									
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Carbono orgánico (%)</th> <th>Aptitud</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>> 2,7 - ≤ 10; andisoles ≤ 15</td> <td>Alta (A1)</td> </tr> <tr> <td>≥ 1,4 - ≤ 2,7; > 10; andisoles > 15</td> <td>Media (A2)</td> </tr> <tr> <td>< 1,4; histosoles</td> <td>Baja (A3)</td> </tr> </tbody> </table>	Carbono orgánico (%)	Aptitud	> 2,7 - ≤ 10; andisoles ≤ 15	Alta (A1)	≥ 1,4 - ≤ 2,7; > 10; andisoles > 15	Media (A2)	< 1,4; histosoles	Baja (A3)
Carbono orgánico (%)	Aptitud								
> 2,7 - ≤ 10; andisoles ≤ 15	Alta (A1)								
≥ 1,4 - ≤ 2,7; > 10; andisoles > 15	Media (A2)								
< 1,4; histosoles	Baja (A3)								
<p>Los Andisoles e Histosoles tienen calificaciones diferentes porque naturalmente tienen altos contenidos de materia orgánica.</p> <p>Los rangos de aptitud están dados de acuerdo con diferentes consultas con la industria de procesamiento de papa, productores del tubérculo y reportes técnicos de Fedepapa.</p>									

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

CRITERIO DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES



FUENTES DE INFORMACIÓN

Borie, G.; Aguilera, S. y Peirano, P. (1999). «Actividad biológica en suelos». En: *Frontera Agrícola* 5. p. 29-32.

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

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

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

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

Martínez, E., Fuentes, J. y Acevedo, E. (2008). «Carbono orgánico y propiedades del suelo». En: *Revista de la Ciencia del Suelo y Nutrición Vegetal*, vol. 8, no. 1. p. 68-96.

Singer, M. y Munns, D. (1996). *Soils. An introduction*. 3 ed. EUA: Prentice-Hall Inc. 480 p.

1.3.4. Variable capacidad de intercambio catiónico (CIC)

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE									
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL								
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									
<p>De acuerdo con Chapman, los cationes retenidos en la superficie de minerales del suelo y dentro del enrejado cristalino de algunos minerales y los que hacen parte de ciertos compuestos orgánicos pueden ser reversiblemente reemplazados por aquellos de soluciones salinas y ácidas (Malagón, 1995). La suma de estos cationes se define como la capacidad de intercambio catiónico y usualmente se expresa en miliequivalentes por 100 g de suelo, cmol/kg de suelo o milimoles de carga por kg de suelo, o del material edáfico al que se le determinó.</p> <p>La capacidad de intercambio de cationes y aniones es una de las características más importantes del suelo, ya que, independientemente de otras interpretaciones, determina la retención de la mayoría de los elementos requeridos para la nutrición vegetal y constituye gran parte de la capacidad reguladora del medio (Cortés y Malagón, 1984).</p>									
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO									
<p>La CIC se ha considerado en la zonificación para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial, por ser una de las variables de mayor relevancia en la nutrición vegetal. Tiene gran influencia en las propiedades químicas, físicas y biológicas de los suelos. Es un indicador de la fertilidad de los suelos, dado que controla la disponibilidad de nutrientes para las plantas. Interviene en los procesos de floculación y dispersión de la arcilla y, por consiguiente, en la estructura y estabilidad de los agregados.</p> <p>El suelo no solamente retiene los elementos denominados mayores (N, P, K, Ca, S, Mg), sino los elementos menores o micronutrientes (Fe, B, Mn, Zn, Cl, Mo, Cu, Ni), necesarios para la nutrición de las plantas, y es un indicativo de la capacidad reguladora de los suelos (capacidad de evitar cambios bruscos en el pH del suelo o capacidad amortiguadora contra ellos).</p> <p>Suelos con baja CIC pueden retener pocos cationes y, en consecuencia, requieren dosis frecuentes de fertilizantes, que los suelos con alta CIC (Cortés y Malagón, 1984).</p>									
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO									
No se determinó área no apta (N1) por esta variable, debido a que a las unidades de tierras con baja CIC se les puede aplicar enmiendas, tales como materia orgánica que la mejoran.									
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE									
La mayoría de las unidades cartográficas de suelos, a escala 1:100.000, son asociaciones y se califica el componente taxonómico de mayor representatividad dentro de la unidad; esto significa que dentro de la unidad existen áreas de diferentes tamaños que tienen saturaciones de diferente aptitud al componente calificado.									
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN									
<p>La variable se obtuvo a partir de la información de los resultados de laboratorio de suelos que proporciona la base de datos del mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014). Es importante aclarar que los valores de CIC se tomaron de los horizontes superficiales de los perfiles modales.</p> <p>Los límites de variación se conforman reagrupando los valores de la tabla de fertilidad en la metodología para elaborar y actualizar áreas homogéneas de tierras con fines catastrales (IGAC, 2014).</p>									
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>CIC (cmol/kg de suelo)</th> <th>Aptitud</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>> 20</td> <td>Alta (A1)</td> </tr> <tr> <td>10-20</td> <td>Media (A2)</td> </tr> <tr> <td>< 10</td> <td>Baja (A3)</td> </tr> </tbody> </table>		CIC (cmol/kg de suelo)	Aptitud	> 20	Alta (A1)	10-20	Media (A2)	< 10	Baja (A3)
CIC (cmol/kg de suelo)	Aptitud								
> 20	Alta (A1)								
10-20	Media (A2)								
< 10	Baja (A3)								
<p>Los rangos de aptitud están dados de acuerdo con diferentes consultas con la industria de procesamiento de papa, productores del tubérculo y reportes técnicos de Fedepapa.</p>									

Unidad de análisis	Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos
CRITERIO DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES	
FUENTES DE INFORMACIÓN	
<p>Malagón, D. (1995). <i>Suelos de Colombia: origen, evolución, clasificación, distribución y uso</i>. Bogotá: IGAC. p. 423-427.</p> <p>IGAC. (2010). <i>Instructivo para los levantamientos de suelos</i> (manual de códigos). Bogotá: IGAC. 119 p.</p> <p>... (2012). <i>Cartografía básica, escala 1:100.000</i>. Bogotá: IGAC.</p> <p>... (2014). <i>Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000</i>. Bogotá: IGAC.</p> <p>... (2014). <i>Metodología para elaborar y actualizar áreas homogéneas de tierras con fines catastrales</i>, 48 p.</p> <p>Cortés, A. y Malagón, D. (1984). <i>Los levantamientos agrológicos y sus aplicaciones múltiples</i>. Bogotá: UJTL. p. 270.</p>	

1.4. Criterio Condiciones de Enraizamiento y Tuberización

FICHA METODOLÓGICA DEL CRITERIO					
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)			CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL		
COMPONENTE: FÍSICO SUBCOMPONENTE: EDÁFICO					
CRITERIO: CONDICIONES DE ENRAIZAMIENTO Y TUBERIZACIÓN					
TIPO DE CRITERIO		Exclusión técnica			
		Análisis jerárquico			
		Exclusión legal			
		Condicionante			
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO					
<ul style="list-style-type: none"> Profundidad efectiva, expresada en centímetros (cm). Textura, expresada en clases texturales. Pedregosidad, expresada en fases cartográficas de pedregosidad. 					
DEFINICIÓN					
Conjunto de características físicas del suelo que permiten el desarrollo de las raíces de las plantas de papa y la formación adecuada de estolones y llenado de tubérculos.					
IMPORTANCIA DEL CRITERIO PARA EL CULTIVO					
En la medida en que las raíces puedan explorar mayor volumen de suelo y tener un espacio físico adecuado, mayores son las posibilidades de las plantas para abastecerse de agua y nutrientes, de los cuales depende la capacidad para el desarrollo de estolones y llenado de tubérculos.					
Cuando las raíces encuentran un medio propicio para su desarrollo, como buena aireación, distribución de partículas por tamaño en promedios similares, poca pedregosidad que cause daños o impida la formación adecuada de los tubérculos y una profundidad radicular adecuada, el desarrollo del cultivo y la tuberización, se llevan a cabo uniformemente.					
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO					
Los límites a partir de los cuales no es posible el establecimiento de cultivos de papa de la variedad Diacol Capiro con destino al procesamiento industrial, considerados no aptos (N1), son la profundidad efectiva menor de 25 cm y la pedregosidad en los primeros horizontes mayor de 35 % (fase pedregosa).					
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 ésta existen áreas que tienen calificaciones diferentes al componente calificado y que corresponden a aptitudes diferentes.					
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN					
La información para las tres variables que conforman este criterio se obtuvieron del mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014), que corresponde a los límites de variación de las clases de profundidad (cm), clases de pedregosidad (porcentaje de volumen) y las clases texturales; la calificación de este criterio se da por medio de un árbol de decisión.					
Profundidad efectiva (cm)	Aptitud	Textura	Aptitud	Pedregosidad (fases cartográficas de pedregosidad)	Aptitud
> 50	Alta (A1)	F, FL, FA, L, A, AF	Alta (A1)	Sin fase de pedregosidad	Alta (A1)
25-50	Media (A2)	FAr, FArA, FArL, ArA	Media (A2)	Con fase de pedregosidad	No apta (N1)
< 25	No apta (N1)	ArL, Ar	Baja (A3)		
		Ar (Vertisoles)	No apta (N1)		
Los rangos de aptitud de las variables, están dados de acuerdo con diferentes consultas con la industria de procesamiento de papa, productores del tubérculo y reportes técnicos de Fedepapa.					

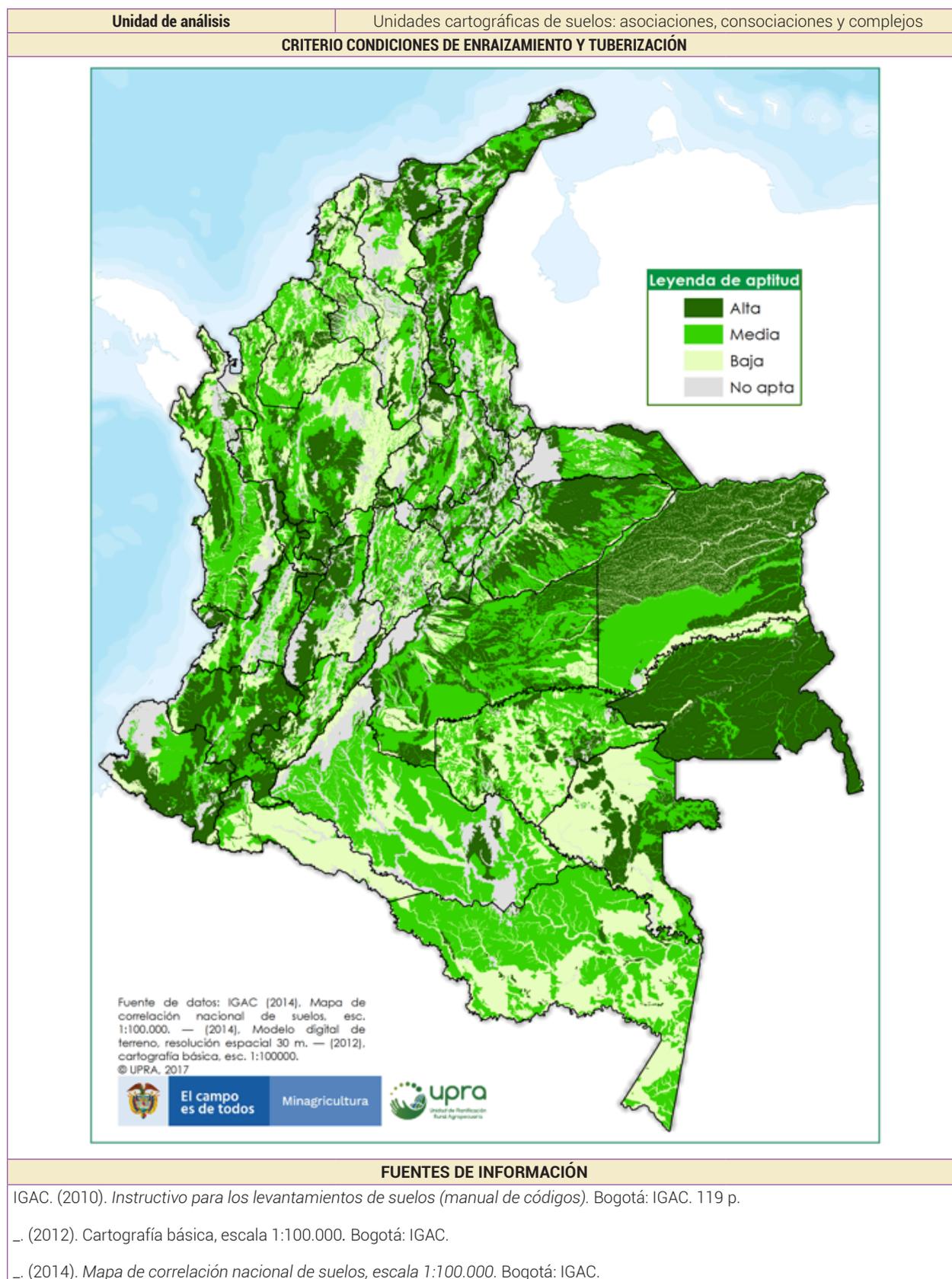
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Se tomaron las tres variables (profundidad efectiva, pedregosidad y textura) y se dio calificación de acuerdo con la limitación que cada variable representa en el enraizamiento y la tuberización de las plantas de papa.

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 reduce las posibilidades de una buena formación de raíces, estolones y tubérculos, y por lo tanto, su nivel de producción.

Árbol de decisión para el criterio

Profundidad (cm)	Textura (clase textural)	Pedregosidad (fases cartográficas de pedregosidad)	Aptitud
> 50	F, FL, FA, L, A, AF	Sin fase de pedregosidad	A1
		Con fase de pedregosidad	N1
	FAr, FArA, FArL, ArA	Sin fase de pedregosidad	A2
		Con fase de pedregosidad	N1
	ArL, Ar	Sin fase de pedregosidad	A3
		Con fase de pedregosidad	N1
	Ar (Vertisoles)	Sin fase de pedregosidad	N1
		Con fase de pedregosidad	N1
25-50	F, FL, FA, L, A, AF	Sin fase de pedregosidad	A2
		Con fase de pedregosidad	N1
	FAr, FArA, FArL, ArA	Sin fase de pedregosidad	A2
		Con fase de pedregosidad	N1
	ArL, Ar	Sin fase de pedregosidad	A3
		Con fase de pedregosidad	N1
	Ar (Vertisoles)	Sin fase de pedregosidad	N1
		Con fase de pedregosidad	N1
< 25	Cualquiera	Cualquiera	N1



1.4.1. Variable profundidad efectiva

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE															
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL														
COMPONENTE: FÍSICO SUBCOMPONENTE: EDÁFICO															
CRITERIO ASOCIADO: CONDICIONES DE ENRAIZAMIENTO Y TUBERIZACIÓN															
VARIABLE: profundidad efectiva	UNIDAD DE MEDIDA: centímetros (cm)														
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica														
	Análisis jerárquico														
	Exclusión legal														
	Condicionante														
DEFINICIÓN															
Espacio en el que las raíces de las plantas pueden penetrar, sin mayores restricciones, para conseguir el agua y los nutrientes indispensables. También se define como el total de la profundidad del perfil del suelo que es favorable para desarrollo de las raíces (USDA, 1961).															
De acuerdo con la clasificación definida por el IGAC (2010), los límites de variación de la profundidad efectiva del suelo se establecen de la siguiente manera:															
<p style="text-align: center;">Clases por profundidad efectiva</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Clase</th> <th>Profundidad (cm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Muy superficial</td> <td>< 25</td> </tr> <tr> <td>Superficial</td> <td>25-50</td> </tr> <tr> <td>Moderadamente superficial</td> <td>50-75</td> </tr> <tr> <td>Moderadamente profunda</td> <td>75-100</td> </tr> <tr> <td>Profunda</td> <td>100-150</td> </tr> <tr> <td>Muy profunda</td> <td>> 150</td> </tr> </tbody> </table>		Clase	Profundidad (cm)	Muy superficial	< 25	Superficial	25-50	Moderadamente superficial	50-75	Moderadamente profunda	75-100	Profunda	100-150	Muy profunda	> 150
Clase	Profundidad (cm)														
Muy superficial	< 25														
Superficial	25-50														
Moderadamente superficial	50-75														
Moderadamente profunda	75-100														
Profunda	100-150														
Muy profunda	> 150														
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO															
Determina el espacio donde las raíces pueden desarrollarse, afectando la formación y exploración de estolones y desarrollo de tuberización; en un suelo profundo las plantas pueden encontrar mayor humedad; por lo tanto, resisten mejor la sequía, ya que el suelo puede almacenar más agua. De igual manera, la planta puede tomar los nutrientes que están almacenados en los horizontes más profundos del suelo y los tubérculos tienen mayores posibilidades de desarrollo y llenado.															
Para el cultivo tecnificado de papa de la variedad Diacol Capiro para uso industrial, se considera que el suelo debe tener una profundidad efectiva mayor a 25 cm, libre de fragmentos gruesos, contactos (líticos, petroféricos, petrocálcicos) y presencia de horizontes argílicos o compactados.															
Otros elementos que afectan la profundidad efectiva son las condiciones de hidromorfismo, los contrastes texturales, las fluctuaciones del nivel freático y los encharcamientos e inundaciones, los cuales se evalúan en otros criterios.															
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO															
Se definieron las profundidades efectivas menores a 25 cm como no aptas (N1) para el establecimiento del cultivo mecanizado de papa, debido a que, a estas profundidades, hay restricciones en el buen desarrollo de las raíces, de estolones y de tubérculos, necesarios para una producción adecuada.															
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE															
La mayoría de las unidades cartográficas de suelos en los estudios generales representan asociaciones y, se califica la profundidad del componente que ocupa la mayor área dentro de la unidad. Esto quiere decir que en la unidad cartográfica 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 (IGAC, 2014).															
En la determinación de los rangos de aptitud para la profundidad efectiva de los suelos, 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 con el uso de equipos como subsoladores y cinceles.															

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

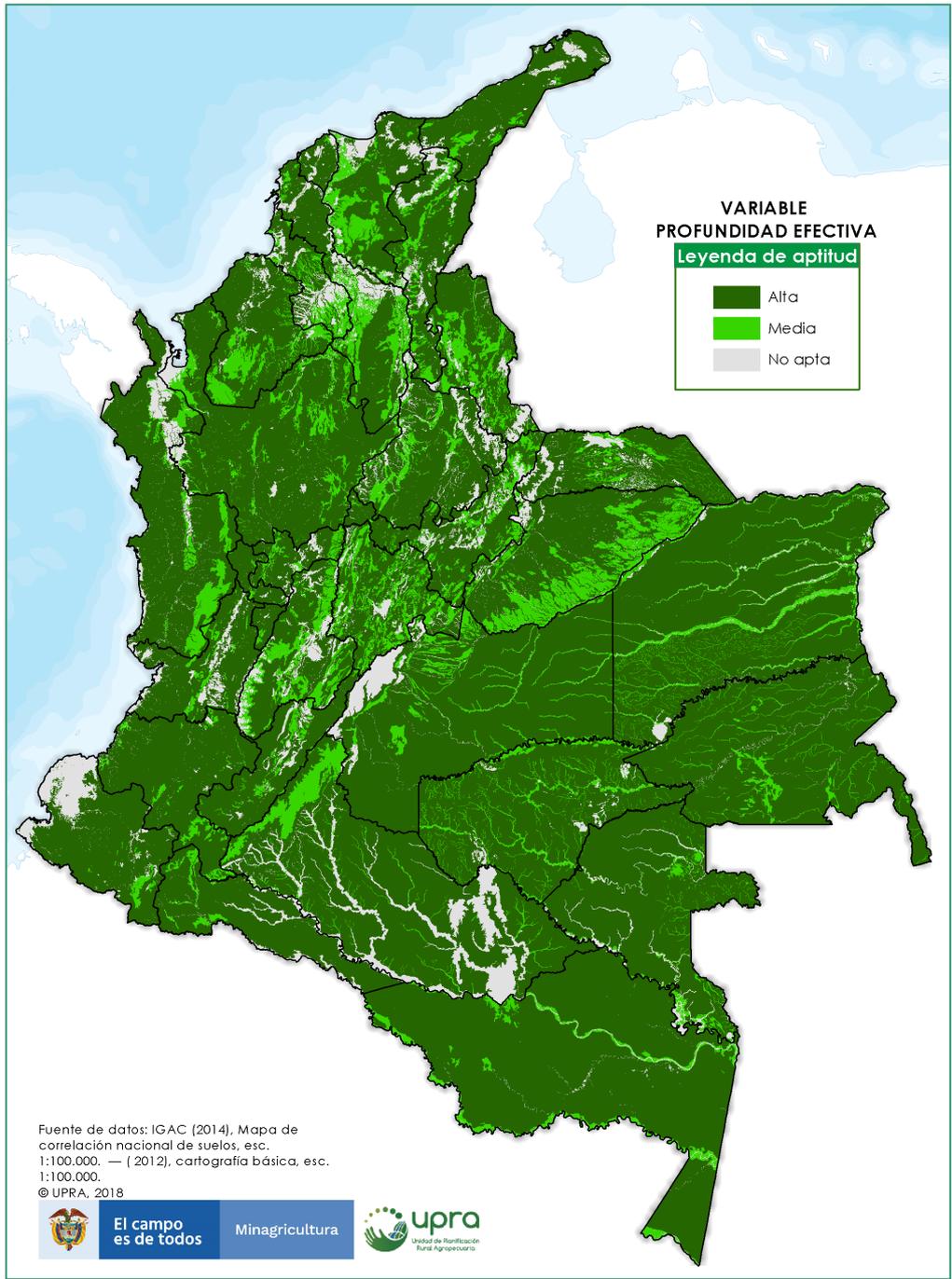
Se determinaron como tierras con aptitud alta (A1), los suelos con profundidad mayor de 50 cm; aptitud media (A2), entre 25 y 50 cm, y se excluyeron las profundidades menores a 25 cm por no tener espacio físico suficiente para el desarrollo del sistema subterráneo de la planta, que incluye la formación y llenado de tubérculos. Asimismo, limita el movimiento de suelo durante el ciclo productivo para labores como surcado, desyerba, aporque y cosecha.

Esta variable presenta los siguientes rangos de aptitud:

Profundidad efectiva (cm)	Aptitud
> 50	Alta (A1)
25-50	Media (A2)
< 25	No apta (N1)

Los rangos de aptitud están dados de acuerdo con diferentes consultas con la industria de procesamiento de papa, productores del tubérculo y reportes técnicos de Fedepapa.

Unidad de análisis | Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos
CRITERIO CONDICIONES DE ENRAIZAMIENTO Y TUBERIZACIÓN



FUENTES DE INFORMACIÓN

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

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

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

USDA. (1961). *Land-Capability Classification. Agriculture Handbook No. 210*. EUA: Soil Conservation Service USDA.

1.4.2. Variable textura

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE														
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL													
COMPONENTE: FÍSICO SUBCOMPONENTE: EDÁFICO														
CRITERIO ASOCIADO: CONDICIONES DE ENRAIZAMIENTO Y TUBERIZACIÓN														
VARIABLE: textura	UNIDAD DE MEDIDA: cualitativa (clases texturales)													
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica													
	Análisis jerárquico													
	Exclusión legal													
	Condicionante													
DEFINICIÓN														
<p>Proporciones relativas de las partículas o fracciones de arena, limo y arcilla en la «<i>tierra fina</i>» del suelo, es decir, en la tierra tamizada y con diámetro inferior a 2 mm (Malagón y Montenegro, 1990).</p> <p style="text-align: center;">Las clases texturales se presentan de acuerdo con la siguiente tabla:</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tbody> <tr><td>Arenosa (A)</td></tr> <tr><td>Arenosa franca (AF)</td></tr> <tr><td>Franco arenosa (FA)</td></tr> <tr><td>Franca (F)</td></tr> <tr><td>Franco limosa (FL)</td></tr> <tr><td>Limosa (L)</td></tr> <tr><td>Franco arcillo arenosa (FArA)</td></tr> <tr><td>Franco arcillosa (FAr)</td></tr> <tr><td>Franco arcillo limosa (FArL)</td></tr> <tr><td>Arcillo arenosa (ArA)</td></tr> <tr><td>Arcillo limosa (ArL)</td></tr> <tr><td>Arcillosa (Ar)</td></tr> </tbody> </table>			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)
Arenosa (A)														
Arenosa franca (AF)														
Franco arenosa (FA)														
Franca (F)														
Franco limosa (FL)														
Limosa (L)														
Franco arcillo arenosa (FArA)														
Franco arcillosa (FAr)														
Franco arcillo limosa (FArL)														
Arcillo arenosa (ArA)														
Arcillo limosa (ArL)														
Arcillosa (Ar)														
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO														
<p>Se relaciona con la consistencia, la permeabilidad y la porosidad del suelo, afectando la penetración de las raíces y el espacio entre partículas permitiendo que circule el oxígeno que favorece la aireación; en suelos de texturas finas, las raíces tienen mayor gasto de energía para penetrarlos, mientras que en los suelos gruesos, se puede presentar exposición libre tanto de las raíces como de los tubérculos por desplazamiento de las partículas por acción del agua.</p> <p>La clase textural es una variable de importancia para el desarrollo del cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial, porque propicia los tipos de interacciones que se pueden dar entre el suelo y las plantas, dado que las propiedades físicas de los suelos son determinadas en gran parte por este componente.</p>														
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO														
Aunque los tipos de textura representan diferentes grados de dificultad para el desarrollo de raíces y tubérculos, solamente se excluye la clase arcillosa, cuando supera el 60 % (Vertisoles).														
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 la clase textural en los horizontes superficiales del perfil más representativo, por lo tanto es posible tener algunos sectores dentro de cada unidad de suelos con texturas de diferente calificación que no es posible reflejar en la calificación de la unidad.														
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN														
La información base para determinar la textura asociada a las unidades de tierra fue el mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014). A partir de esta base de datos se realizó un agrupamiento de clases texturales, de acuerdo con los rangos definidos.														
Esta variable se define con base en los requerimientos del cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial, en relación con su crecimiento y desarrollo, consultados con la industria, reportes técnicos y productores.														
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 de papa puede obtener un mejor desarrollo debido al buen suministro de oxígeno y condiciones de suelo suelto, para crecimiento de las raíces y los tubérculos.														

Los grupos texturales con aptitud media (A2), corresponden al grupo textural francas finas, que presentan baja permeabilidad, dificultan el movimiento del agua en suelo y, por lo tanto, favorecen los encharcamientos con problemas en disponibilidad de oxígeno y, en épocas secas, el endurecimiento del suelo. La clase textural fina, se califica con aptitud baja (A3) por su alto contenido de arcilla.

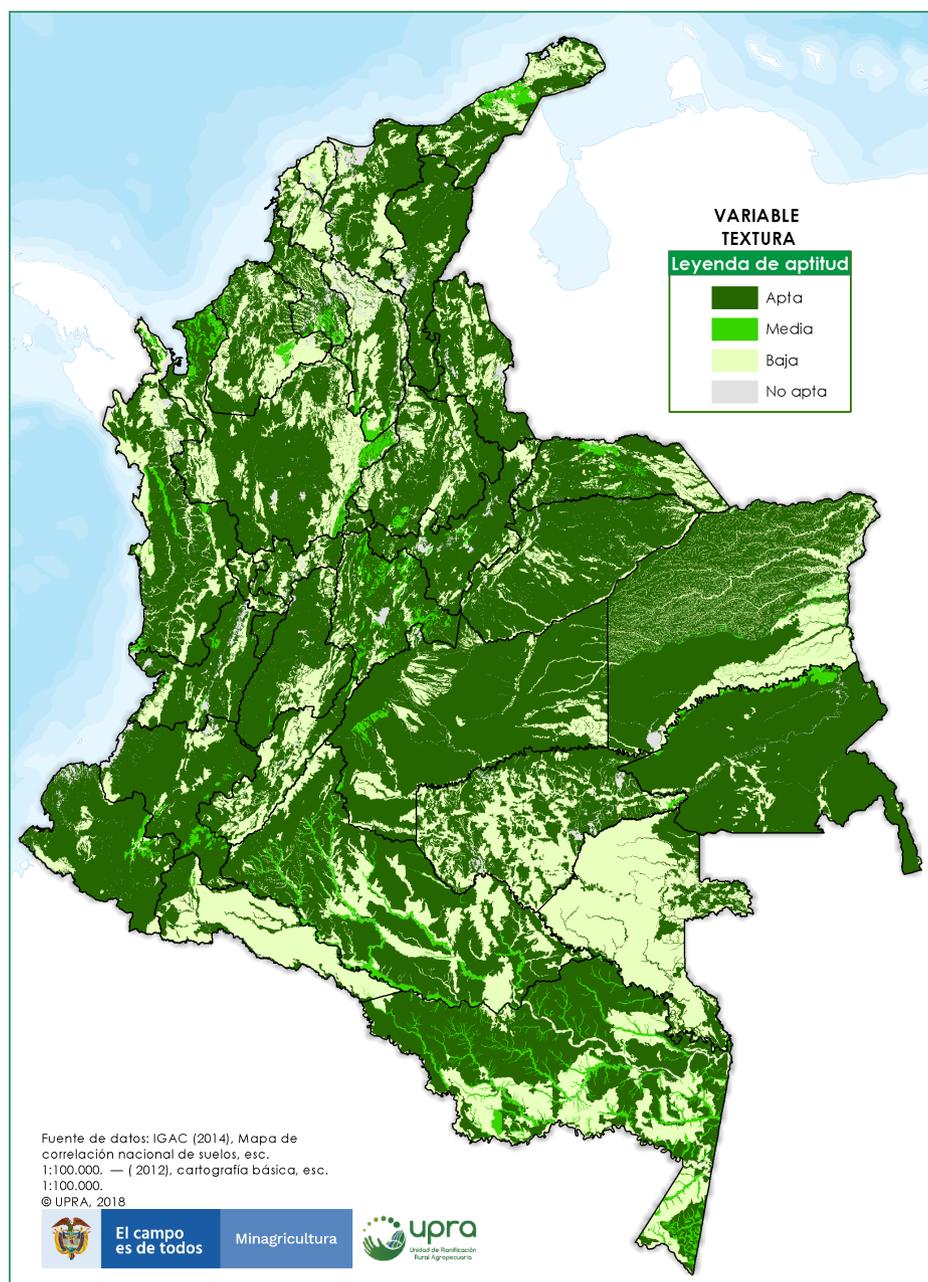
La clase textura arcillosa, con contenidos de arcilla mayores a 60 % (Vertisoles) se determina como no apta (N1), debido a la baja macroporosidad, alta pegajosidad y posibles deficiencias de oxígeno cuando se saturan con agua, que impiden el crecimiento de las raíces, afectando el desarrollo de los tubérculos.

Textura (clases texturales)	Aptitud
F, FL, FA, L, A, AF	Alta (A1)
FAR, FArA, FArL, ArA	Media (A2)
ArL, Ar	Baja (A3)
Ar (Vertisoles)	No apta (N1)

Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos

CRITERIO CONDICIONES DE ENRAIZAMIENTO Y TUBERIZACIÓN



FUENTES DE INFORMACIÓN

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

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

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

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

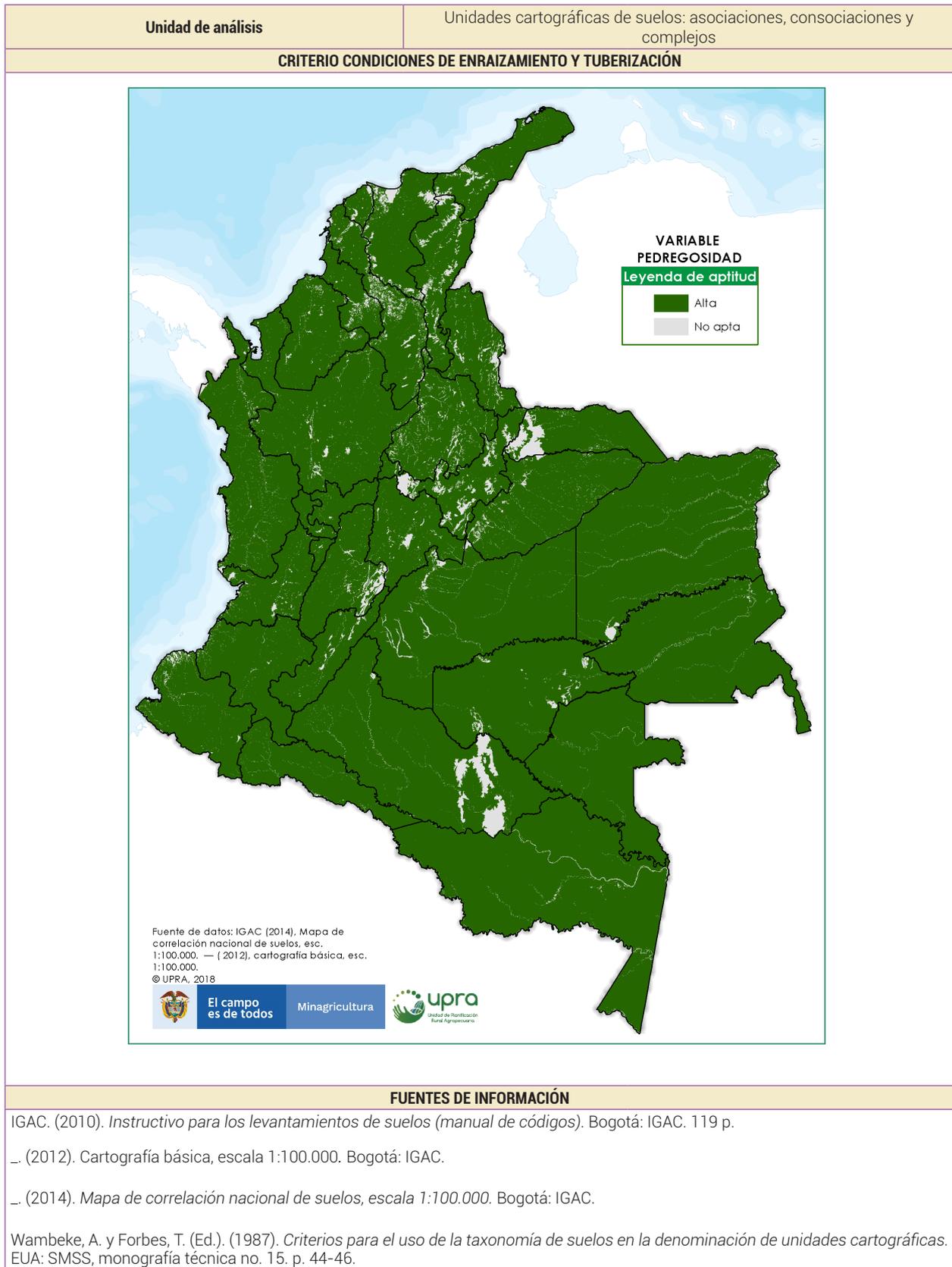
1.4.3. Variable pedregosidad

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE															
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL														
COMPONENTE: FÍSICO SUBCOMPONENTE: EDÁFICO															
CRITERIO ASOCIADO: CONDICIONES DE ENRAIZAMIENTO Y TUBERIZACIÓN															
VARIABLE: pedregosidad	UNIDAD DE MEDIDA: adimensional (fases cartográficas de pedregosidad)														
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica														
	Análisis jerárquico														
	Exclusión legal														
	Condicionante														
DEFINICIÓN															
<p>Fragmentos de roca de 2 mm de diámetro o mayores; se reconocen de acuerdo a su tamaño como grava, guijarro, piedra y bloques (Van Wambeke y Forbes, 1987).</p> <p>Para fines prácticos de manejo de suelos, se toma la dimensión de fragmentos de roca mayores a 7,6 cm de diámetro, que incluye guijarros, piedras y bloques.</p> <p>Los contenidos y su denominación son los siguientes (IGAC, 2010):</p>															
Clases por volumen de fragmentos rocosos en el perfil de suelo															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Clase</th> <th style="text-align: center;">Volumen (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">No hay</td> <td style="text-align: center;">< 3</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Pocos</td> <td style="text-align: center;">3-15</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Frecuentes</td> <td style="text-align: center;">15-35</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Abundantes</td> <td style="text-align: center;">35-60</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Extremadamente abundantes</td> <td style="text-align: center;">60-90</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Fragmentoso</td> <td style="text-align: center;">≥ 90</td> </tr> </tbody> </table>		Clase	Volumen (%)	No hay	< 3	Pocos	3-15	Frecuentes	15-35	Abundantes	35-60	Extremadamente abundantes	60-90	Fragmentoso	≥ 90
Clase	Volumen (%)														
No hay	< 3														
Pocos	3-15														
Frecuentes	15-35														
Abundantes	35-60														
Extremadamente abundantes	60-90														
Fragmentoso	≥ 90														
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO															
<p>Los altos contenidos de fragmentos de roca en el suelo tienen efectos negativos en el cultivo de papa porque disminuyen el área para el almacenamiento de agua, aceleran la infiltración y disminuyen el volumen de suelo que las raíces pueden explorar para proveer de nutrientes a las plantas.</p> <p>La alta pedregosidad influye negativamente en el cultivo tecnificado de papa de la variedad Diacol Capiro para uso industrial, por tener influencia en la diferenciación, formación y desarrollo del sistema de raíces, estolones y tubérculos.</p>															
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO															
<p>Se considera que las áreas donde hay fragmentos de roca mayor al 35 % (fase pedregosa) no son aptas (N1) para el cultivo de papa debido a que el porcentaje de pedregosidad es tan alto, que afecta la formación y el desarrollo de los tubérculos.</p>															
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE															
<p>La principal limitante para la evaluación de esta variable es la forma como se encuentra registrada la información en el mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014). Solamente aparece la fase pedregosa (> 35 %), pero no están discriminadas en rangos por porcentaje. Se asume tácitamente como no pedregoso cuando no se encuentra la fase cartográfica.</p>															
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN															
<p>Las clases de pedregosidad se obtuvieron a partir de las fases cartográficas del mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014).</p> <p>Es importante aclarar que la variable se tomó únicamente como aparece en los registros de la información de la base de datos, es decir, fase pedregosa o sin fase de pedregosidad, pero no especificando rangos por porcentaje de pedregosidad.</p>															
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD															
<p>Se determinaron como tierras con aptitud alta (A1), los suelos sin fase de pedregosidad (< 35 % por volumen) y se excluyen como zonas no aptas (N1), los suelos con presencia > 35 % (fase pedregosa), porque obstaculiza el desarrollo de raíces, estolones y tubérculos.</p>															

Rangos de aptitud

Pedregosidad (fases cartográficas de pedregosidad)	Aptitud
Sin fase de pedregosidad	Alta (A1)
Con fase de pedregosidad	No apta (N1)

Los rangos de aptitud de las variables, están dados de acuerdo con diferentes consultas con la industria de procesamiento de papa, productores del tubérculo y reportes técnicos de Fedepapa.



1.5. Criterio Toxicidad por Sales, Sodio y Aluminio

FICHA METODOLÓGICA DEL CRITERIO	
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL
COMPONENTE: FÍSICO SUBCOMPONENTE: EDÁFICO	
CRITERIO: TOXICIDAD POR SALES, SODIO Y ALUMINIO	
TIPO DE CRITERIO:	Exclusión técnica
	Análisis jerárquico
	Exclusión legal
	Condicionante
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO	
<ul style="list-style-type: none"> • Salinidad o sodicidad: salinidad expresada en dS/m y sodicidad expresada en porcentaje de saturación de sodio (PSI). • Saturación de aluminio: expresado en porcentaje de saturación (%). 	
DEFINICIÓN	
<p>Presencia de elementos en el suelo en concentraciones mayores a las requeridas, que son tóxicos a las plantas de papa, restringiendo el crecimiento y la producción, además de efectos adversos sobre algunas propiedades de los suelos.</p> <p>En Colombia tiene gran importancia, en suelos ácidos de clima húmedo la presencia de altas saturaciones de aluminio, y en suelos básicos, generalmente de climas secos, las altas concentraciones de sales y de sodio.</p>	
IMPORTANCIA DEL CRITERIO PARA EL CULTIVO	
<p>Restringe el uso de las tierras a plantas tolerantes y/o resistentes, además que incrementa los costos para la adecuación y manejo a través de enmiendas.</p> <p>El sodio (Na), además de ser un elemento perjudicial para la estructura del suelo debido al efecto dispersante, produce disminución del crecimiento de las raíces y necrosis en las hojas.</p> <p>El aluminio (Al) es uno de los elementos que se encuentran en mayor concentración en el suelo, pero su disponibilidad para las plantas está por lo general en bajas concentraciones, salvo en suelos ácidos.</p> <p>En plantas susceptibles, se reduce el crecimiento de las raíces y tallos y las hojas pueden tomar un color púrpura (similar a la producida por deficiencia de fósforo, ya que afecta el metabolismo del fosfato), inhibe la división celular, causa deficiencias de fósforo e impide la absorción del calcio, magnesio y potasio.</p> <p>Las sales aumentan el pH y afectan la absorción de otros elementos (K⁺, NO₃, fósforo PO₄) por la planta, aumentan la presión osmótica en la solución del suelo e inhiben la división celular.</p>	
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO	
Se consideran no aptas (N1), para el cultivo, las tierras que presenten saturaciones de sodio (PSI) superior a 15 % y suelos con salinidad mayor de 6 dS/m.	
LIMITANTES PARA LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO	
<p>La mayoría de las unidades cartográficas de suelos, a escala 1:100.000, son asociaciones, donde para cada una de las variables que conforman el criterio se califica el componente taxonómico de mayor representatividad dentro de la unidad; esto significa que dentro de esta existen áreas de diferentes tamaños que tienen calificaciones diferentes al componente calificado y que, por lo tanto, corresponden a aptitudes diferentes.</p> <p>En cuanto a los contenidos de sales y sodio, la base del mapa nacional de correlación de suelos, no en todos los casos presenta los valores, sino que se refiere a la presencia o no presencia. En la concentración de aluminio, sí existe una correlación con los rangos propuestos y las calificaciones cualitativas.</p>	
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	
Las clases de aptitud de cada una de las variables involucradas en el criterio se extractaron de la base de datos del mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014), y se dio la calificación que técnicamente se consideró en cada una de las variables, así:	

Salinidad o sodicidad			Saturación de aluminio	
Salinidad (dS/m)	Saturación de sodio (%)	Aptitud	Saturación de aluminio (%)	Aptitud
< 2	≤ 15	Alta (A1)	≤ 60	Alta (A1)
2-4	-	Media (A2)	60-90	Media (A2)
4-6	-	Baja (A3)	> 90	Baja (A3)
> 6	> 15	No apta (N1)		

Los rangos de aptitud de las variables, están dados de acuerdo con diferentes consultas con el gremio, la industria de procesamiento de papa, productores del tubérculo y reportes técnicos de Fedepapa.

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, ya que reduce las posibilidades del desarrollo de las plantas, por lo tanto, bajo nivel de tuberización y, en consecuencia, malos índices de producción.

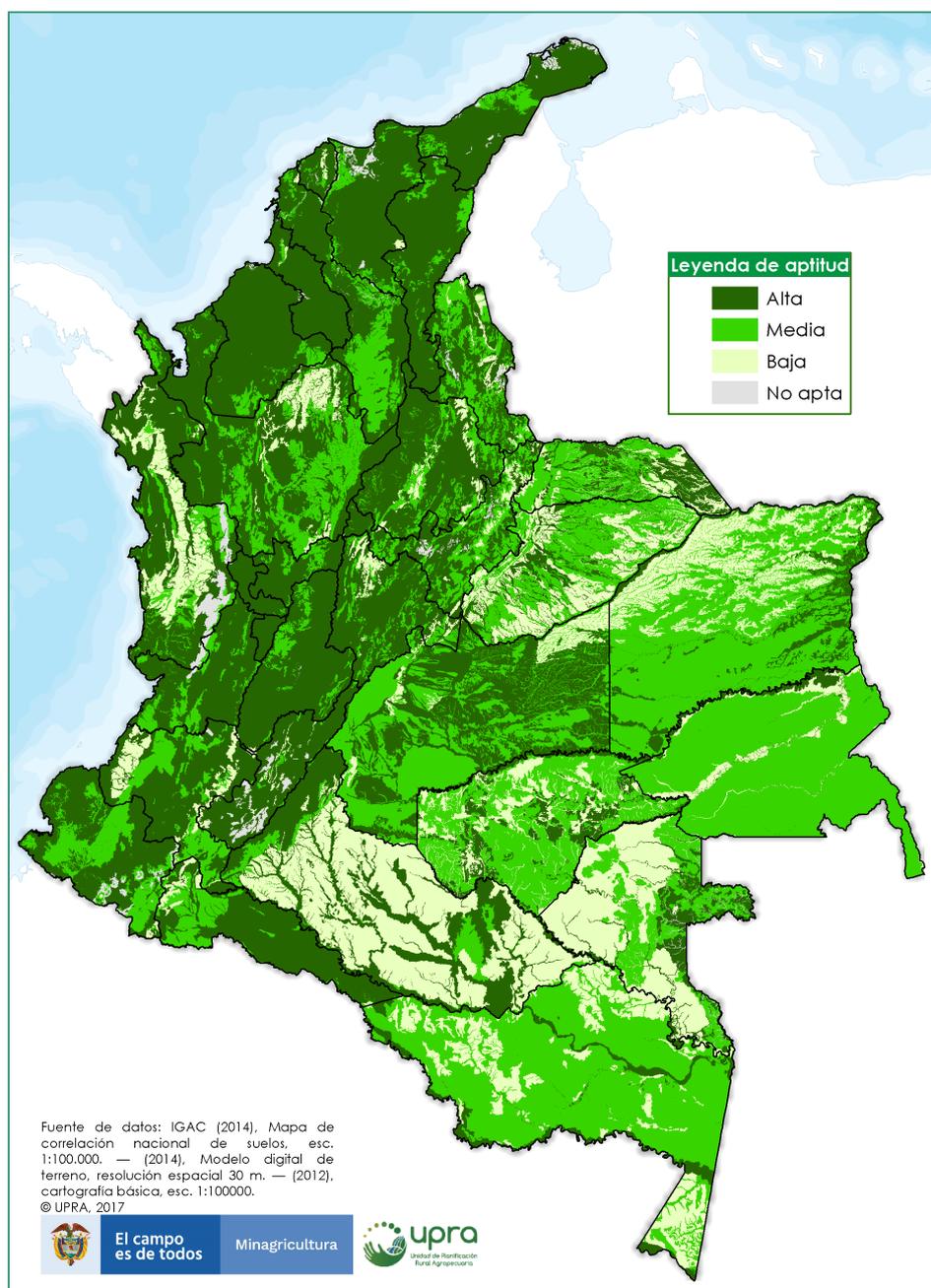
Árbol de decisión para el criterio

Saturación de aluminio (%)	Salinidad (dS/m)	Saturación de sodio (PSI)	Aptitud
≤ 60	<2	<15	A1
		>15	N1
	2-4	<15	A1
		>15	N1
	4-6	<15	A3
>6	cualquiera	N1	
60-90	<2	<15	A2
		>15	N1
	2-4	<15	A2
		>15	N1
	4-6	<15	A3
>6	Cualquiera	N1	
> 90	<2	<15	A3
		>15	N1
	2-4	<15	A3
		>15	N1
	4-6	<15	A3
>6	Cualquiera	N1	

Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos

CRITERIO TOXICIDAD POR SALES, SODIO Y ALUMINIO



FUENTES DE INFORMACIÓN

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

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

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

1.5.1. Variable salinidad o sodicidad

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE	
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL
COMPONENTE: FÍSICO SUBCOMPONENTE: EDÁFICO	
CRITERIO ASOCIADO: TOXICIDAD POR SALES, SODIO Y ALUMINIO	
VARIABLE: salinidad o sodicidad	UNIDAD DE MEDIDA: salinidad (dS/m) y sodicidad (PSI)
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica
	Análisis jerárquico
	Exclusión legal
	Condicionante
DEFINICIÓN	
<p>Contenido alto de sales solubles y/o sodio intercambiable en el suelo. El contenido de sales se determina normalmente en términos de la conductividad eléctrica (CE), pero puede expresarse con cantidad o porcentaje de sales en el suelo, como también cantidad de aniones en la fracción de cambio. El sodio (Na) se determina como el porcentaje de sodio intercambiable (PSI).</p> <p>La salinidad y la sodicidad pueden presentarse en forma natural o adquirida. En forma natural, se asocian con el fenómeno climático de aridez, con los materiales de origen ricos en sales, como sucede con algunas rocas sedimentarias y con los ascensos del nivel freático, el cual deja en la parte superficial del suelo altos contenidos de sales o de sodio. En forma adquirida, se relaciona con riegos prolongados con aguas de altos contenidos de sales, así como también con aguas de buena calidad, pero mal manejadas en climas con regímenes de humedad ústico.</p> <p>En suelos salinos, el catión sodio es el que predomina en la solución del suelo, mientras que el calcio (Ca) y el magnesio (Mg), debido a su mayor fuerza de adsorción, ocupan la mayor proporción de los iones dentro de la doble capa difusa (forma intercambiable) (Garavito, 1979).</p>	
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO	
<p>Los contenidos altos de sales solubles o de sodio intercambiable, elevan de forma considerable el pH del suelo, lo que a su vez afecta en forma significativa los rendimientos del cultivo de papa de la variedad Diacol Capiro para uso industrial.</p> <p>El principal efecto perjudicial de las sales es la alta presión osmótica que se desarrolla en la solución del suelo (Garavito, 1979). La papa es una especie que no tolera excesos de sales en el suelo.</p> <p>Algunos sectores del país con aptitud para el cultivo de papa de la variedad Diacol Capiro para uso industrial, se localizan en regiones donde se requiere de riego complementario, el cual requiere de un óptimo manejo para que se evite la salinización. Los altos contenidos de sales o de sodio, tienen los siguientes efectos negativos en el desarrollo de las plantas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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⁺), Nitrato (NO₃), fósforo (PO₄) y calcio (Ca⁺). • Afecta la translocación y el reciclado de iones en la planta. • El sistema radicular no se desarrolla en forma adecuada. • Las raíces profundizan menos y hay menos ramificaciones. • No hay división y crecimiento celular y, por tanto, las plantas crecen menos. 	
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO	
<p>Se considera que unidades de tierra con presencia de conductividad eléctrica mayor de 6 dS/m y saturación de sodio mayor de 15 %, no son aptas (N1) para el establecimiento de cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial, debido a las mínimas probabilidades de un buen desarrollo.</p>	
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE	
<p>La principal dificultad para evaluar esta variable es la falta de información; en los estudios generales de suelos a escala: 1:100.000 solamente aparece la presencia o no presencia de sales.</p> <p>Las sales no se presentan de manera uniforme: varía tanto de forma horizontal como vertical y también en el transcurso del año. La presencia se evidencia en forma de manchas y costras (las sales se presentan como afloramientos de costras blancas, mientras que el sodio, en costras negras, debido a la dispersión de la materia orgánica). Estas características dificultan la toma de información por parte de los edafólogos en el campo para realizar su respectivo mapeo.</p>	
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	
<p>Los suelos salinos o no salinos y sódicos o no sódicos se obtuvieron a partir de la base de del mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014). La calificación de salino o no salino y de sódico o no sódico se le dio al mayor componente taxonómico dentro de la unidad cartográfica de suelos. Las unidades cartográficas que no tenían información se infirieron, correlacionando otras variables, como clima y la nemotecnia que ofrecen los nombres taxonómicos.</p>	

Los límites de variación se construyen a partir de la tabla de fertilidad en la metodología para elaborar y actualizar áreas homogéneas de tierras con fines catastrales (IGAC, 2014).

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Suelos con aptitud alta (A1) son los que presentan conductividad eléctrica menor de 2 dS/m (no salino) y menos del 15 % de Na intercambiable; con aptitud media (A2), se califican los suelos ligeramente salinos (2 a 4 dS/m) y menos de 15 % de saturación de Na; los suelos con baja aptitud (A3) son aquellos que presentan de 4 a 6 de salinidad y los suelos no aptos técnicamente (N1), aquellos suelos sódicos, que presentan más del 15 % de saturación de Na o más de 6 dS/m.

Salinidad y/o sodicidad

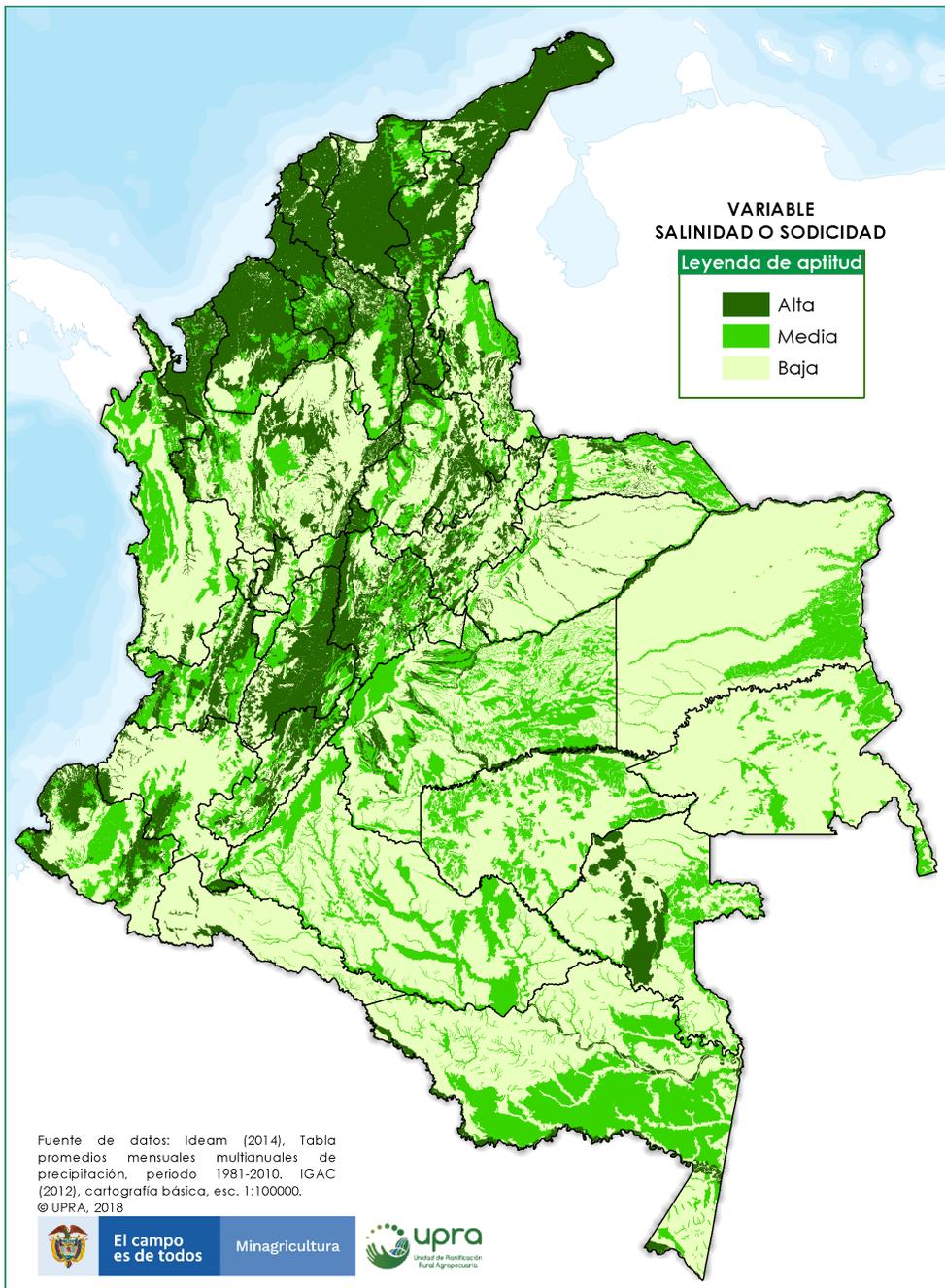
Salinidad (CE) Aptitud		Saturación de sodio (%) Aptitud	
≤ 2	Alta (A1)	≤ 15	Alta (A1)
2-4	Media (A2)	> 15	No apta (N1)
4-6	Baja (A3)		
> 6	No apta (N1)		

Los rangos de aptitud de las variables, están dados de acuerdo con diferentes consultas con el gremio, la industria de procesamiento de papa, productores del tubérculo y reportes técnicos de Fedepapa.

Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos

CRITERIO TOXICIDAD POR SALES, SODIO Y ALUMINIO



FUENTES DE INFORMACIÓN

Garavito, F. (1979). *Propiedades químicas de los suelos*. Bogotá: IGAC, p. 148 y 149.

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

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

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

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

1.5.2. Variable saturación de aluminio

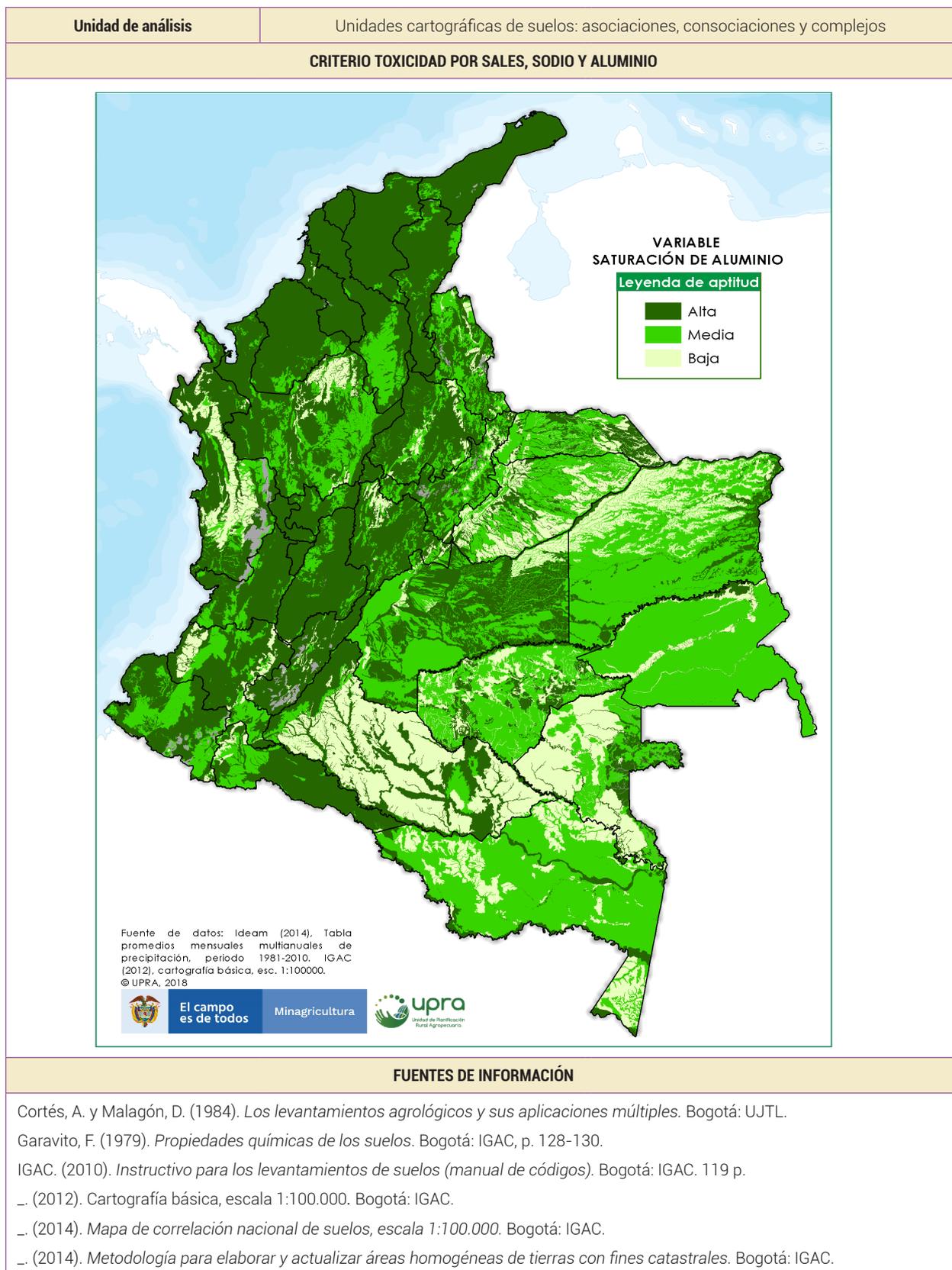
FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE	
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL
COMPONENTE: FÍSICO SUBCOMPONENTE: EDÁFICO	
CRITERIO ASOCIADO: TOXICIDAD POR SALES, SODIO Y ALUMINIO	
VARIABLE: saturación de aluminio	UNIDAD DE MEDIDA: porcentaje (%)
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica
	Análisis jerárquico
	Exclusión lega
	Condicionante
DEFINICIÓN	
<p>Proporción de Al⁺⁺⁺ en el complejo de cambio y en la solución del suelo. Se debe a los iones Al⁺⁺⁺ y H⁺ intercambiables (desplazables) con una sal neutra (KCl); también incluye pequeñas cantidades de hierro, manganeso y zinc intercambiables (Garavito, 1979).</p> <p>La saturación de aluminio del suelo hace referencia a la acidez debida al ion aluminio (Al⁺⁺⁺), que es abundante en suelos ácidos con pH menor de 5,5, el cual afecta el desarrollo de las plantas: inhibe la división celular, causa deficiencias de fósforo e impide la absorción del calcio, magnesio y potasio.</p>	
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO	
<p>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. En el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial, los excesos de aluminio disminuyen la disponibilidad del fósforo, elemento importante en el suministro de energía para las plantas y responsable de un buen desarrollo de raíces.</p> <p>Cuando se encuentra menos de 1 ppm de Al⁺⁺⁺ en la solución del suelo, la saturación es menor de 60 % y no hay efecto tóxico en las plantas de tolerancia moderada a Al; cuando es mayor de 60 %, la concentración de Al en la solución del suelo aumenta rápidamente (Cortés y Malagón, 1984).</p> <p>Para poder utilizar suelos con altos niveles de Al⁺⁺⁺ intercambiable es necesario aplicar altas dosis de enmiendas alcalinas, para elevar el pH a niveles no tóxicos, o utilizar plantas que sean tolerantes a la acidez (Cortés y Malagón, 1984).</p>	
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO	
No se considera algún rango de saturación de aluminio como no apto (N1), debido a que es posible modificar su contenido mediante prácticas de encalamiento, aunque esa adecuación puede llegar a resultar muy costosa.	
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE	
La mayoría de las unidades cartográficas de suelos a la escala 1:100.000 son asociaciones y se califica el componente taxonómico de mayor representatividad dentro de la misma; esto significa que dentro de ésta existen áreas de diferentes tamaños que tienen contenidos de aluminio diferente al componente calificado, los cuales pueden o no ser restrictivos para el cultivo.	
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	
<p>La calificación de aptitud de los diferentes contenidos de aluminio (Al⁺⁺⁺) se obtuvo a partir de la base de datos del mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014).</p> <p>Los rangos se obtienen de la metodología para elaborar y actualizar áreas homogéneas de tierras con fines catastrales (IGAC, 2014), que corresponden a contenidos bajos de aluminio, menores a 30 %; medios, de 30 % a 60 %; altos, de 60 % a 90 %, y muy altos, contenidos mayores al 90 %.</p> <p>La calificación para obtener estos rangos se hace a partir del mayor componente taxonómico dentro de la unidad cartográfica de suelos. Las unidades cartográficas que no tenían información se infirieron, correlacionando otras variables, como pH, clima y la nemotecnia que ofrecen los nombres taxonómicos.</p>	

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Teniendo como base las diferentes consultas con gremio, la industria de proceso, productores y reportes técnicos, se determinaron como tierras con aptitud alta (A1), los suelos con saturación de aluminio inferiores a 60 %; aptitud media (A2), entre 60 % y 90 % y aptitud baja (A3), saturaciones de aluminio muy altas, con valores mayores de 90 %.

Rangos de aptitud

Saturación de aluminio (%)	Aptitud
≤ 60	Alta (A1)
60-90	Media (A2)
> 90	Baja (A3)



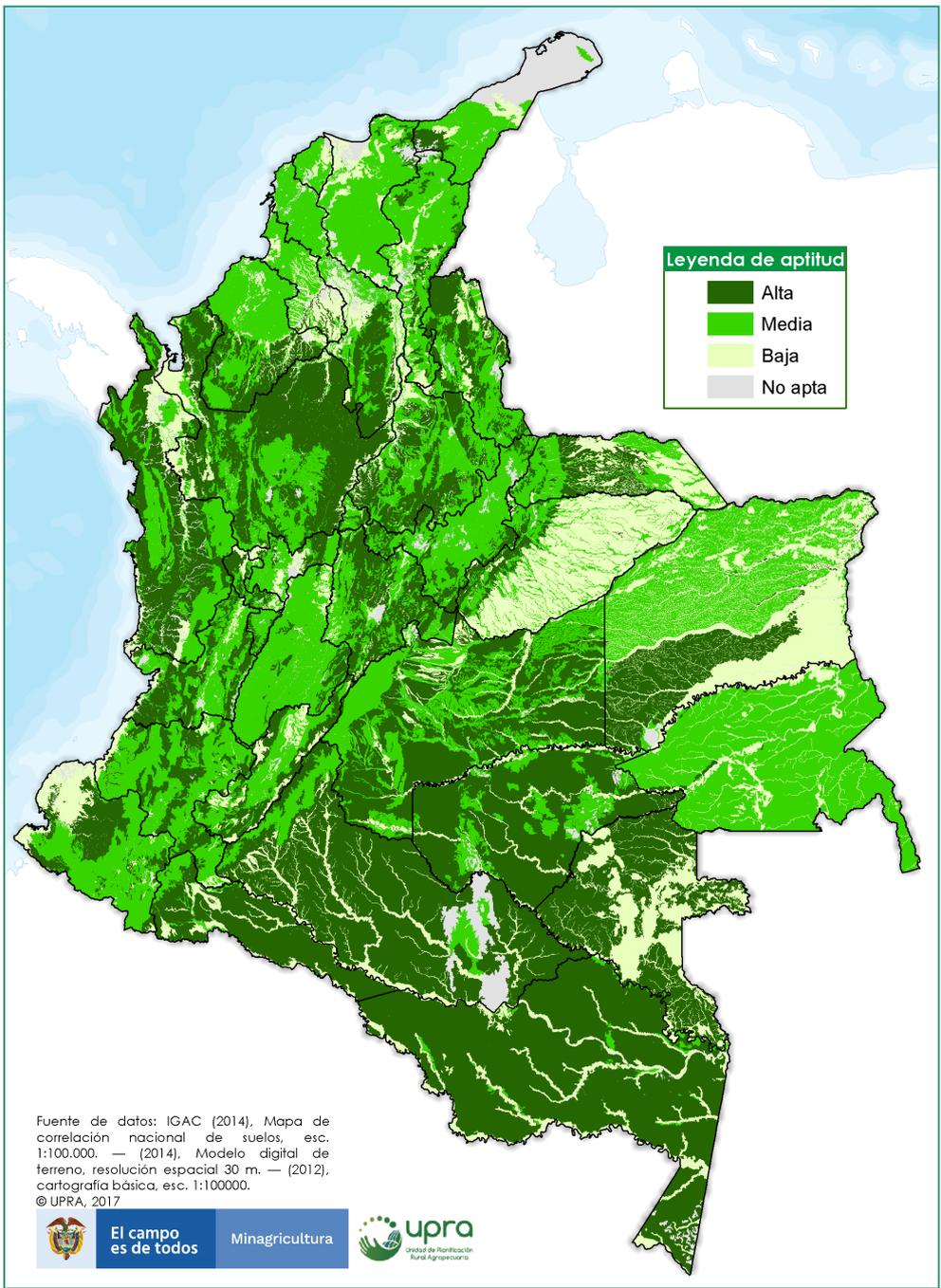
1.6. Criterio Disponibilidad De Humedad

FICHA METODOLÓGICA DEL CRITERIO																			
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL																		
COMPONENTE: FÍSICO SUBCOMPONENTE: EDÁFICO																			
CRITERIO: DISPONIBILIDAD DE HUMEDAD																			
TIPO DE CRITERIO	Exclusión técnica																		
	Análisis jerárquico																		
	Exclusión legal																		
	Condicionante																		
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO																			
<ul style="list-style-type: none"> Régimen de humedad, expresada en clases de regímenes de humedad. Textura, expresada en clases texturales. 																			
DEFINICIÓN																			
Capacidad que tienen los suelos de almacenar y suministrar agua para las plantas en cantidades suficientes para su desarrollo, en condiciones naturales.																			
IMPORTANCIA DEL CRITERIO PARA EL CULTIVO																			
<p>El agua es responsable de muchas reacciones físicas, químicas y biológicas que suceden en el suelo, así como del crecimiento de las plantas. En condiciones naturales, donde no existe posibilidad de riego, la capacidad de retención de agua que tienen los suelos es de gran importancia, ya que de ella y de las características climáticas de la región, depende el desarrollo de los cultivos de papa.</p> <p>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 de las clases texturales de los suelos y de los regímenes pluviométricos.</p>																			
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO																			
<p>Se considera que los regímenes de humedad arídico y perácuico no tienen aptitud (N1) para desarrollar cultivos tecnificados de papa, ya que, en el primer caso, no hay condiciones climáticas para el almacenamiento de humedad y el segundo, representa ausencia de oxígeno, lo cual que significa intoxicación en las raíces de las plantas, lo que conlleva a pérdidas en la producción.</p> <p>La textura no presenta exclusiones para el cultivo mecanizado de papa, dado que en diferentes clases texturales, es posible el establecimiento y desarrollo del cultivo con grados de aptitud alta a baja.</p>																			
LIMITANTES PARA LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO																			
<p>La mayoría de las unidades cartográficas de suelos a escala 1:100.000 son asociaciones, donde para cada una de las variables que conforman el criterio se calificó el componente taxonómico de mayor representatividad dentro de la unidad; esto significa que dentro de una unidad cartográfica existen áreas que tienen calificaciones diferentes al componente calificado y que, por lo tanto, corresponden a aptitudes diferentes.</p>																			
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN																			
<p>Las clases de aptitud de cada una de las variables involucradas en el criterio de disponibilidad de humedad se extractaron del mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014), dando la calificación que técnicamente se consideró en cada una de las variables:</p>																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Régimen de humedad</th> <th>Aptitud</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Údico</td> <td>Alta (A1)</td> </tr> <tr> <td>Ústico</td> <td>Media (A2)</td> </tr> <tr> <td>Ácuico</td> <td>Baja (A3)</td> </tr> <tr> <td>Perácuico y arídico</td> <td>No apta (N1)</td> </tr> </tbody> </table>	Régimen de humedad	Aptitud	Údico	Alta (A1)	Ústico	Media (A2)	Ácuico	Baja (A3)	Perácuico y arídico	No apta (N1)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Textura</th> <th>Aptitud</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ar, ArA, ArL, FAr, FArA, FArL</td> <td>Alta (A1)</td> </tr> <tr> <td>FA, L, F, FL</td> <td>Media (A2)</td> </tr> <tr> <td>A, AF</td> <td>Baja (A3)</td> </tr> </tbody> </table>	Textura	Aptitud	Ar, ArA, ArL, FAr, FArA, FArL	Alta (A1)	FA, L, F, FL	Media (A2)	A, AF	Baja (A3)
Régimen de humedad	Aptitud																		
Údico	Alta (A1)																		
Ústico	Media (A2)																		
Ácuico	Baja (A3)																		
Perácuico y arídico	No apta (N1)																		
Textura	Aptitud																		
Ar, ArA, ArL, FAr, FArA, FArL	Alta (A1)																		
FA, L, F, FL	Media (A2)																		
A, AF	Baja (A3)																		
<p>Los rangos de aptitud de cada variable, están dados de acuerdo con diferentes consultas con la industria de procesamiento, productores y reportes técnicos de Fedepapa.</p>																			
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD																			
<p>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, reflejado en una pobre diferenciación y llenado de tubérculos y, consecuentemente, disminución en la producción.</p>																			

Árbol de decisión para el criterio

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
	FA, L, F, FL	A2
	A, AF	A3
Ácuico	Cualquiera	A3
Perácuico y arídico	Cualquiera	N1

Unidad de análisis Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos
CRITERIO DISPONIBILIDAD DE HUMEDAD



FUENTES DE INFORMACIÓN

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

1.6.1. Variable régimen de humedad

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE	
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL
COMPONENTE: FÍSICO. SUBCOMPONENTE: EDÁFICO	
CRITERIO ASOCIADO: DISPONIBILIDAD DE HUMEDAD	
VARIABLE: régimen de humedad	UNIDAD DE MEDIDA: adimensional (Regímen de humedad)
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica
	Análisis jerárquico
	Exclusión legal
	Condicionante
DEFINICIÓN	
<p>Se refiere a la presencia o ausencia ya sea de un manto freático o al agua retenida a una tensión menor de 1500 kPa en el suelo o en horizontes específicos por periodos de un año. El agua retenida a una tensión de 1500 kPa o más no está disponible para mantener con vida la mayoría de las plantas mesófilas (USDA y NRCS, 2014).</p> <p>Údico: el régimen údico (del lat. <i>udus</i>, húmedo) es aquel en el cual la sección control de humedad del suelo no está seca en cualquier parte durante tanto tiempo como 90 días acumulativos en años normales.</p> <p>Perúdico (del lat. <i>per</i>, a lo largo en el tiempo, y del lat. <i>udus</i>, húmedo): en climas donde la precipitación supera la evapotranspiración en todos los meses en año normales, la tensión de humedad raramente alcanza 100 kPa en la sección de control de humedad del suelo, aunque hay breves periodos ocasionales, cuando se utiliza un poco de humedad almacenada. El agua se mueve a través del suelo en todos los meses cuando no se congela.</p> <p>Ústico: el régimen ústico (del lat. <i>ustus</i>, quemado; implica sequedad) es intermedio entre el régimen arídico y el údico. Tiene humedad limitada, pero presente en un momento en condiciones que son adecuadas para el crecimiento vegetal. El concepto de régimen ústico no se aplica a suelos que tienen <i>permafrost</i>.</p> <p>Si la temperatura media anual del suelo es 22 °C o superior, o si las temperaturas Medias de verano y de invierno del suelo difieren en menos de 6 °C a una profundidad de 50 cm, la sección control de humedad del suelo en áreas de régimen ústico está seca en alguna o todas las partes, en 90 o más días acumulativos en años normales. Es húmedo, sin embargo, en alguna parte, ya sea durante más de 180 días acumulativos por año o 90 o más días consecutivos.</p> <p>Ácuico: (del lat. <i>aqua</i>) es de reducción en un suelo que está virtualmente libre de oxígeno disuelto porque está saturado de agua. Algunos suelos están saturados con agua, a veces mientras el oxígeno disuelto está presente, ya sea porque el agua está en movimiento o porque el entorno es desfavorable para los microorganismos (por ejemplo, si la temperatura es inferior a 1 °C, tal régimen no es considerado ácuico).</p> <p>Perácuico: hay suelos, sin embargo, en los que el agua subterránea está siempre en o muy cerca de la superficie. Ejemplos de ello son los suelos de marismas de marea o en el litoral, depresiones cerradas, alimentadas por arroyos perennes.</p> <p>Arídico: regímenes de humedad arídico y tórrido (del lat. <i>aridus</i>, seco, y del lat. <i>torridus</i>, caliente y seco). Estos términos de regímenes de humedad del suelo se utilizan para el mismo régimen de humedad, pero en diferentes categorías de la taxonomía.</p> <p>En el régimen de humedad arídico (tórrido), la sección de control humedad en años normales es:</p> <p>Seco 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.</p> <p>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.</p>	
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO	
<p>En condiciones de secano, la disponibilidad natural de agua en el suelo es indispensable para el establecimiento, desarrollo y producción de los cultivos tecnificados de papa; el régimen de humedad údico es el óptimo, ya que mantiene el suministro de agua la mayor parte del año; los regímenes muy secos o muy húmedos limitan en la mayoría de los casos, el normal desarrollo de las plantas.</p> <p>El régimen de humedad del suelo se relaciona con las características climáticas de la zona y, en muchos casos, con las clases texturales dominantes en el suelo, por tanto, se consideran un indicador de la disponibilidad de agua para las plantas. Los regímenes de humedad están condicionados a la distribución de las lluvias de cada región y al número de días secos consecutivos durante el año</p>	

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

Se excluyen, como zonas no aptas (N1), los suelos con regímenes de humedad de condiciones extremas por exceso (perácuico) o por déficit (arídico).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

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

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

El proceso de evaluación de la variable de régimen de humedad de los suelos se realizó a partir de la información del mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014).

En los casos en que no está definido el régimen de humedad dentro base de datos del mapa, se complementó interpretando la clasificación taxonómica de los suelos presentes en las unidades cartográficas.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

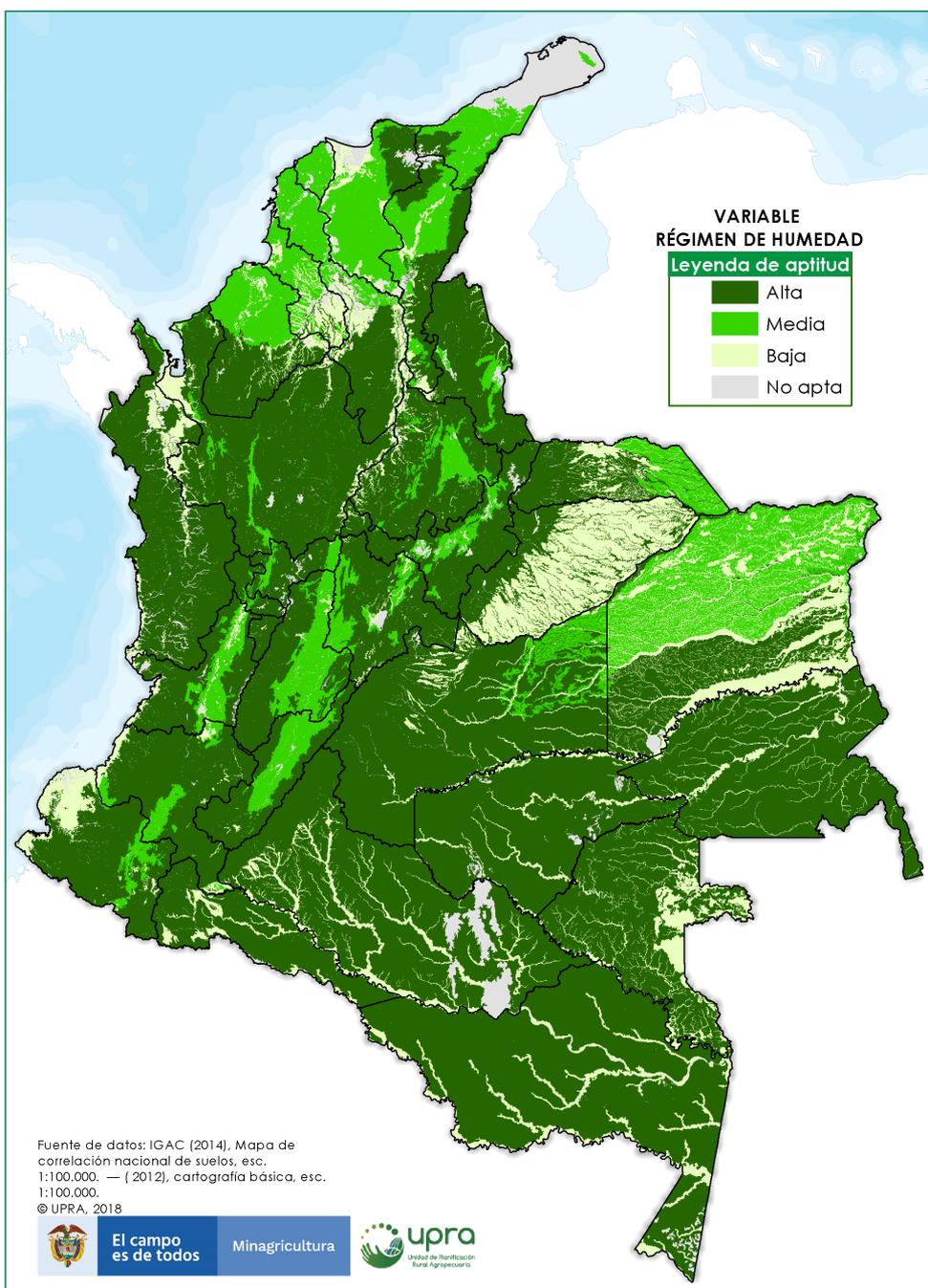
Teniendo en cuenta el aporte de humedad del suelo para los cultivos mecanizados de papa, se consideran los siguientes rangos de aptitud

Régimen de humedad	Aptitud
Údico	Alta (A1)
Ústico	Media (A2)
Ácuico	Baja (A3)
Perácuico y arídico	No apta (N1)

Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos

CRITERIO DISPONIBILIDAD DE HUMEDAD



FUENTES DE INFORMACIÓN

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

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

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

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

1.6.2. Variable textura

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE													
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL												
COMPONENTE: FÍSICO SUBCOMPONENTE: EDÁFICO													
CRITERIO ASOCIADO: DISPONIBILIDAD DE HUMEDAD													
VARIABLE: textura	UNIDAD DE MEDIDA: cualitativa (clase textural)												
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica												
	Análisis jerárquico												
	Exclusión legal												
	Condicionante												
DEFINICIÓN													
<p>Proporciones relativas de las partículas o fracciones de arena, limo y arcilla en la «tierra fina» del suelo, es decir, en la tierra tamizada y con diámetro inferior a 2 mm (Malagón y Montenegro, 1990).</p> <p>Las clases texturales se presentan de acuerdo con la siguiente tabla:</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr><td>Arenosa (A)</td></tr> <tr><td>Arenosa franca (AF)</td></tr> <tr><td>Franco arenosa (FA)</td></tr> <tr><td>Franca (F)</td></tr> <tr><td>Franco limosa (FL)</td></tr> <tr><td>Limosa (L)</td></tr> <tr><td>Franco arcillo arenosa (FArA)</td></tr> <tr><td>Franco arcillosa (FAr)</td></tr> <tr><td>Franco arcillo limosa (FArL)</td></tr> <tr><td>Arcillo arenosa (ArA)</td></tr> <tr><td>Arcillo limosa (ArL)</td></tr> <tr><td>Arcillosa (Ar)</td></tr> </table>		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)
Arenosa (A)													
Arenosa franca (AF)													
Franco arenosa (FA)													
Franca (F)													
Franco limosa (FL)													
Limosa (L)													
Franco arcillo arenosa (FArA)													
Franco arcillosa (FAr)													
Franco arcillo limosa (FArL)													
Arcillo arenosa (ArA)													
Arcillo limosa (ArL)													
Arcillosa (Ar)													
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO													
<p>La textura del suelo es una propiedad física que está estrechamente relacionada con otras como la capacidad de retener agua (las texturas finas retienen más agua que las gruesas), la permeabilidad y los índices de plasticidad. Se relaciona con la porosidad, donde el espacio entre partículas permite que se pueda retener y mover el oxígeno, favorece la aireación y la penetración de las raíces a través del suelo.</p> <p>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.</p>													
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO													
<p>No hay exclusión (N1) en razón a que las diferentes clases texturales presentan una amplia gama de retención de humedad en las cuales el cultivo tecnificado de papa de la variedad Diacol Capiro para uso industrial se puede desarrollar, pero con rendimientos diferenciales.</p>													
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE													
<p>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 de mayor representatividad. Por tanto, es posible tener algunos sectores dentro de cada unidad de suelos con texturas de diferente calificación, pero no representarlo espacialmente.</p>													
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN													
<p>La información base para determinar la textura de las unidades cartográficas de suelos fue el mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014).</p> <p>La asignación de los rangos radica en que, a mayor contenido de arcillas, el suelo tiene mayor capacidad de retener humedad, la cual servirá de reserva para los periodos en los que la lluvia disminuye.</p> <p>Esta variable se califica con base en los requerimientos del cultivo de papa de la variedad Diacol Capiro para uso industrial, consultados con el gremio, la industria y productores del tubérculo.</p>													

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

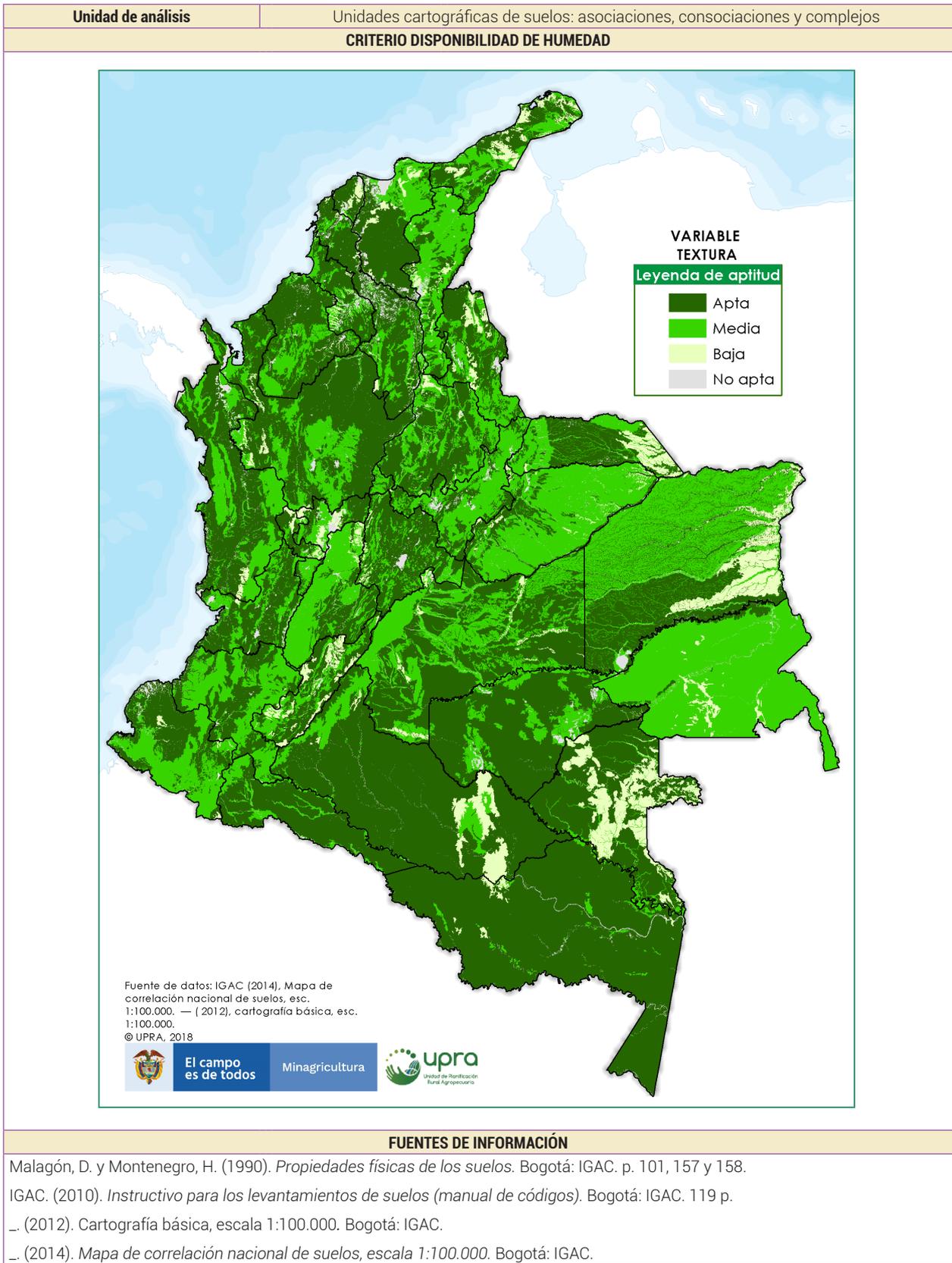
Las clases texturales que presentan aptitud alta (A1), tienen mayores contenidos de arcilla, los cuales favorecen una alta retención de humedad que permite al suelo tener reservas para la época de bajas lluvias. También se incluyen los horizontes orgánicos en esta calificación debido a la alta capacidad que tiene la materia orgánica de retener humedad.

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

Las clases texturales gruesas se determinaron con aptitud baja (A3), debido a que 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 de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial.

Rangos de aptitud

Textura (clases texturales)	Aptitud
Ar, ArA, ArL, FAr, FArA, FArL	Alta (A1)
FA, L, F, FL	Media (A2)
A, AF	Baja (A3)



1.7. Criterio Disponibilidad de Oxígeno

FICHA METODOLÓGICA DEL CRITERIO																							
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)		CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL																					
COMPONENTE: FÍSICO SUBCOMPONENTE: EDÁFICO																							
CRITERIO: DISPONIBILIDAD DE OXÍGENO																							
TIPO DE CRITERIO	Exclusión técnica																						
	Análisis jerárquico																						
	Exclusión legal																						
	Condicionante																						
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO																							
<ul style="list-style-type: none"> Susceptibilidad a inundaciones, expresada en fases cartográficas por inundación. Drenaje natural, expresado en clases de drenaje natural. 																							
DEFINICIÓN																							
<p>Cualidad que indica las condiciones de aireación del suelo. Cuando está libre de saturación de agua, los poros permiten la libre circulación del CO₂ hacia la atmósfera y la entrada del oxígeno del exterior.</p>																							
IMPORTANCIA DEL CRITERIO PARA EL CULTIVO																							
<p>Incide en la producción de los cultivos tecnificados de papa de la variedad Diacol Capiro para uso industrial, dado que indica el buen suministro de oxígeno en suelos bien drenados, así como para superar el estrés generado por excesos de agua, que afecta el metabolismo de la nutrición vegetal.</p> <p>La aireación del suelo permite el desarrollo de las raíces aeróbicas y, por ende, todas las funciones fisiológicas de las plantas que terminan con altas producciones de tubérculos.</p> <p>Por otro lado, la tendencia de los terrenos planos a ser inundados y permanecer encharcados, puede afectar el desarrollo normal de las plantas de papa, porque la ausencia de oxígeno en la matriz del suelo, se considera una intoxicación para las plantas.</p>																							
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO																							
<p>Debido a los largos periodos de saturación de agua, se considera que el drenaje natural muy pobre no tiene aptitud (N1) para establecer cultivos tecnificados de papa de la variedad Diacol Capiro con destino a su transformación industrial, ya que representan ausencia de oxígeno; por lo tanto, significan niveles de intoxicación a nivel de las raíces de las plantas, lo que conlleva grandes pérdidas económicas.</p> <p>Los terrenos que son susceptibles a inundaciones periódicas y por periodos muy largos, también se consideran no aptos para el cultivo mecanizado de la papa.</p>																							
LIMITANTES PARA LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO																							
<p>La mayoría de las unidades cartográficas de suelos, a escala 1:100.000, son asociaciones, donde para cada una de las variables que conforman el criterio se califica el componente taxonómico de mayor representatividad dentro de la unidad; esto significa que dentro de la unidad existen áreas de diferentes tamaños que tienen calificaciones diferentes al componente calificado y que corresponden a aptitudes diferentes.</p> <p>La falta de información de la periodicidad y duración de las inundaciones, no permite precisión en la delimitación de las áreas no aptas para el cultivo; solamente permite conocer si es o no inundable el polígono de suelos.</p>																							
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN																							
<p>Las clases de aptitud de cada una de las variables involucradas en el criterio de disponibilidad de oxígeno se extractaron del mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014) y se dio la calificación que técnicamente se consideró a cada una de las variables:</p>																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Inundaciones</th> <th>Aptitud</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>No hay</td> <td>Alta (A1)</td> </tr> <tr> <td>Ocasionales</td> <td>Media (A2)</td> </tr> <tr> <td>Frecuentes</td> <td>Baja (A3)</td> </tr> <tr> <td>Muy frecuentes</td> <td>No apta (N1)</td> </tr> </tbody> </table>		Inundaciones	Aptitud	No hay	Alta (A1)	Ocasionales	Media (A2)	Frecuentes	Baja (A3)	Muy frecuentes	No apta (N1)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Drenaje natural</th> <th>Aptitud</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bueno y excesivo</td> <td>Alta (A1)</td> </tr> <tr> <td>Moderado</td> <td>Media (A2)</td> </tr> <tr> <td>Imperfecto y pobre</td> <td>Baja (A3)</td> </tr> <tr> <td>Muy pobre</td> <td>No apta (N1)</td> </tr> </tbody> </table>		Drenaje natural	Aptitud	Bueno y excesivo	Alta (A1)	Moderado	Media (A2)	Imperfecto y pobre	Baja (A3)	Muy pobre	No apta (N1)
Inundaciones	Aptitud																						
No hay	Alta (A1)																						
Ocasionales	Media (A2)																						
Frecuentes	Baja (A3)																						
Muy frecuentes	No apta (N1)																						
Drenaje natural	Aptitud																						
Bueno y excesivo	Alta (A1)																						
Moderado	Media (A2)																						
Imperfecto y pobre	Baja (A3)																						
Muy pobre	No apta (N1)																						
<p>Los rangos de aptitud de las variables, están dados de acuerdo con diferentes consultas con el gremio, la industria de procesamiento de papa, productores del tubérculo y reportes técnicos de Fedepapa.</p>																							

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

El argumento para determinar los diferentes niveles de aptitud del criterio fue la limitación que cada una de las variables representa en el desarrollo del cultivo, ya que implica bajo desarrollo de las plantas, bajo nivel de la tuberización y, en general, disminución de la producción.

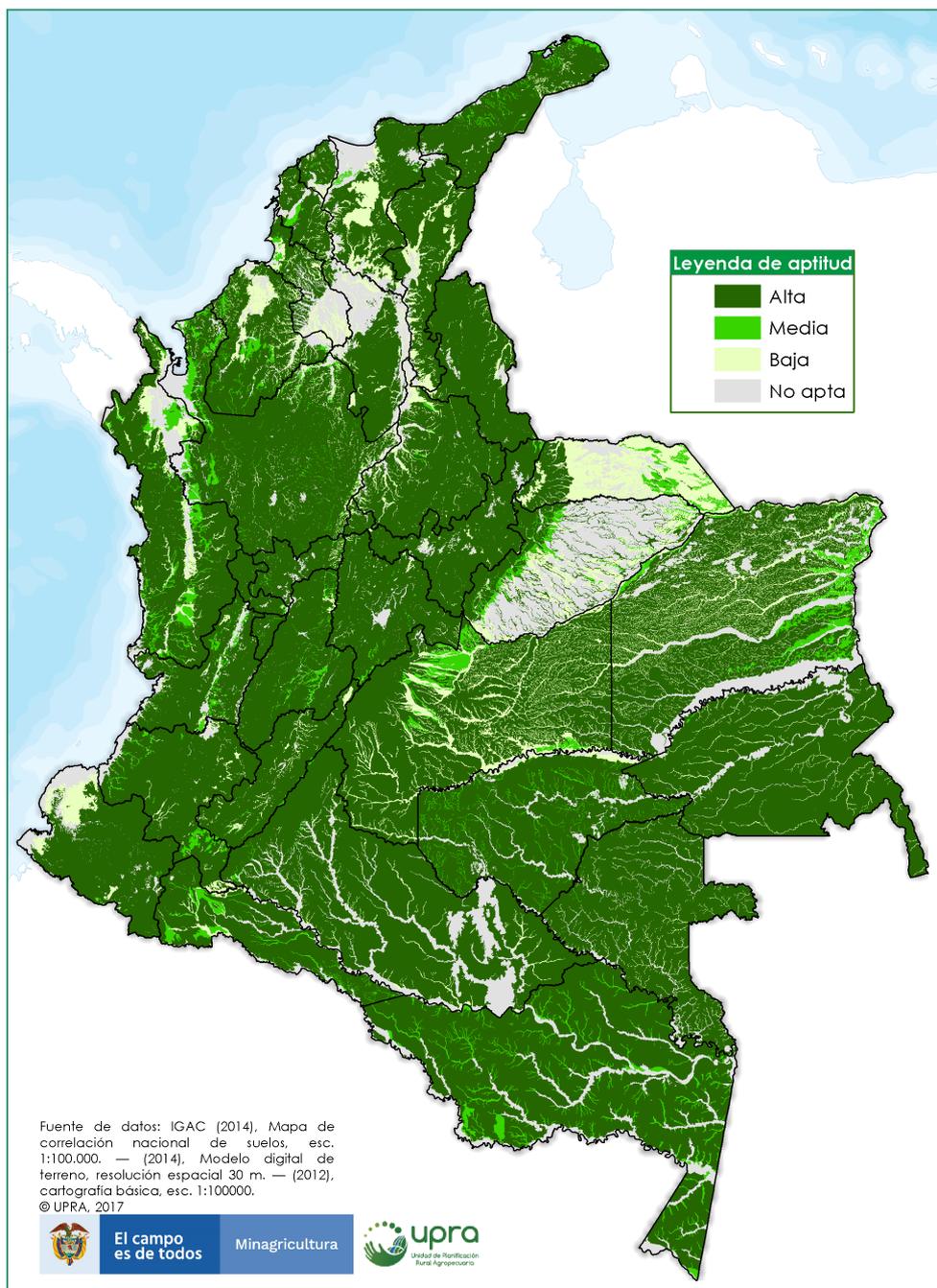
Árbol de decisión para el criterio

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

Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos

CRITERIO DISPONIBILIDAD DE OXÍGENO



FUENTES DE INFORMACIÓN

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

1.7.1. Variable susceptibilidad a inundaciones

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE															
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL														
COMPONENTE: FÍSICO SUBCOMPONENTE: EDÁFICO															
CRITERIO ASOCIADO: DISPONIBILIDAD DE OXÍGENO															
VARIABLE: susceptibilidad a inundaciones	UNIDAD DE MEDIDA: cualitativa (fases cartográficas de inundabilidad)														
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica														
	Análisis jerárquico														
	Exclusión legal														
	Condicionante														
DEFINICIÓN															
<p>Desbordamiento del agua fuera de los confines normales de un río o cualquier masa de agua, o la acumulación de agua procedente de drenajes en zonas que normalmente no se encuentran anegadas (OMM y Unesco, 2012).</p> <p>El IGAC (2010), clasifica las inundaciones y encharcamientos de acuerdo con la frecuencia en que ocurren y la duración, de acuerdo con las siguientes tablas:</p>															
Clases por frecuencias de las inundaciones o encharcamientos															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Clase</th> <th>Evento</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>No hay</td> <td>.</td> </tr> <tr> <td>Rara</td> <td>Una cada 10 o más años</td> </tr> <tr> <td>Ocasional</td> <td>Una cada 2 a 5 años</td> </tr> <tr> <td>Frecuente</td> <td>Una a dos por año</td> </tr> <tr> <td>Muy frecuente</td> <td>Más de dos por año</td> </tr> </tbody> </table>		Clase	Evento	No hay	.	Rara	Una cada 10 o más años	Ocasional	Una cada 2 a 5 años	Frecuente	Una a dos por año	Muy frecuente	Más de dos por año		
Clase	Evento														
No hay	.														
Rara	Una cada 10 o más años														
Ocasional	Una cada 2 a 5 años														
Frecuente	Una a dos por año														
Muy frecuente	Más de dos por año														
Clases por duración de las inundaciones o encharcamientos															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Clase</th> <th>Descripción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Extremadamente corta</td> <td>Menor de un 1 día</td> </tr> <tr> <td>Muy corta</td> <td>De 1 a 2 días</td> </tr> <tr> <td>Corta</td> <td>De 2 a 7 días</td> </tr> <tr> <td>Larga</td> <td>De 7 a 30 días</td> </tr> <tr> <td>Muy larga</td> <td>De 30 a 90 días</td> </tr> <tr> <td>Extremadamente larga</td> <td>De 90 a 180 días</td> </tr> </tbody> </table>		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
Clase	Descripción														
Extremadamente corta	Menor de un 1 día														
Muy corta	De 1 a 2 días														
Corta	De 2 a 7 días														
Larga	De 7 a 30 días														
Muy larga	De 30 a 90 días														
Extremadamente larga	De 90 a 180 días														
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO															
<p>Las inundaciones afectan el desarrollo de la mayor parte de las especies vegetales, más aún cuando duran largos periodos de tiempo. La tolerancia a las inundaciones y a encharcamientos depende de cada especie vegetal.</p> <p>El cultivo de papa de la variedad Diacol Capiro tolera encharcamientos e inundaciones por periodos muy cortos; en caso contrario, se presentan significativas pérdidas económicas, desde retrasos en el crecimiento, pérdida de vigor, daños por enfermedades, pudriciones de tubérculos y hasta la muerte de las plantas.</p>															
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO															
<p>Se excluyen como zonas no aptas (N1), las áreas que presentan inundaciones o encharcamientos muy frecuentes, debido a que se reduce la disponibilidad de oxígeno y afecta la producción de tubérculo usable por la industria de procesamiento.</p>															
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE															
<p>En la base de datos del mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014), muchas unidades cartográficas no registran información sobre fases por inundación o encharcamiento.</p> <p>Por lo tanto, en la zonificación para el cultivo de la papa se incluye su análisis, tomando como base algunas formas de terreno, tipos de relieve, información de los perfiles modales y también los del régimen de humedad que proporcionan los nombres taxonómicos, sin pretender excluir el total de las zonas inundables, debido a que no se puede predecir la duración del evento que es la causante de los daños en los cultivos.</p>															

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Se tomaron como base las fases cartográficas por inundación y encharcamientos del mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014).

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

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Las unidades cartográficas donde no se registra presencia de inundaciones, la aptitud es alta (A1); las inundaciones ocasionales tienen aptitud media (A2), las frecuentes aptitud baja (A3), mientras que las áreas con inundaciones muy frecuentes, no tienen aptitud (N1).

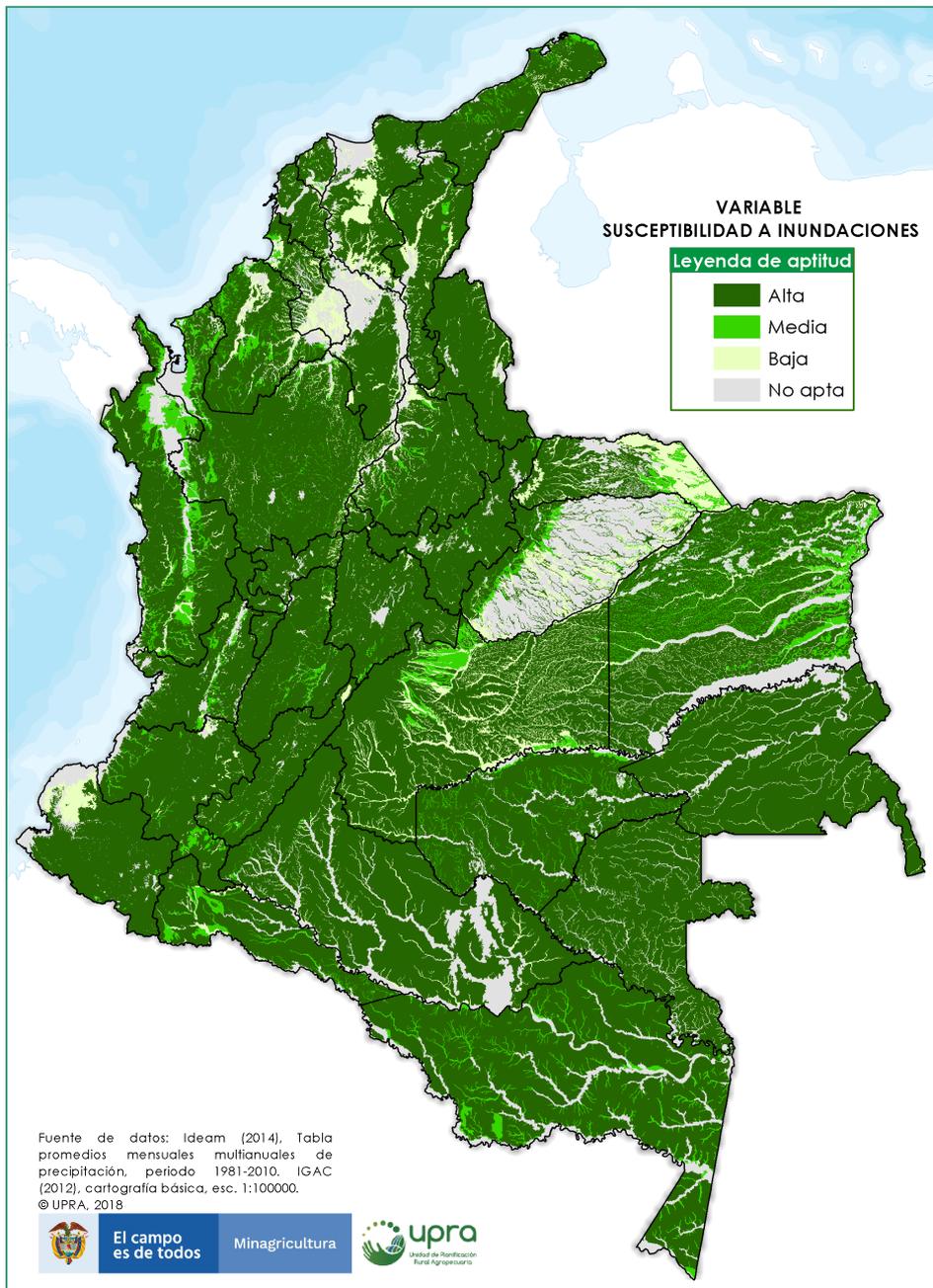
Rangos de aptitud

Susceptibilidad a inundaciones	Aptitud
No hay	Alta (A1)
Ocasionales	Media (A2)
Frecuentes	Baja (A3)
Muy frecuentes	No apta (N1)

Los rangos de aptitud de las variables, están dados con base en diferentes consultas con la industria de procesamiento de papa, productores del tubérculo y reportes técnicos de Fedepapa.

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

CRITERIO DISPONIBILIDAD DE OXÍGENO



FUENTES DE INFORMACIÓN

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

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

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

OMM y Unesco. (2012). *Glosario hidrológico internacional*. Ginebra: WMO, p. 127.

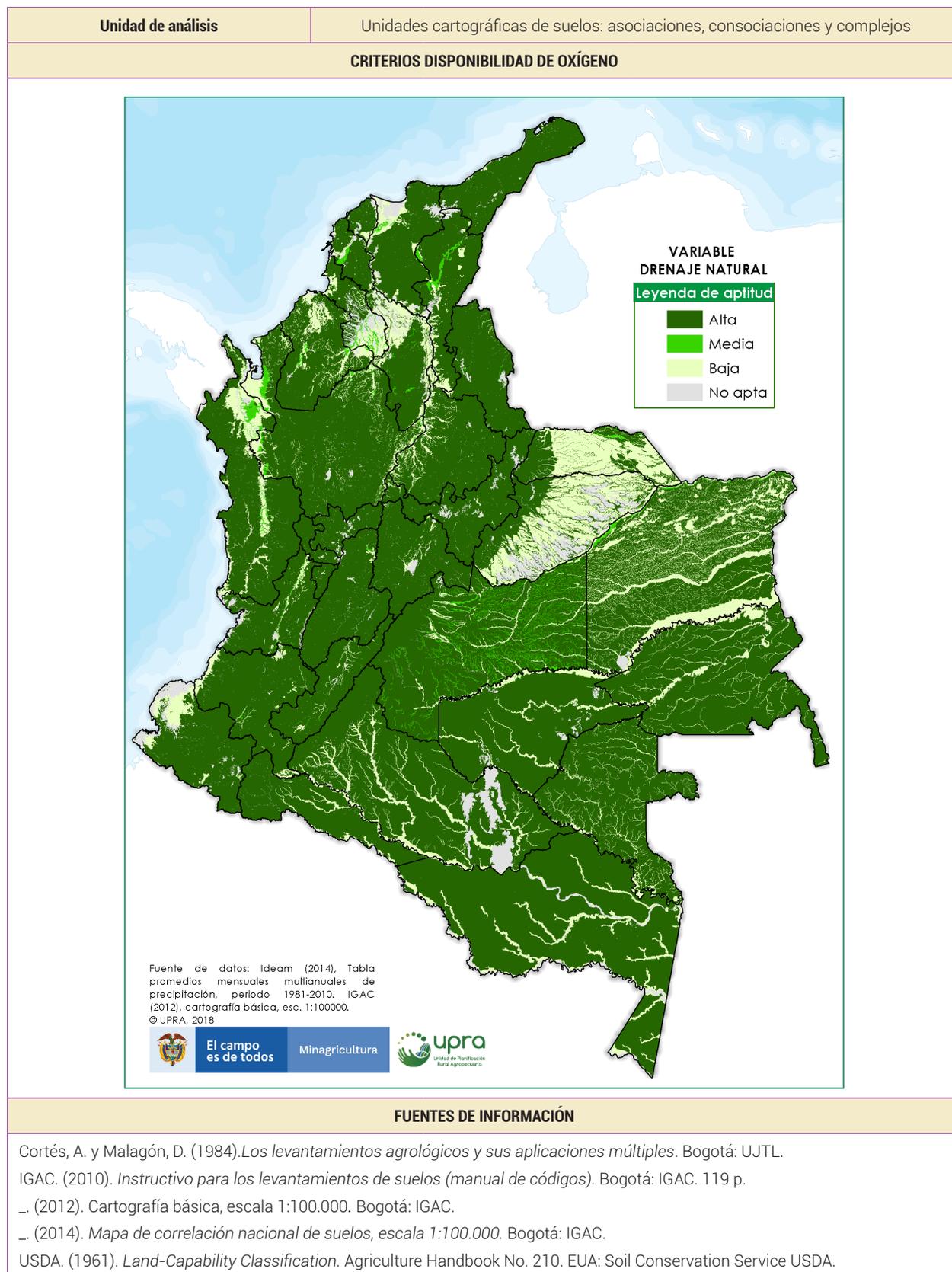
1.7.2. Variable drenaje natural

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE	
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL
COMPONENTE: FÍSICO SUBCOMPONENTE: EDÁFICO	
CRITERIO ASOCIADO: DISPONIBILIDAD DE OXÍGENO	
VARIABLE: drenaje natural	UNIDAD DE MEDIDA: cualitativa (clase de drenaje)
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica
	Análisis jerárquico
	Exclusión legal
	Condicionante
DEFINICIÓN	
<p>Rapidez y grado de remoción de agua del suelo por la escorrentía y el flujo a través del suelo a los espacios subterráneos (USDA, 1961).</p> <p>El drenaje natural combina los drenajes interno y externo del suelo, tiene en cuenta la relación entre la pendiente, escorrentía e infiltración y las evidencias de procesos de óxido-reducción, colores gley, también de la profundidad a la cual aparece el nivel freático (Cortés y Malagón, 1984).</p>	
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO	
<p>Incide sobre la respuesta de las plantas de papa a la presencia o ausencia de niveles freáticos a diferentes profundidades dentro de la zona radicular.</p> <p>El cultivo de papa no soporta suelos pobremente drenados. Las condiciones de mal drenaje, implican requerimientos de obras de adecuación de tierras que favorezcan el movimiento del agua interna y de la escorrentía.</p>	
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO	
<p>Para el cultivo tecnificado de papa de la variedad Diacol Capiro con destino industrial, se excluyen como zonas no aptas (N1), los suelos con drenaje natural muy pobre, debido a que no tienen oxígeno disponible para las plantas y permanecen saturados con agua la mayor parte del año.</p>	
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE	
<p>La mayoría de las unidades cartográficas de suelos en los estudios generales representan asociaciones; por lo tanto, se califica el componente de mayor representatividad, lo que significa que algunos sectores que pueden ser favorables o desfavorables para el establecimiento del cultivo, pero no se pueden representar espacialmente.</p>	
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	
<p>Se realizó a partir de la información de la base de datos del mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014). En los casos en que no tienen información sobre drenaje natural, se complementó interpretando la taxonomía de los suelos presentes en las unidades cartográficas.</p>	
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD	
<p>Los suelos bien drenados y excesivamente drenados, tienen aptitud alta (A1), debido a que no hay restricciones por disponibilidad de oxígeno; el drenaje natural moderado tiene aptitud media (A2), por requerir de algunas obras de drenaje para optimizar el oxígeno disponible. Los drenajes naturales pobre e imperfecto tienen aptitud baja (A3), por falta de oxígeno disponible eventualmente y, por ende, por requerir obras de mayor envergadura para adecuar el drenaje.</p> <p>Se considera que el drenaje muy pobre, es no apto (N1) para el cultivo tecnificado de la variedad Diacol Capiro para uso industrial, por tener agua en o cerca de la superficie la mayor parte del tiempo, que hace inviable el desarrollo de las plantas.</p>	

Rangos de aptitud

Drenaje natural	Aptitud
Bueno y excesivo	Alta (A1)
Moderado	Media (A2)
Imperfecto y pobre	Baja (A3)
Muy pobre	No apta (N1)

Los rangos de aptitud de la variable, están dados de acuerdo con diferentes consultas con la industria de procesamiento de papa, productores del tubérculo y reportes técnicos de Fedepapa.



1.8. Criterio Susceptibilidad a la Pérdida de Suelos

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO	
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL
COMPONENTE: FÍSICO SUBCOMPONENTE: EDÁFICO	
CRITERIO: SUSCEPTIBILIDAD A LA PÉRDIDA DE SUELOS	
TIPO DE CRITERIO	Exclusión técnica
	Análisis jerárquico
	Exclusión legal
	Condicionante
DEFINICIÓN	
Grado o nivel de vulnerabilidad de las tierras a ser afectadas por los agentes erosivos. Aunque suele ser un proceso natural, puede incrementarse con el uso y manejo inadecuado originando una disminución de la productividad (FAO, 1976 y FAO, 1991).	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO	
<p>El criterio se construyó con base en cuatro subvariables, que no presentan una calificación de aptitud por separado, sino que generan aptitud por la combinación de todas ellas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fases por grado de erosión: desgaste actual 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). • Degradación de suelos por erosión: pérdida de la capa superficial de la corteza terrestre por acción del agua y/o del viento, que es mediada por los seres humanos, y trae consecuencias ambientales, sociales, económicas y culturales (Ideam, 2015). • Pendiente: grado de inclinación de una superficie desde la horizontal, generalmente expresada en porcentaje o grados (Soil Science Society of America, 2018). • Amenaza por movimientos en masa: peligro latente de movimientos en masa de origen natural, o causado, o inducido por la acción humana de modo accidental, en función de probabilidad de ocurrencia espacial y temporal (SGC, 2016). 	
IMPORTANCIA DEL CRITERIO PARA EL CULTIVO	
<p>Para el establecimiento del cultivo de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial, lo ideal es que no haya erosión, o que el grado sea ligero o máximo moderado, porque el número de movimientos del suelo que implica el cultivo, lo expone a su pérdida por erosión, la cual se intensifica si la pendiente y la alta pluviosidad le favorecen. La pérdida de suelo implica disminución de la profundidad y pérdida de la fertilidad, lo cual redundaría en el desarrollo de los cultivos.</p> <p>Por otro lado, el desgaste de suelo significa generación de sedimento que influye en la calidad de las aguas, una vez son contaminadas por el proceso de escorrentía.</p>	
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO	
Se considera que la erosión actual tiene límites que se califican como no aptos (N1), en los grados severo y muy severo, ya que prácticamente no existe capa productiva y deben estar destinadas a la restauración ecológica. Igualmente la combinación entre ellas, cuando la susceptibilidad a los movimientos en masa es alta y muy alta, genera exclusiones.	
LIMITANTES PARA LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO	
La representación cartográfica está regida por las unidades cartográficas de suelos a escala 1:100.000, las cuales contienen las fases por erosión, ya que los otros subvariables consisten en polígonos de mayor tamaño que no permiten precisión en la delimitación del proceso de pérdida de los suelos.	
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	
El criterio se estableció a través de un árbol de decisión transversal para la producción de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial, mediante la combinación de las fases cartográficas por erosión del mapa de correlación nacional de suelos del IGAC (2014), el mapa de degradación de suelos por erosión del Ideam (2015), el modelo digital de pendiente en porcentaje (%) a partir del SRTM de 30 m y el mapa de amenazas por movimientos en masa del SGC (2016), a través de un árbol de decisión:	

Fases por grado de erosión	Degradación de suelos por erosión	Pendiente	Amenaza por movimientos en masa	Aptitud
Sin evidencia	No hay, ligera	≤ 25	Baja, media	A1
			Alta	A1
			Muy alta	A1
		> 25	Baja, media	A1
			Alta	A2
			Muy alta	A2
	Moderada	≤ 25	Baja, media	A1
			Alta	A1
			Muy alta	A2
		> 25	Baja, media	A2
			Alta	A2
			Muy alta	A3
	Severa	≤ 25	Baja, media	A1
			Alta	A2
			Muy alta	A2
		> 25	Baja, media	A2
			Alta	A3
			Muy alta	A3
Muy severa	≤ 25	Baja, media	A2	
		Alta	A2	
		Muy alta	A3	
	> 25	Baja, media	A3	
		Alta	A3	
		Muy alta	A3	
Ligera	No hay, ligera	≤ 25	Baja, media	A1
			Alta	A1
			Muy alta	A2
		> 25	Baja, media	A2
			Alta	A2
			Muy alta	A3
	Moderada	≤ 25	Baja, media	A2
			Alta	A2
			Muy alta	A2
		> 25	Baja, media	A2
			Alta	A3
			Muy alta	A3
	Severa	≤ 25	Baja, media	A2
			Alta	A2
			Muy alta	A3
		> 25	Baja, media	A3
			Alta	A3
			Muy alta	A3
Muy severa	≤ 25	Baja, media	A2	
		Alta	A3	
		Muy alta	A3	
	> 25	Baja, media	A3	
		Alta	A3	
		Muy alta	N	

Moderada	No hay, ligera	≤ 25	Baja, media	A3
			Alta	A3
			Muy alta	A3
		> 25	Baja, media	A3
			Alta	A3
			Muy alta	A3
	Moderada	≤ 25	Baja, media	A3
			Alta	A3
			Muy alta	A3
		> 25	Baja, media	A3
			Alta	A3
			Muy alta	N1
Severa	≤ 25	Baja, media	N1	
		Alta	N1	
		Muy alta	N1	
	> 25	Baja, media	N1	
		Alta	N1	
		Muy alta	N1	
Muy severa	≤ 25	Baja, media	N1	
		Alta	N1	
		Muy alta	N1	
	> 25	Baja, media	N1	
		Alta	N1	
		Muy alta	N1	
Severa y muy severa	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	N1

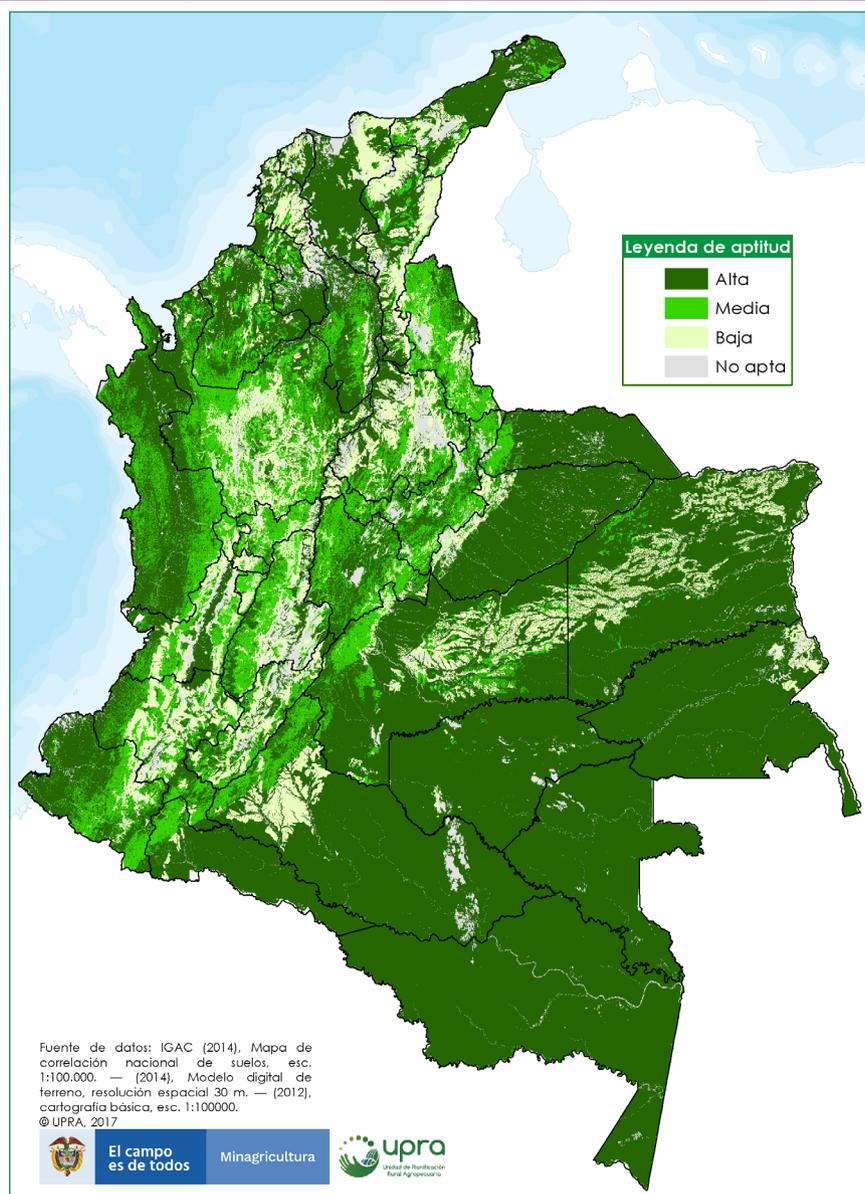
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

El argumento para diferenciar los niveles de aptitud, radica en el efecto que cada uno de los rangos tiene en el favorecimiento a la pérdida de suelo, ya que reduce las posibilidades de mantener un área productiva. A continuación, se presenta los criterios cualitativos de calificación:

Criterio de calificación	Aptitud
Baja susceptibilidad a la pérdida de suelo, para el establecimiento del cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial	Alta (A1)
Condiciones que presentan moderada susceptibilidad a la pérdida de suelo, para el establecimiento del cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial	Media (A2)
Condiciones que presentan fuerte susceptibilidad a la pérdida de suelo, para el establecimiento del cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial	Baja (A3)
Restricciones por susceptibilidad a la pérdida de suelo, que imposibilitan el establecimiento del cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial	No apta (N1)

Unidad de análisis	Fases por erosión, unidades cartográficas de degradación de suelos por erosión, unidades cartográficas de susceptibilidad relativa a movimientos en masa.
---------------------------	---

CRITERIO SUSCEPTIBILIDAD A LA PÉRDIDA DE SUELO



FUENTES DE INFORMACIÓN

Ideam. (2015). *Degradación de suelos por erosión*. Bogotá: Ideam.

FAO. (1976). <http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es/>. (FAO, Editor, & FAO, Producer) Retrieved Mayo 18, 2016, from <http://www.fao.org/>: <http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es/>.

FAO. (1991). *Guidelines: land evaluation for extensive grazing*. FAO Soils Bulletin 58. Rome, Italy.

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

_. (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos*. Bogotá.

Servicio Geológico Colombiano (SGC). (2016). *Amenaza de movimientos en masa*. Bogotá D.C.

Soil Science Society of America. (2018). *Soils sustain life*. <https://www.soils.org/publications/soils-glossary#>.

USDA. (1961) *Land-Capability Classification*. Agriculture Handbook No. 210. EUA: Soil Conservation Service USDA.

1.9. Criterio Susceptibilidad Fitosanitaria

FICHA METODOLÓGICA DEL CRITERIO									
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL								
COMPONENTE: FÍSICO SUBCOMPONENTE: FITOSANITARIO									
CRITERIO: SUSCEPTIBILIDAD FITOSANITARIA									
TIPO DE CRITERIO	Exclusión técnica								
	Análisis jerárquico								
	Exclusión legal								
	Condicionante								
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO:									
<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura asociada a <i>P. infestans</i>, expresada en °C/año. • Precipitación asociada a <i>P. infestans</i>, expresada en mm/semestre. • Humedad relativa asociada a <i>P. infestans</i>, expresada en porcentaje (%). • Temperatura asociada a <i>T. solanivora</i>, expresada en °C. • Precipitación asociada a <i>T. solanivora</i>, expresada en mm/semestre. • Precipitación asociada a <i>Naupactus</i> sp., expresada en mm/semestre. 									
DEFINICIÓN									
Conjunto de las principales condiciones ambientales (temperatura, precipitación y humedad relativa) que explican la probabilidad de procesos de inoculación, infección, infestación, propagación y desarrollo de plagas y enfermedades en el cultivo tecnificado de papa de la variedad Diacol Capiro para uso industrial.									
IMPORTANCIA DEL CRITERIO PARA EL CULTIVO									
El cultivo tecnificado de papa de la variedad Diacol Capiro para uso industrial presenta diversos agentes fitopatógenos que afectan la calidad del tubérculo y disminuyen su productividad, con la generación de altos costos de producción y un alto impacto ambiental por el uso de plaguicidas para su control. Conocer las zonas que presenten riesgo diferencial de ataques de plagas y enfermedades en este cultivo, permitirá a los productores de papa, planear diferentes estrategias de manejo fitosanitario de acuerdo con la zona donde se encuentren y las condiciones ambientales que dominen durante el desarrollo del cultivo.									
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO									
No se presentan valores de exclusión que califiquen zonas como no aptas (N1) dado que es posible el manejo y control de las plagas y enfermedades en sus diferentes niveles de aparición, dispersión y daño.									
LIMITANTES PARA LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO									
Las plagas y enfermedades presentan diferentes condiciones que influyen en su aparición, dispersión, reproducción y nivel de daño.									
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN									
La información para este criterio se obtuvo de diversas fuentes de información relacionados con las principales plagas y enfermedades de la papa en Colombia. La priorización de la enfermedad y los insectos, se dio en discusión técnica con representantes de las industrias de procesamiento de la papa y profesionales del gremio, dada su importancia económica y la posibilidad de hacer su representación cartográfica, tomando como base el efecto de algunas condiciones ambientales.									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Susceptibilidad fitosanitaria</th> <th>Aptitud</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Aptitud alta para el cultivo con baja prevalencia de plagas y enfermedades</td> <td>Alta (A1)</td> </tr> <tr> <td>Aptitud media para el cultivo con moderada prevalencia de plagas y enfermedades</td> <td>Media (A2)</td> </tr> <tr> <td>Aptitud baja para el cultivo con alta prevalencia de plagas y enfermedades</td> <td>No apta (A3)</td> </tr> </tbody> </table>		Susceptibilidad fitosanitaria	Aptitud	Aptitud alta para el cultivo con baja prevalencia de plagas y enfermedades	Alta (A1)	Aptitud media para el cultivo con moderada prevalencia de plagas y enfermedades	Media (A2)	Aptitud baja para el cultivo con alta prevalencia de plagas y enfermedades	No apta (A3)
Susceptibilidad fitosanitaria	Aptitud								
Aptitud alta para el cultivo con baja prevalencia de plagas y enfermedades	Alta (A1)								
Aptitud media para el cultivo con moderada prevalencia de plagas y enfermedades	Media (A2)								
Aptitud baja para el cultivo con alta prevalencia de plagas y enfermedades	No apta (A3)								
Se analizaron los dos semestres agrícolas, en razón a la duración del ciclo vegetativo de la variedad.									
Los rangos de aptitud están dados de acuerdo con diferentes consultas con Fedepapa, la industria de procesamiento de papa, productores del tubérculo y reportes técnicos del ICA.									

Temperatura media anual (°C)	Precipitación (mm/semestre)	Humedad relativa (%)	Aptitud
< 8	250-400	< 80	A1
		80-90	A2
		> 90	A3
	400-600	< 80	A2
		80-90	A2
		> 90	A3
	> 600	< 80	A3
		80-90	A3
		> 90	A3
8-12	250-400	< 80	A2
		80-90	A2
		> 90	A3
	400-600	< 80	A2
		80-90	A2
		> 90	A3
	> 600	< 80	A3
		80-90	A3
		> 90	A3
12-16	250-400	< 80	A3
		80-90	A3
		> 90	A3
	400-600	< 80	A3
		80-90	A3
		> 90	A3
	> 600	< 80	A3
		80-90	A3
		> 90	A3

Se analizó la goma de la papa (*P. infestans*), la polilla guatemalteca de la papa (*T. solanivora*) y el tioroteador (*Naupactus* sp.) y se combinaron los rangos de los elementos climáticos que explican la susceptibilidad a cada agente patógeno en el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro destinada al procesamiento industrial, tomando como principio de precaución, el rango más limitante, así:

Árbol de decisión para *P. infestans*

Temperatura media anual (°C)	Precipitación (mm/semestre)	Humedad relativa (%)	Aptitud
< 8	250-400	< 80	A1
		80-90	A2
		> 90	A3
	400-600	< 80	A2
		80-90	A2
		> 90	A3
	> 600	< 80	A3
		80-90	A3
		> 90	A3

8-12	250-400	< 80	A2
		80-90	A2
		> 90	A3
	400-600	< 80	A2
		80-90	A2
		> 90	A3
	> 600	< 80	A3
		80-90	A3
		> 90	A3
12-16	250-400	< 80	A3
		80-90	A3
		> 90	A3
	400-600	< 80	A3
		80-90	A3
		> 90	A3
	> 600	< 80	A3
		80-90	A3
		> 90	A3

Árbol de decisión para *T. solanivora*

Temperatura media anual (°C)	Precipitación (mm/semestre)	Aptitud
< 8	> 600	A1
	400-600	A2
	< 400	A3
	> 600	A2
	400-600	A2
	< 400	A3
	> 600	A2
	400-600	A2
	< 400	A3
8-12	> 600	A2
	400-600	A2
	< 400	A3
	> 600	A2
	400-600	A2
	< 400	A3
	> 600	A2
	400-600	A2
	< 400	A3
> 12	> 600	A3
	400-600	A3
	< 400	A3
	> 600	A3
	400-600	A3
	< 400	A3
	> 600	A3
	400-600	A3
	< 400	A3

Rangos de aptitud para *Naupactus* sp.

Precipitación (mm/semestre)	Aptitud
> 600	Alta (A1)
400-600	Media (A2)
< 400	Baja (A3)

Finalmente, se otorgaron valores para ponderar cada variable dentro del criterio, así: gota de la papa, 50 %; polilla guatemalteca de la papa, 40 % y tiroteador, 10 %.

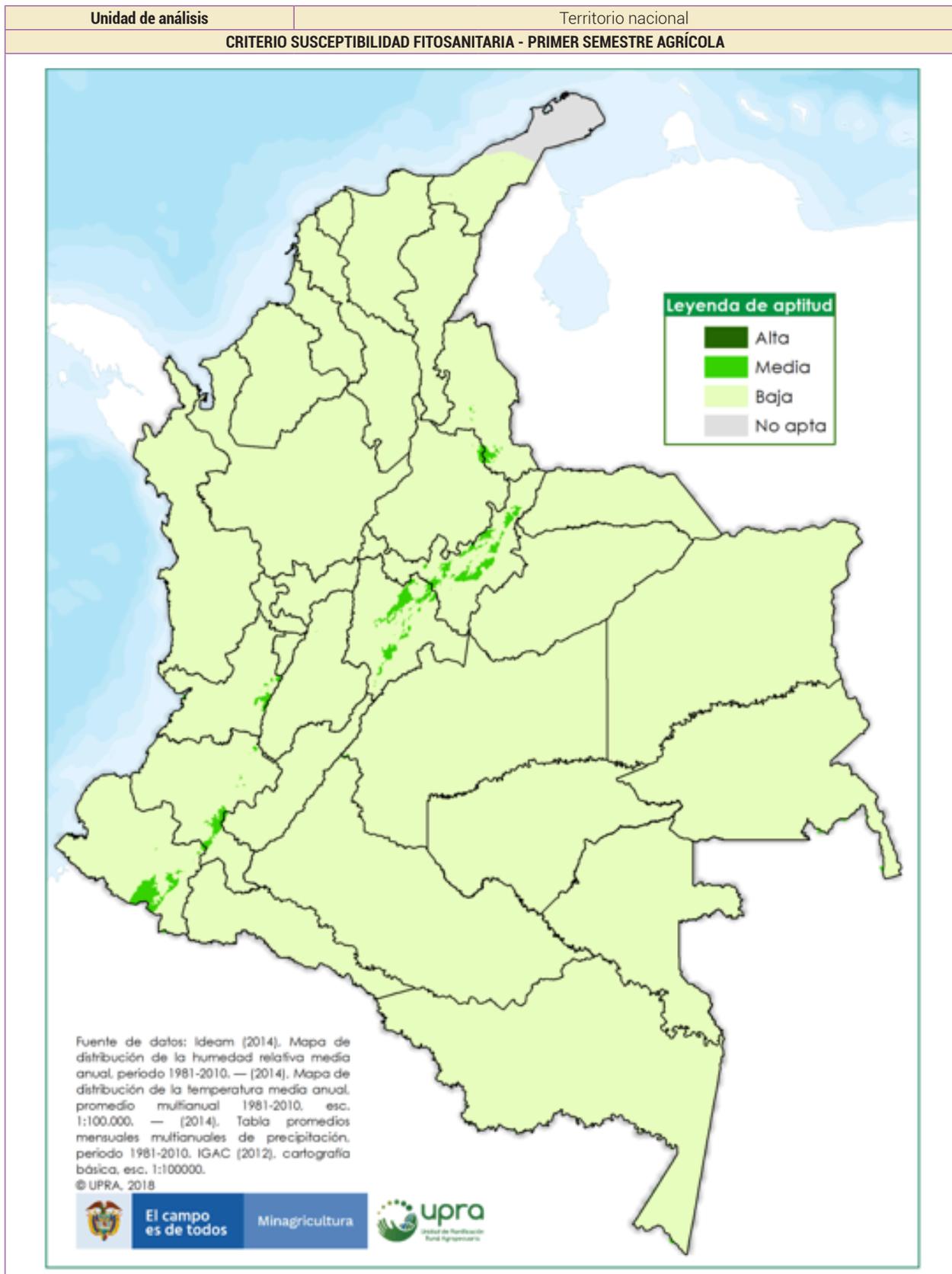
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

El argumento para discriminar los diferentes niveles de aptitud radica en el efecto que presentan los elementos climáticos (temperatura, precipitación y humedad relativa) en la aparición, diseminación, infección, infestación, desarrollo y ataque de los tres agentes fitopatógenos, así:

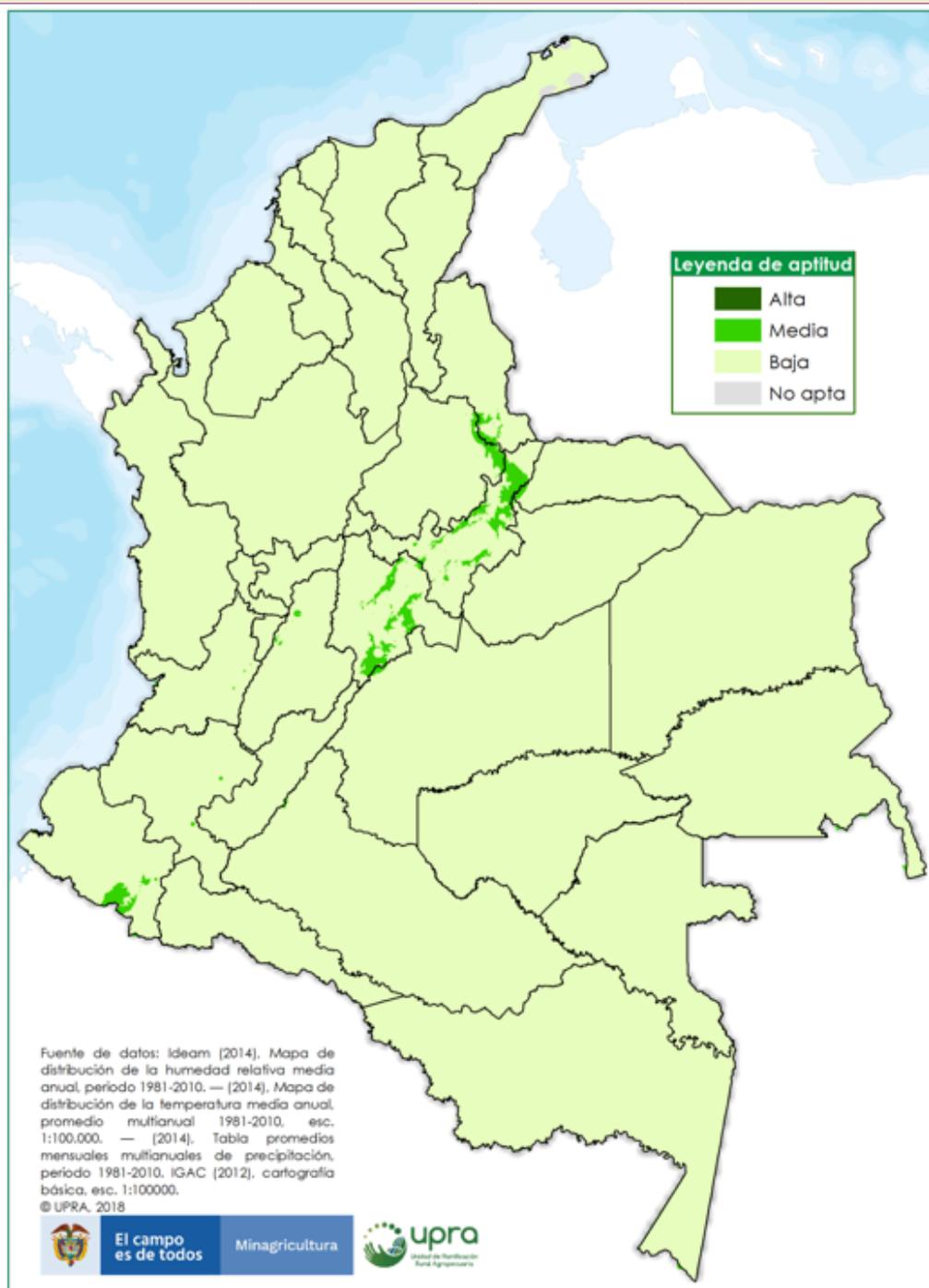
Aptitud alta (A1): zonas con riesgo bajo de aparición y desarrollo de plagas y enfermedades; son zonas donde se puede desarrollar con una alta aptitud (A1) el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial, ya que estos organismos tienen menor probabilidad de aparición por condiciones climáticas; se puede considerar realizar manejo a través de control cultural y vigilancia fitosanitaria.

Aptitud media (A2): zonas con riesgo medio de aparición y desarrollo de plagas y enfermedades; son definidas como zonas que presentan aptitud moderada (A2) para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial, ya que estos organismos presentan moderada probabilidad de aparición y desarrollo. En estas zonas se deben considerar manejos cultural y químico que eviten la disminución en la producción y calidad del tubérculo.

Aptitud baja (A3): zonas con riesgo alto de aparición y desarrollo de plagas y enfermedades; se definen como zonas que presentan aptitud baja (A3) para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial debido a la alta probabilidad de presencia de plagas y enfermedades. En estas zonas se requieren diferentes tipos de manejos, con un uso intensivo de insumos químicos y biológicos. La no realización de las labores agronómicas en el cultivo, puede conllevar a una significativa disminución del rendimiento y calidad del tubérculo.



CRITERIO SUSCEPTIBILIDAD FITOSANITARIA - SEGUNDO SEMESTRE AGRÍCOLA



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 total anual, escala 1:100.000*. Bogotá: Ideam.

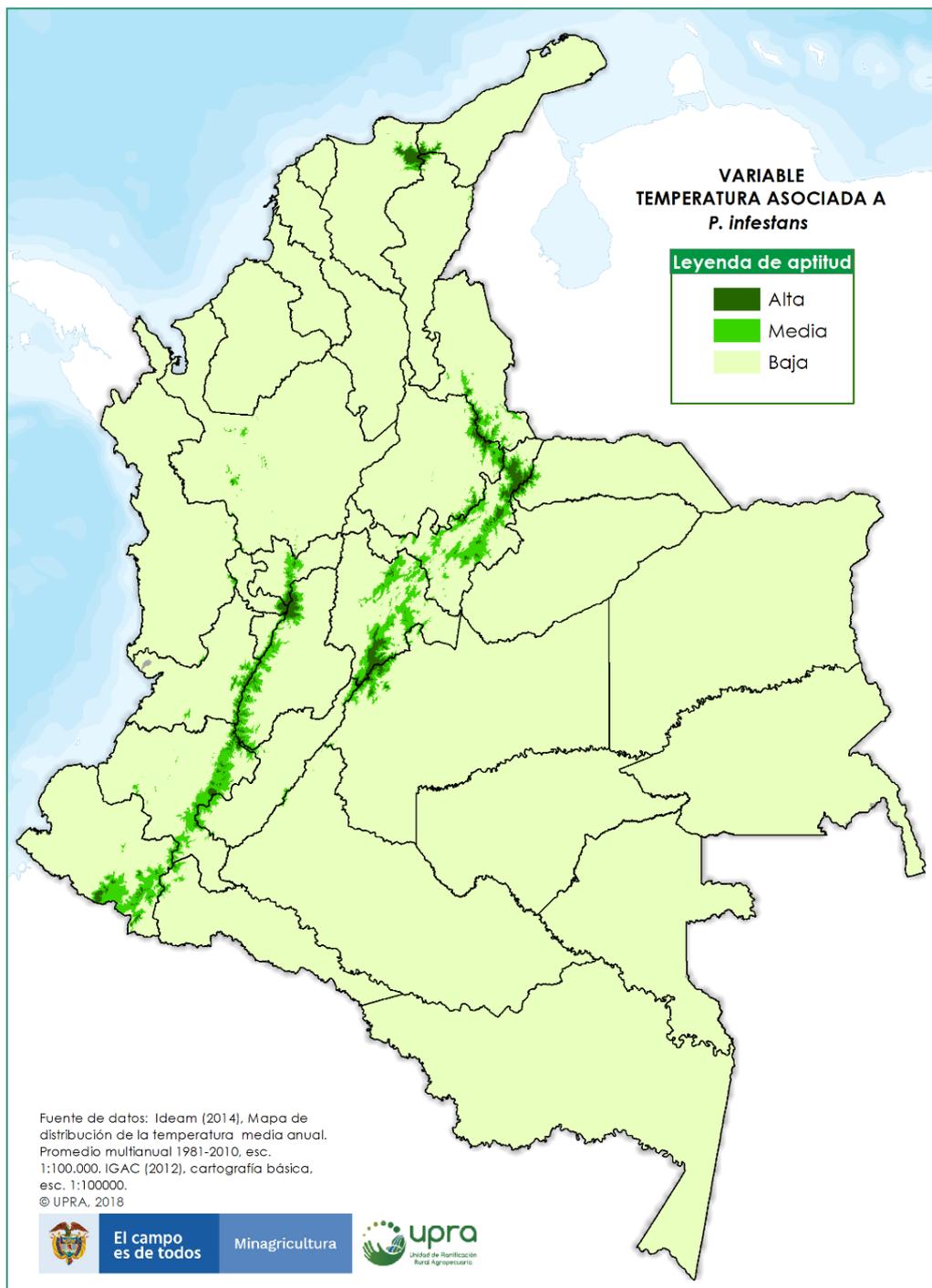
_. (2014). *Mapa de distribución de la temperatura media diaria, promedio multianual 1981-2010, escala: 1:100.000*. Bogotá: Ideam.

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

1.9.1. Variable temperatura asociada a P. infestans

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE									
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL								
COMPONENTE: FÍSICO SUBCOMPONENTE: FITOSANITARIO									
CRITERIO ASOCIADO: SUSCEPTIBILIDAD FITOSANITARIA									
VARIABLE: temperatura asociada a P. infestans	UNIDAD DE MEDIDA: °C/año								
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica								
	Análisis jerárquico								
	Exclusión legal								
	Condicionante								
DEFINICIÓN									
Efecto de la temperatura sobre la aparición, diseminación y ataque de la gota de la papa en el cultivo tecnificado de la variedad Diacol Capiro.									
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO									
<p>La temperatura del aire ejerce efectos sobre el crecimiento y desarrollo de las enfermedades que atacan los cultivos. Para la zonificación de aptitud del cultivo tecnificado de papa de la variedad Diacol Capiro para uso industrial, conocer la distribución espacial de la temperatura media anual, permite establecer áreas con condiciones diferenciales de aptitud. Para esta enfermedad, se establecieron tres rangos de aptitud, así: alta (A1), media (A2) y baja (A3).</p> <p>A mayor temperatura, la velocidad de desarrollo del patógeno se acelera, cumpliendo mayor número de ciclos en menor tiempo. Por lo tanto, al aumentar la temperatura, mayor es la incidencia y severidad, en esta variedad que es susceptible a la enfermedad.</p>									
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO									
<p>El valor de rango de evaluación se establece de acuerdo con la información de isotermas generadas por la autoridad competente y disponibles para el estudio de aptitud.</p> <p>La temperatura menor de 8 °C es el valor a partir del cual se presenta un decrecimiento en el desarrollo del oomiceto, haciendo más apto el cultivo de papa. Temperaturas entre 8 °C y 12 °C, presenta aptitud moderada tanto para la enfermedad como para el cultivo: Temperaturas entre 12 °C y 16 °C, genera aptitud baja (A3) para el cultivo de papa variedad Diacol Capiro de uso industrial dado que en este rango se incrementa el nivel de daño de la enfermedad.</p> <p>Los siguientes son los rangos establecidos para la temperatura, relacionada con la enfermedad:</p>									
<p style="text-align: center;">Temperatura media anual asociada a P. infestans</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Temperatura media (°C/año)</th> <th>Aptitud</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>< 8</td> <td>Alta (A1)</td> </tr> <tr> <td>8-12</td> <td>Media (A2)</td> </tr> <tr> <td>12-16</td> <td>Baja (A3)</td> </tr> </tbody> </table>		Temperatura media (°C/año)	Aptitud	< 8	Alta (A1)	8-12	Media (A2)	12-16	Baja (A3)
Temperatura media (°C/año)	Aptitud								
< 8	Alta (A1)								
8-12	Media (A2)								
12-16	Baja (A3)								
<p>No hay rangos de exclusión (N1) para la temperatura media anual debido a que en los niveles de aptitud establecidos, es posible la implementación de diferentes estrategias de manejo y control de la enfermedad.</p>									
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE									
Disponer de una base de datos actualizada de la información climática de todo el territorio nacional generada por la red de estaciones meteorológicas, ya que la que se tiene solo está hasta 2010. En consecuencia, el análisis espacial, no refleja la condición térmica, que se ha presentado en los últimos años en el país.									
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN									
<p>1. Serie histórica de la información.</p> <p>La información de base utilizada para las unidades térmicas, se toma del mapa de isotermas anuales elaborado por el Ideam (2014), a escala 1:100.000, de la serie histórica de 1981 al 2010.</p> <p>2. Tratamiento de la información.</p> <p>Se realiza un ejercicio de delimitación espacial anual para temperatura media. El establecimiento de los rangos para la enfermedad, parte del concepto del equipo de profesionales de la UPRA, representantes de industrias y Fedepapa, con base en reportes técnicos, actividad que fue soportada por el grupo TIC de la UPRA</p>									

Unidad de análisis Territorio nacional, dividido en sus diferentes zonas térmicas
CRITERIO SUSCEPTIBILIDAD FITOSANITARIA



FUENTES DE INFORMACIÓN

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

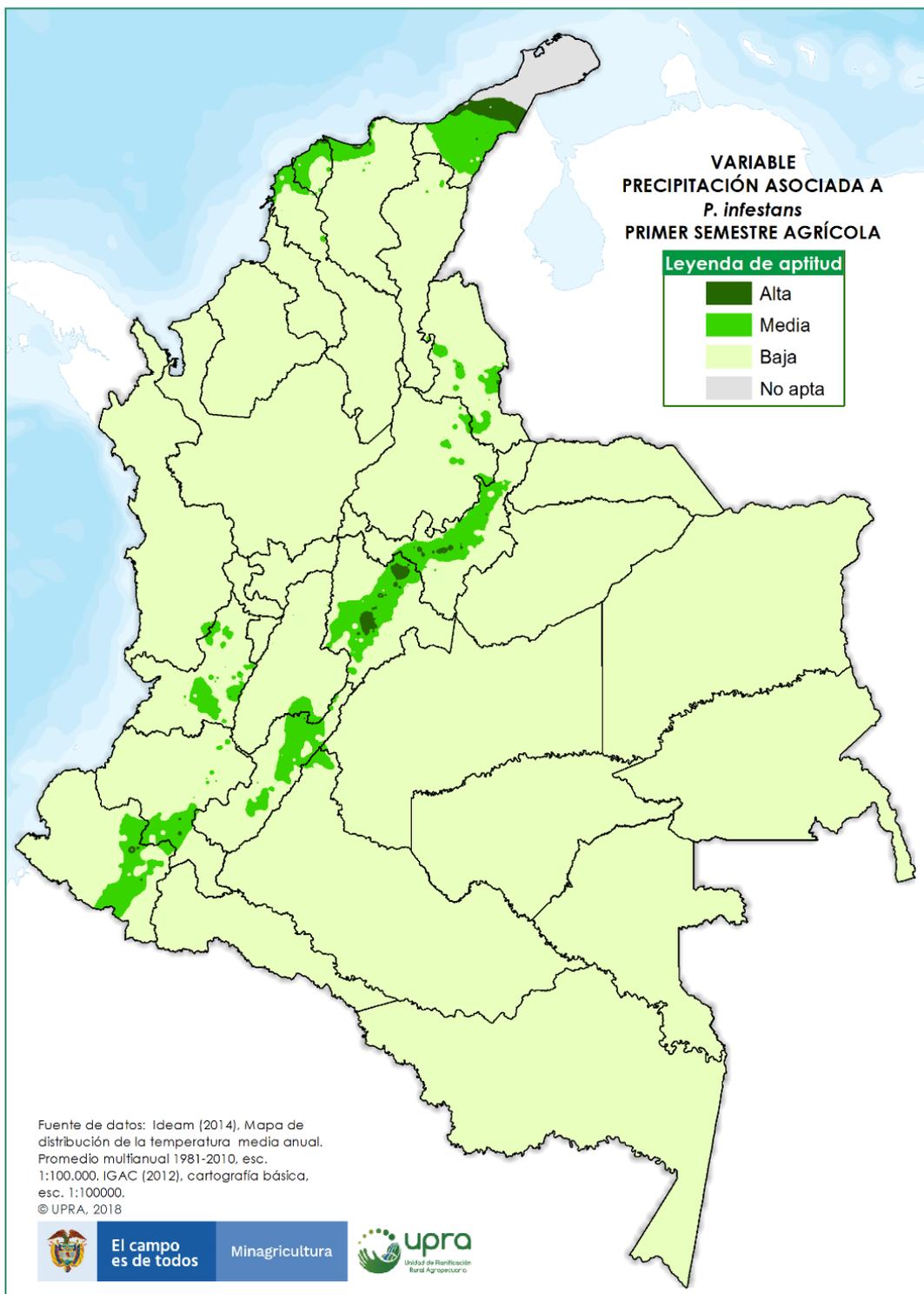
1.9.2. Variable precipitación asociada a *P. infestans*

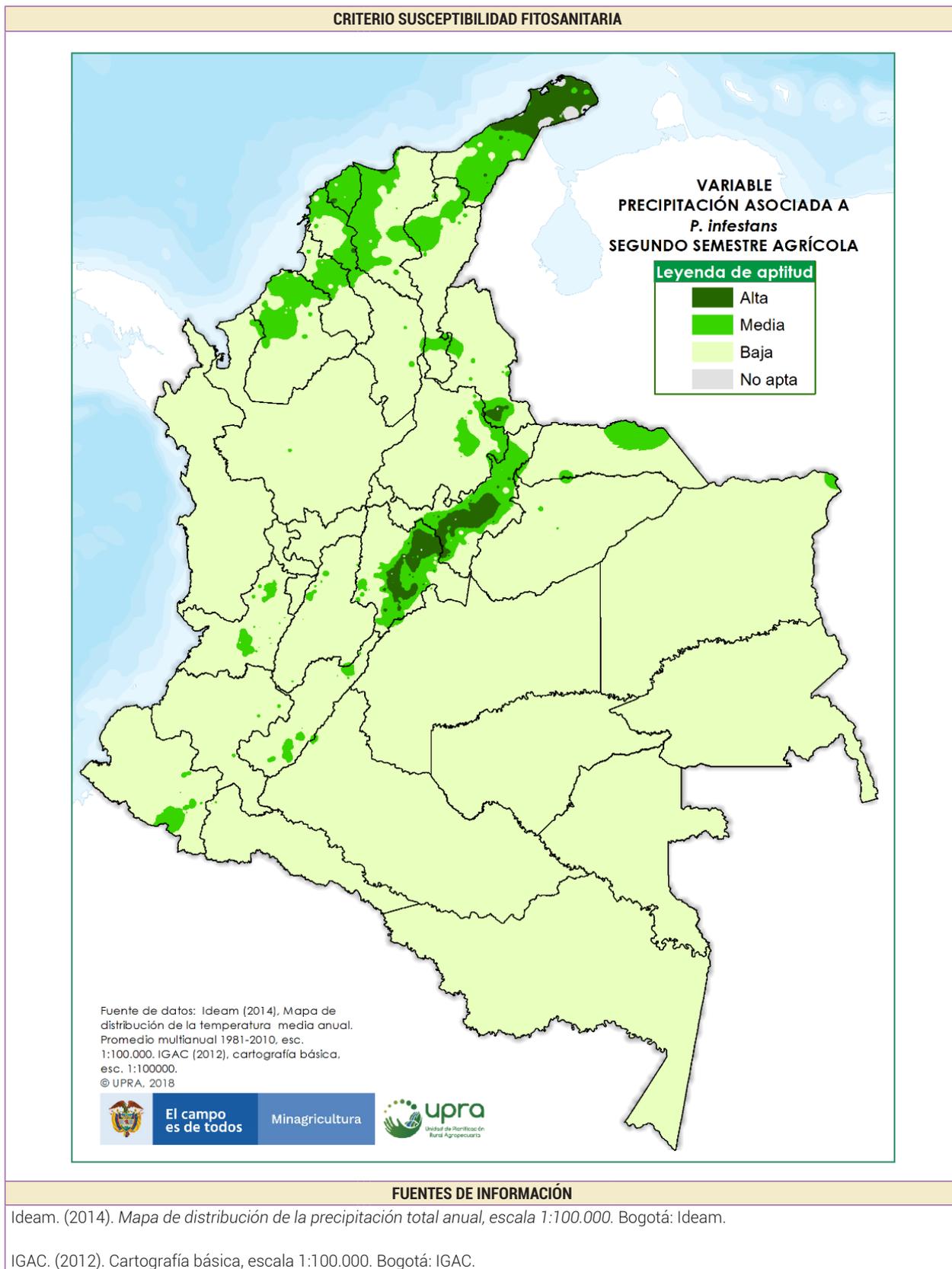
FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE									
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL								
COMPONENTE: FÍSICO SUBCOMPONENTE: FITOSANITARIO									
CRITERIO ASOCIADO: SUSCEPTIBILIDAD FITOSANITARIA									
VARIABLE: precipitación asociada a <i>P. infestans</i>	UNIDAD DE MEDIDA: mm/semestre								
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica								
	Análisis jerárquico								
	Exclusión legal								
	Condicionante								
DEFINICIÓN									
Efecto de la precipitación pluvial sobre la aparición, diseminación y ataque de la gota de la papa en el cultivo tecnificado de la variedad Diacol Capiro.									
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO									
La cantidad de lluvia ejerce efectos directos sobre el crecimiento y desarrollo de las enfermedades que atacan los cultivos. Para la zonificación de aptitud del cultivo tecnificado de papa de la variedad Diacol Capiro para uso industrial, conocer la distribución espacial de la precipitación media anual, permite establecer áreas con condiciones diferenciales de aptitud. Para esta enfermedad, se establecieron tres rangos de aptitud, así: alta (A1), media (A2) y baja (A3).									
Con el aumento de la precipitación, el desarrollo de la enfermedad se acelera, cumpliendo mayor número de ciclos en menor tiempo. Por lo tanto, el aumento en las lluvias aumenta la incidencia y severidad de la enfermedad, en esta variedad que es altamente susceptible.									
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO									
Los valores de lluvia entre 250 mm/semestre y 400 mm/semestre presentan una alta aptitud (A1) dadas las condiciones desfavorables para que <i>P. infestans</i> complete su ciclo de desarrollo; zonas con precipitación promedio mensual entre 400 mm de lluvia/semestre y 600 mm de lluvia/semestre corresponden a zonas que presentan condiciones que pueden favorecer moderadamente el cultivo, pero el proceso infeccioso de <i>P. infestans</i> se realiza a una tasa moderada. Zonas con valores de lluvias por encima del 600 mm/semestre presentan baja aptitud (A3) para el cultivo de la variedad Diacol Capiro, dadas las condiciones favorables para la aparición y desarrollo de la gota de la papa.									
Los siguientes son los rangos establecidos para la precipitación media diaria anual, relacionada con la enfermedad:									
Precipitación total anual asociada a <i>P. infestans</i>									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Precipitación (mm/semestre)</th> <th>Aptitud</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>250-400</td> <td>Alta (A1)</td> </tr> <tr> <td>400-600</td> <td>Media (A2)</td> </tr> <tr> <td>> 600</td> <td>Baja (A3)</td> </tr> </tbody> </table>		Precipitación (mm/semestre)	Aptitud	250-400	Alta (A1)	400-600	Media (A2)	> 600	Baja (A3)
Precipitación (mm/semestre)	Aptitud								
250-400	Alta (A1)								
400-600	Media (A2)								
> 600	Baja (A3)								
No hay rangos de exclusión (N1) para la precipitación debido a que en los niveles de aptitud establecidos, es posible la implementación de diferentes estrategias de manejo y control de la enfermedad.									
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE									
Disponer de una base de datos actualizada de la información climática de todo el territorio nacional generada por la red de estaciones meteorológicas, ya que la que se tiene solo está hasta 2010. En consecuencia, el análisis espacial, no refleja la condición de lluvias que se han presentado en los últimos años en el país.									
Igualmente, la variedad Diacol Capiro es muy susceptible al ataque del oomiceto en campo, por lo que los rangos establecidos de aptitud, darán lugar al desarrollo diferencial de la enfermedad.									
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN									
1. Serie histórica de la información.									
La información de base utilizada es el mapa de precipitación total generado por el Ideam en 2010.									
2. Tratamiento de la información.									
Se realiza un ejercicio de delimitación espacial anual para la precipitación. El establecimiento de los rangos para la enfermedad, parte del concepto del equipo de profesionales de la UPRA, representantes de industrias y Fedepapa, con base en reportes técnicos, actividad que fue soportada por el grupo TIC de la UPRA.									

Unidad de análisis

Territorio nacional, dividido en sus diferentes zonas de precipitación media anual

CRITERIO SUSCEPTIBILIDAD FITOSANITARIA





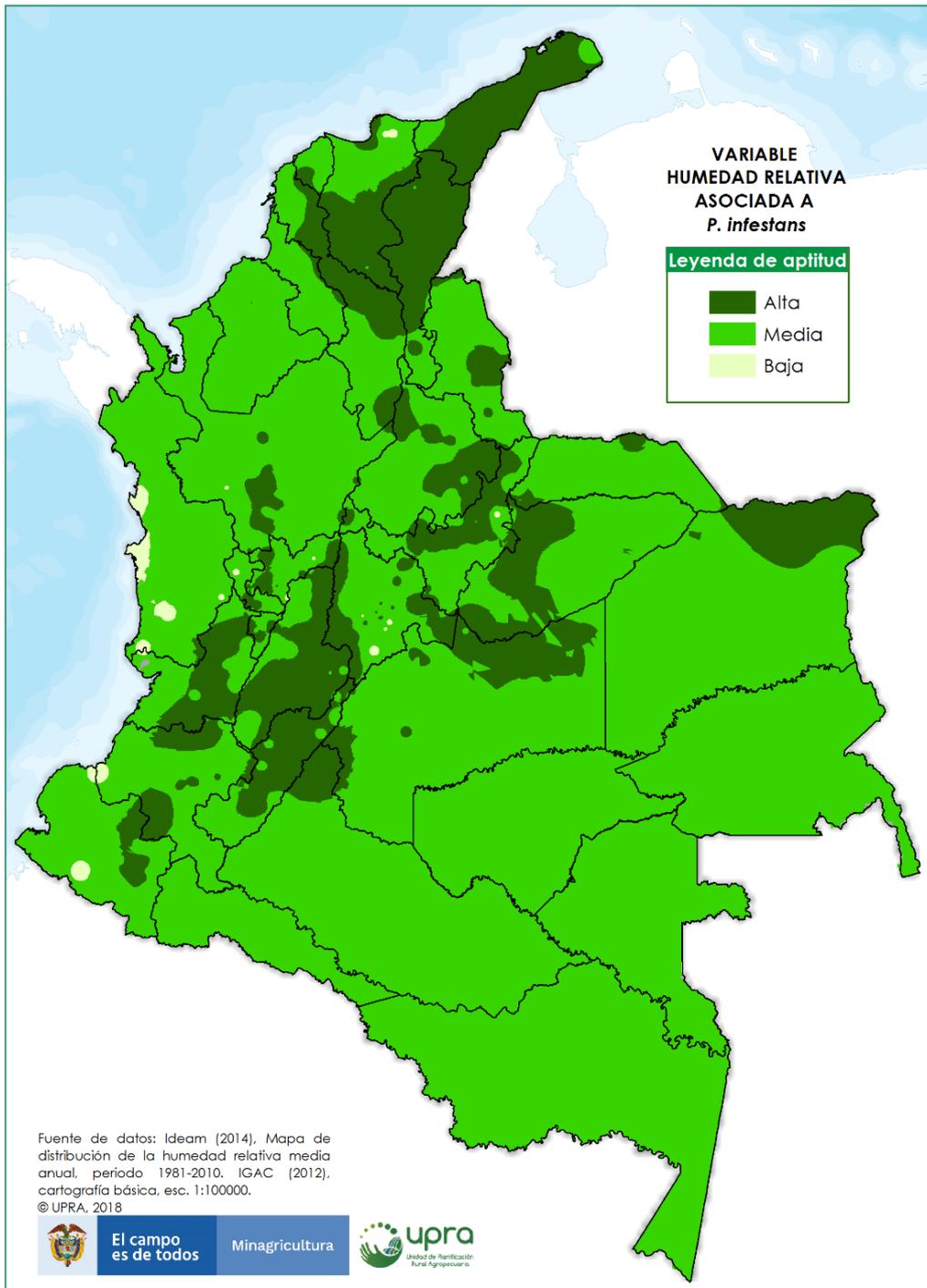
1.9.3. Variable humedad relativa asociada a *P. infestans*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE									
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL								
COMPONENTE: FÍSICO SUBCOMPONENTE: FITOSANITARIO									
CRITERIO ASOCIADO: SUSCEPTIBILIDAD FITOSANITARIA									
VARIABLE: humedad relativa asociada a <i>P. infestans</i>	UNIDAD DE MEDIDA: porcentaje (%)								
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica								
	Análisis jerárquico								
	Exclusión legal								
	Condicionante								
DEFINICIÓN									
Efecto de la humedad relativa sobre la aparición, diseminación y ataque de la gota de la papa en el cultivo tecnificado de la variedad Diacol Capiro.									
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO									
<p>La humedad del ambiente, ejerce efectos sobre el crecimiento y desarrollo de las enfermedades que atacan los cultivos. Para la zonificación de aptitud del cultivo tecnificado de papa de la variedad Diacol Capiro para uso industrial, conocer la distribución espacial de la humedad relativa, permite establecer áreas con condiciones diferenciales de aptitud. Para esta enfermedad, se establecieron tres rangos de aptitud, así: alta (A1), media (A2) y baja (A3).</p> <p>A mayor humedad ambiental, la velocidad de desarrollo de la enfermedad se acelera, cumpliendo mayor número de ciclos en menor tiempo. Por lo tanto, a mayor humedad en el ambiente, mayor es la incidencia y severidad, en esta variedad que es muy susceptible a la enfermedad.</p>									
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO									
<p>Las zonas con valores inferiores a 80 % de humedad relativa presentan una alta aptitud (A1) dadas las condiciones desfavorables para que <i>P. infestans</i> complete su ciclo de desarrollo; zonas con humedad promedio entre 80 % y 90 %, presentan condiciones que pueden favorecer moderadamente el cultivo dado que el proceso infeccioso de la enfermedad se realiza a una tasa menor. Zonas con valores de humedad relativa por encima del 90 % presentan baja aptitud (A3) para esta variedad, dadas las condiciones favorables para su aparición y desarrollo.</p> <p>Los siguientes son los rangos establecidos para la humedad relativa, relacionada con la enfermedad:</p>									
<p style="text-align: center;">Humedad relativa asociada a <i>P. infestans</i></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Humedad relativa (%)</th> <th>Aptitud</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>< 80</td> <td>Alta (A1)</td> </tr> <tr> <td>80-90</td> <td>Media (A2)</td> </tr> <tr> <td>> 90</td> <td>Baja (A3)</td> </tr> </tbody> </table>		Humedad relativa (%)	Aptitud	< 80	Alta (A1)	80-90	Media (A2)	> 90	Baja (A3)
Humedad relativa (%)	Aptitud								
< 80	Alta (A1)								
80-90	Media (A2)								
> 90	Baja (A3)								
<p>No hay rangos de exclusión (N1) para la humedad relativa debido a que en los niveles de aptitud establecidos, es posible la implementación de diferentes estrategias de manejo y control de la enfermedad.</p>									
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE									
<p>Disponer de una base de datos actualizada de la información climática de todo el territorio nacional generada por la red de estaciones meteorológicas, ya que la que se tiene solo está hasta 2010. En consecuencia, el análisis espacial, no refleja la condición de humedad relativa que se han presentado en los últimos años en el país.</p> <p>Para un mejor análisis de esta variable se debería contar con un número mayor de estaciones meteorológicas que complementen la información, debido a que los elementos climáticos como la humedad relativa, es ampliamente influenciada por condiciones de fuentes hídricas, pendientes y otras variables, lo que genera microclimas que generan incrementos o disminuciones en los porcentajes reportados en zonas con mayor extensión.</p> <p>Igualmente, la variedad Diacol Capiro es muy susceptible al ataque del oomiceto en campo, por lo que los rangos establecidos de aptitud, darán lugar al desarrollo diferencial de la enfermedad.</p>									
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN									
<p>1. Serie histórica de la información.</p> <p>La información de base utilizada es el mapa de humedad relativa promedio multianual generado por el Ideam en 2010.</p> <p>2. Tratamiento de la información.</p> <p>Se realiza un ejercicio de delimitación espacial anual para la humedad relativa. El establecimiento de los rangos para la enfermedad, parte del concepto del equipo de profesionales de la UPRA, representantes de industrias y Fedepapa, con base en reportes técnicos, actividad que fue soportada por el grupo TIC de la UPRA.</p>									

Unidad de análisis

Territorio nacional, dividido en sus diferentes zonas de humedad relativa

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



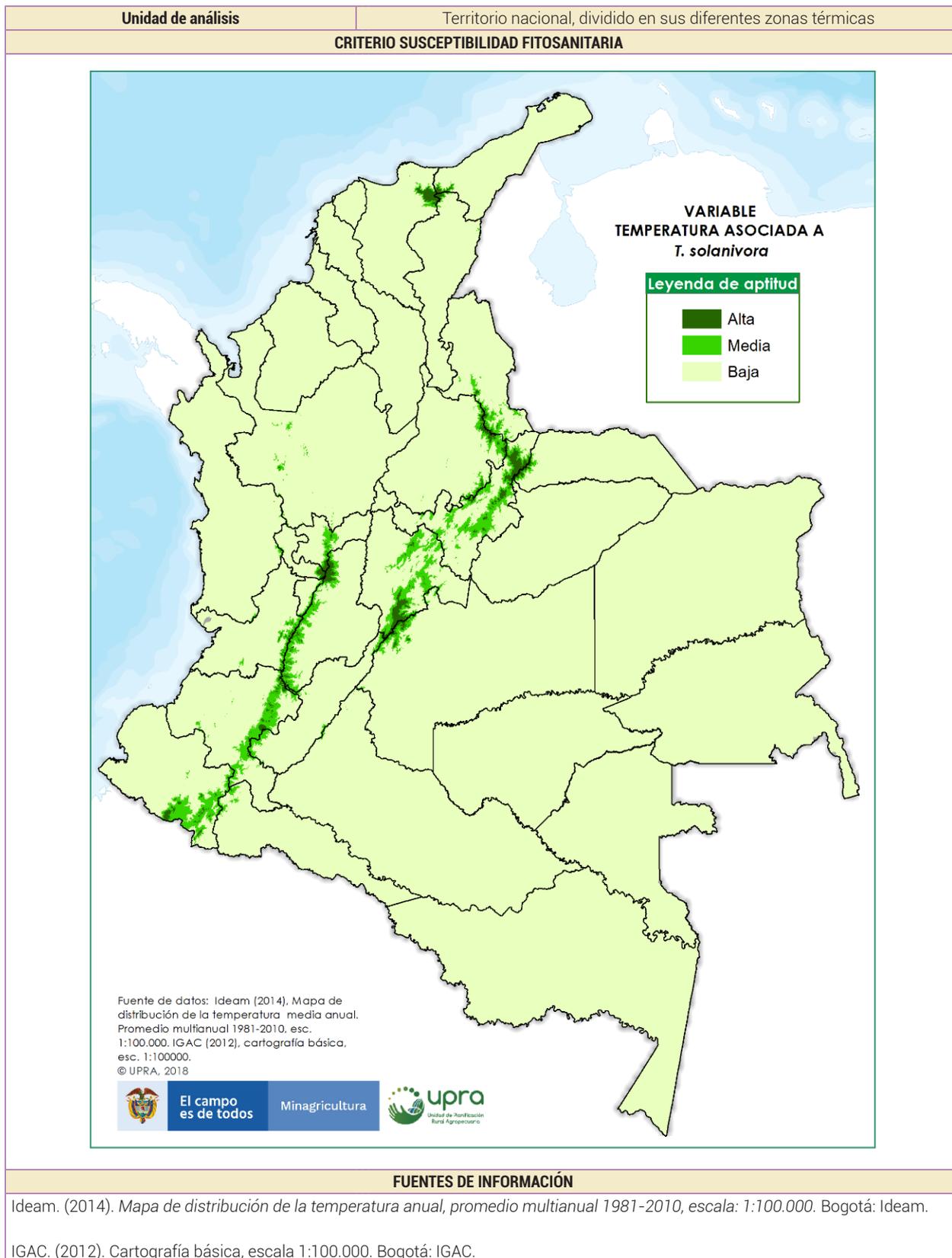
FUENTES DE INFORMACIÓN

Ideam. (2014). *Mapa de distribución de la humedad relativa media anual, escala 1:100.000*. Bogotá: Ideam.

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

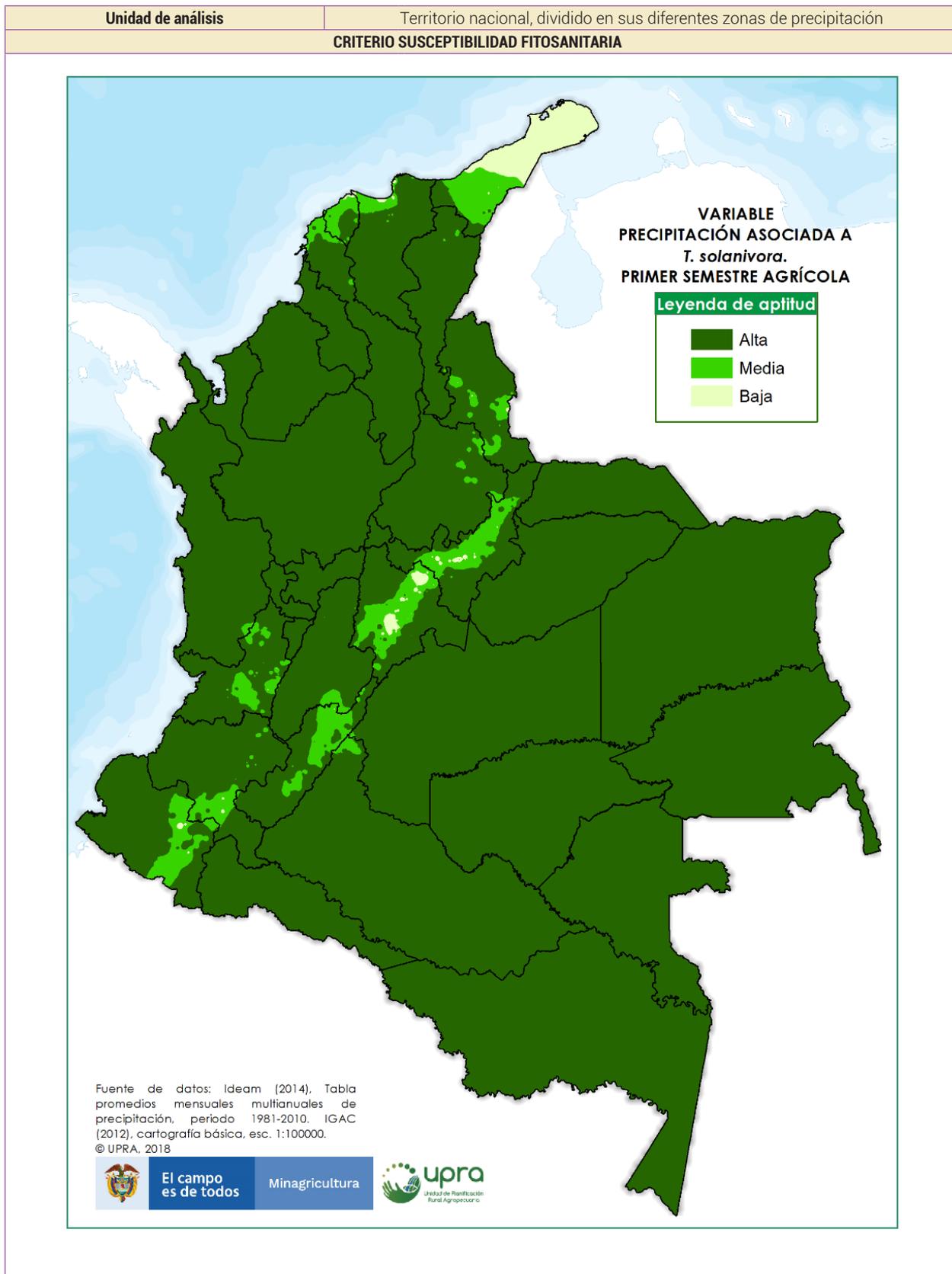
1.9.4. Variable temperatura asociada a *T. solanivora*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE									
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL								
COMPONENTE: FÍSICO SUBCOMPONENTE: FITOSANITARIO									
CRITERIO ASOCIADO: SUSCEPTIBILIDAD FITOSANITARIA									
VARIABLE: temperatura asociada a <i>T. solanivora</i>	UNIDAD DE MEDIDA: °C/año								
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica								
	Análisis jerárquico								
	Exclusión legal								
	Condicionante								
DEFINICIÓN									
Efecto de la temperatura sobre la aparición, diseminación y ataque de la polilla guatemalteca de la papa en el cultivo tecnificado de la variedad Diacol Capiro.									
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO									
La temperatura del aire ejerce efectos sobre el crecimiento y desarrollo de las plagas que afectan los cultivos. Para la zonificación de aptitud, conocer la distribución espacial de la temperatura media anual del aire, permite establecer áreas con condiciones diferenciales de aptitud para el cultivo tecnificado de papa de la variedad Diacol Capiro para uso industrial, respecto al insecto, con base en rangos de aptitud alta (A1), media (A2) y baja (A3).									
A menor temperatura se disminuye la velocidad de desarrollo de la plaga y se afecta la duración de los diferentes estados. Por lo tanto, el aumento de la temperatura favorece los niveles de población y ataque de la polilla guatemalteca de la papa.									
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO									
El valor de rango de evaluación se establece de acuerdo con la información de isotermas generada por la autoridad competente y disponible para el estudio de aptitud.									
La temperatura menor de 8 °C es el valor a partir del cual se presenta un decrecimiento en el desarrollo del lepidóptero, haciéndolo más apto el cultivo de papa (A1); temperaturas medias entre 8 °C y 12 °C, presentan aptitud media tanto para el cultivo como para la plaga, valores por encima de 12 °C generan baja aptitud (A3) para el cultivo de la variedad Diacol Capiro para uso industrial, dadas las condiciones favorables para la aparición y desarrollo del insecto-plaga.									
A continuación se presentan los rangos establecidos para la temperatura asociada con la plaga:									
Temperatura asociada a <i>T. solanivora</i>									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Temperatura media (°C/año)</th> <th>Aptitud</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>< 8</td> <td>Alta (A1)</td> </tr> <tr> <td>8-12</td> <td>Media (A2)</td> </tr> <tr> <td>> 12</td> <td>Baja (A3)</td> </tr> </tbody> </table>		Temperatura media (°C/año)	Aptitud	< 8	Alta (A1)	8-12	Media (A2)	> 12	Baja (A3)
Temperatura media (°C/año)	Aptitud								
< 8	Alta (A1)								
8-12	Media (A2)								
> 12	Baja (A3)								
No hay rangos de exclusión para la temperatura y la precipitación, debido a que en los niveles de aptitud establecidos, es posible la implementación de diferentes estrategias de manejo de la plaga.									
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE									
Disponer de una base de datos actualizada de la información térmica de todo el territorio nacional generada por la red de estaciones meteorológicas, ya que la que se tiene solo está hasta 2010. En consecuencia, el análisis espacial no refleja la condición térmica y de lluvias que se ha presentado en los últimos años en el país.									
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN									
1. Serie histórica de la información.									
La información utilizada de base para las unidades térmicas se toma del mapa de isotermas anuales elaborado por el Ideam (2014), a escala 1:100.000, el cual se basa en una serie histórica de 1981 al 2010.									
2. Tratamiento de la información.									
Se realiza un ejercicio de delimitación espacial de acuerdo a los rangos establecidos por el equipo de profesionales del componente físico, industriales de la papa y Fedepapa, actividad soportada por el grupo TIC de la UPRA.									

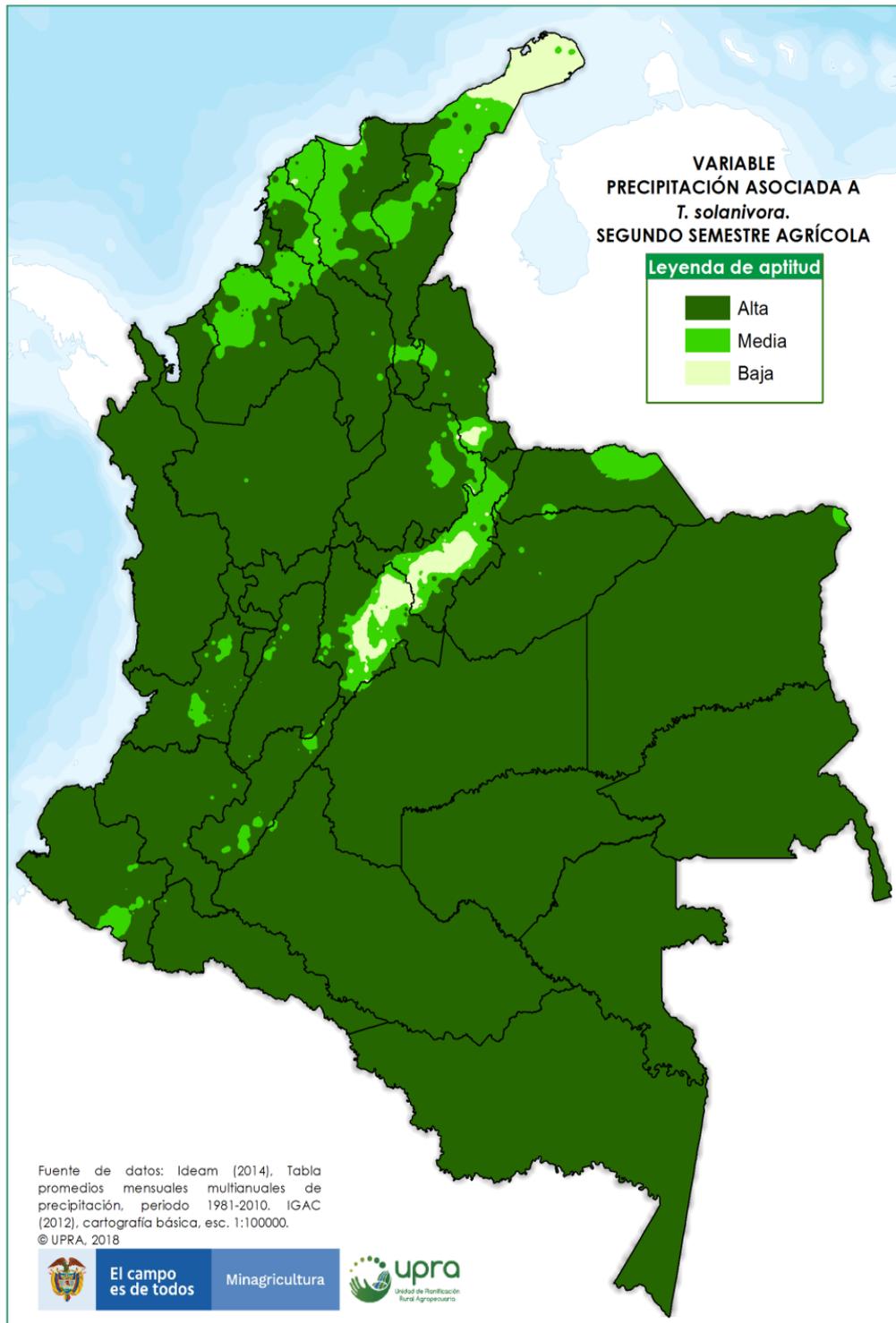


1.9.5. Variable precipitación asociada a *T. solanivora*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE	
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL
COMPONENTE: FÍSICO SUBCOMPONENTE: FITOSANITARIO	
CRITERIO ASOCIADO: SUSCEPTIBILIDAD FITOSANITARIA	
VARIABLE: precipitación asociada a <i>T. solanivora</i>	UNIDAD DE MEDIDA: mm/semestre
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica
	Análisis jerárquico
	Exclusión legal
	Condicionante
DEFINICIÓN	
Efecto de la lluvia sobre la aparición, diseminación y ataque de la polilla guatemalteca de la papa en el cultivo tecnificado de la variedad Diacol Capiro.	
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO	
La precipitación ejerce efectos sobre el crecimiento y desarrollo de las plagas que afectan los cultivos. Para la zonificación de aptitud, conocer la distribución espacial de las lluvias, permite establecer áreas con condiciones diferenciales de aptitud para el cultivo tecnificado de papa de la variedad Diacol Capiro para uso industrial, respecto al insecto, con base en rangos de aptitud alta (A1), media (A2) y baja (A3).	
A mayor precipitación pluvial se restringe el desarrollo de la plaga, especialmente el estado adulto. Por lo tanto, el aumento de la precipitación disminuye las poblaciones y el ataque de la polilla guatemalteca de la papa.	
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO	
El valor de rango de evaluación se establece de acuerdo con la información de isoyetas generada por la autoridad competente y disponible para el estudio de aptitud.	
La precipitación mayor de 600 mm/semestre es el valor a partir del cual se presenta un decrecimiento en el desarrollo del lepidóptero, haciéndolo más apto el cultivo de papa (A1); lluvias medias entre 400 mm/semestre y 600 mm/semestre, presentan aptitud media tanto para el cultivo como para la plaga; valores inferiores de 400 mm/semestre, generan baja aptitud (A3) para el cultivo de la variedad Diacol Capiro para uso industrial, dadas las condiciones favorables para la aparición y desarrollo del insecto-plaga.	
A continuación se presentan los rangos establecidos para la precipitación asociada con la plaga:	
Precipitación total semestral asociada a <i>T. solanivora</i>	
Precipitación (mm/semestre)	Aptitud
> 600	Alta (A1)
400-600	Media (A2)
< 400	Baja (A3)
No hay rangos de exclusión para la precipitación, debido a que en los niveles de aptitud establecidos, es posible la implementación de diferentes estrategias de manejo de la plaga.	
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE	
Disponer de una base de datos actualizada de la información de precipitación de todo el territorio nacional generada por la red de estaciones meteorológicas, ya que la que se tiene solo está hasta 2010. En consecuencia, el análisis espacial no refleja la condición de lluvias que se ha presentado en los últimos años en el país.	
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	
1. Serie histórica de la información.	
La información utilizada de base para las unidades pluviométricas se toma del mapa de precipitación total, generado por el Ideam en 2010.	
2. Tratamiento de la información.	
Se realiza un ejercicio de delimitación espacial de acuerdo a los rangos establecidos por el equipo de profesionales del componente físico, industriales de la papa y Fedepapa, actividad soportada por el grupo TIC de la UPRA.	



CRITERIO SUSCEPTIBILIDAD FITOSANITARIA



FUENTES DE INFORMACIÓN

Ideam. (2014). *Mapa de distribución de la precipitación total anual*, escala 1:100.000. Bogotá: Ideam.

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

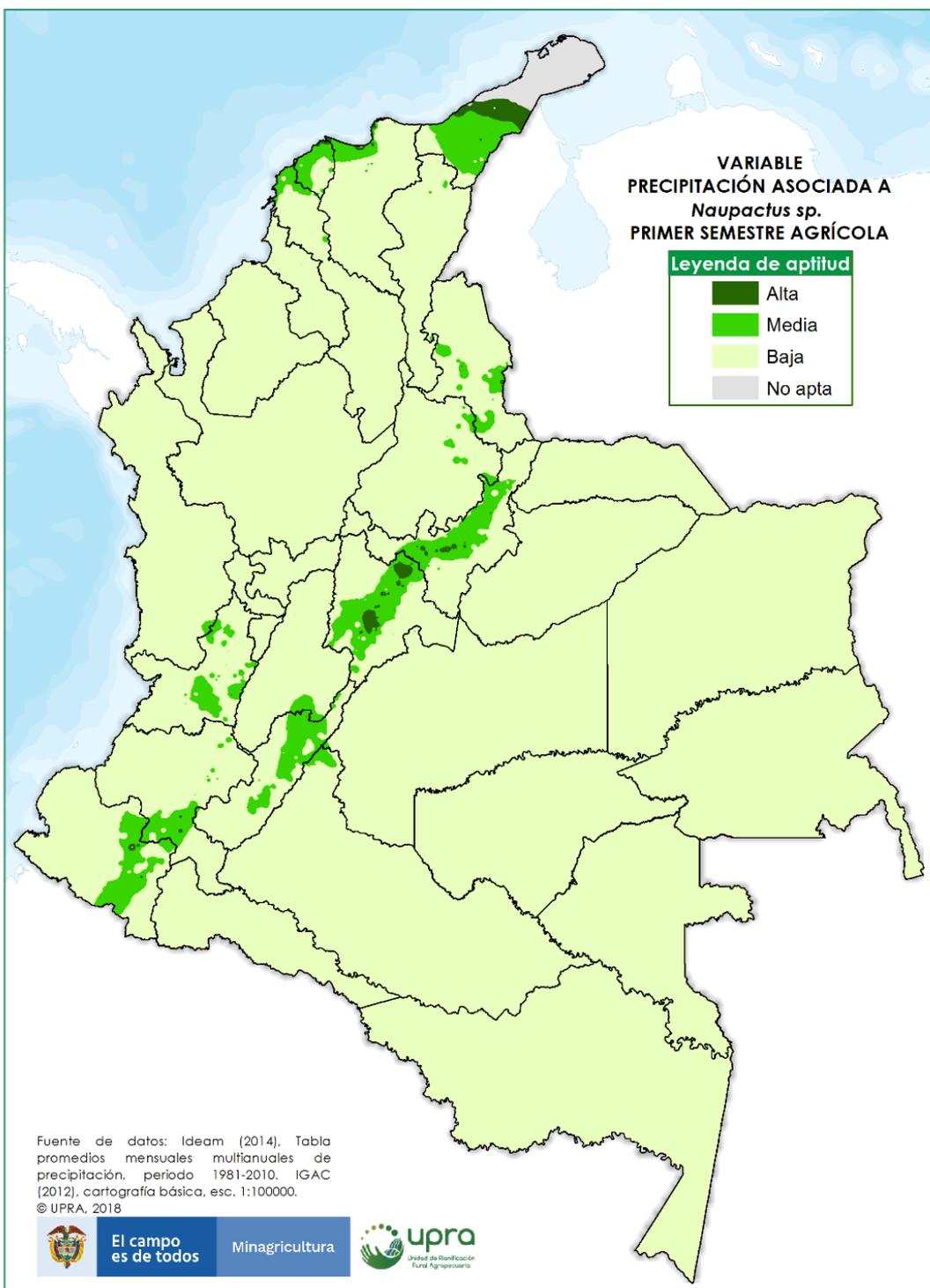
1.9.6. Variable precipitación asociada a *Naupactus* sp.

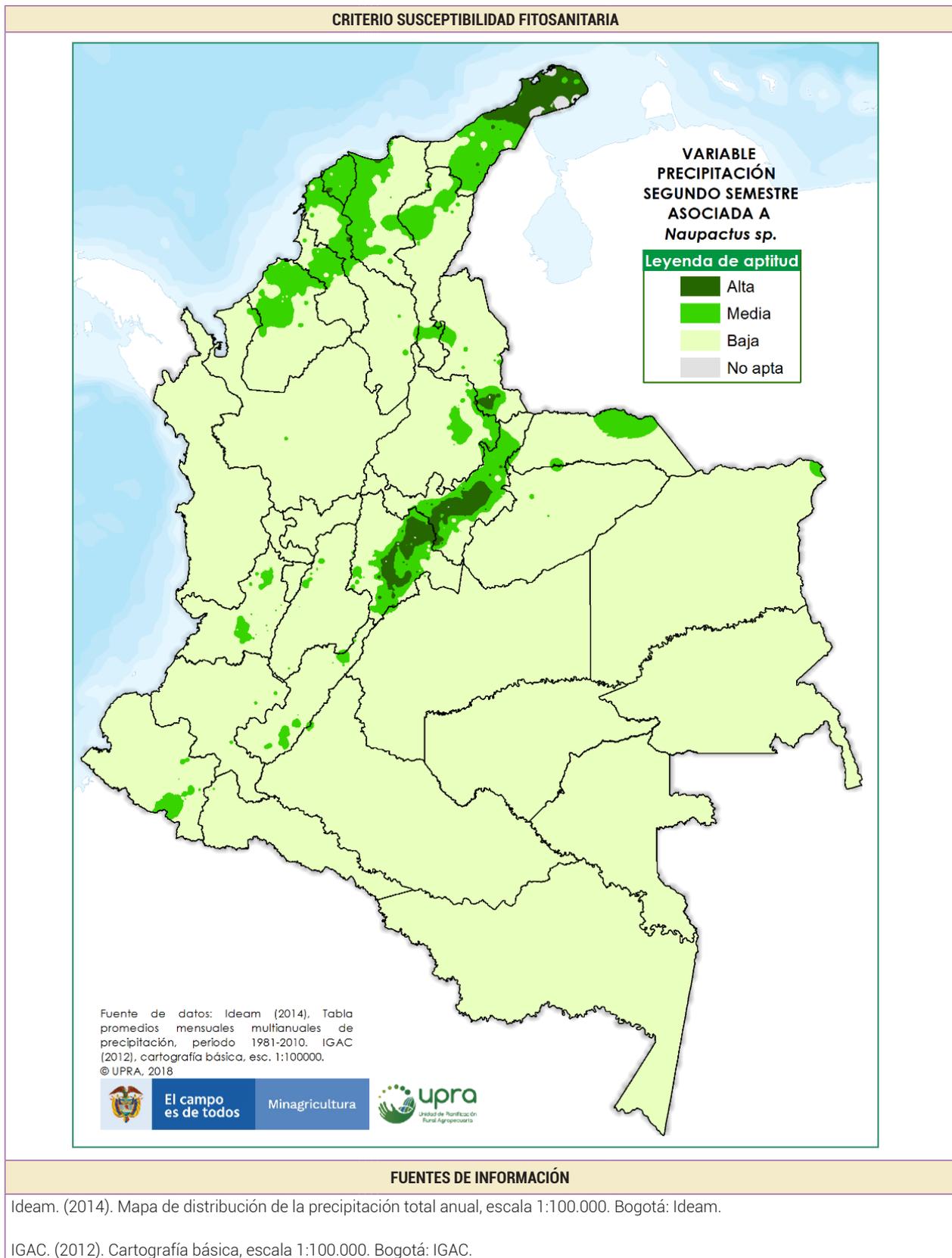
FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE									
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL								
COMPONENTE: FÍSICO SUBCOMPONENTE: FITOSANITARIO									
CRITERIO ASOCIADO: SUSCEPTIBILIDAD FITOSANITARIA									
VARIABLE: precipitación asociada a <i>Naupactus</i> sp.	UNIDAD DE MEDIDA: mm/semestre								
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica								
	Análisis jerárquico								
	Exclusión legal								
	Condicionante								
DEFINICIÓN									
Efecto de la lluvia sobre la aparición, dispersión y ataque del troteador en el cultivo tecnificado de la variedad Diacol Capiro.									
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO									
La lluvia es una condición climática que puede afectar la presencia y el ataque de insectos plaga tales como los barrenadores de tubérculo, que atacan el cultivo tecnificado de papa de la variedad Diacol Capiro.									
Para la zonificación, la distribución espacial permite establecer zonas con diferente nivel de aptitud para el cultivo, así: alta (A1), media (A2) y baja (A3) de acuerdo con el comportamiento del troteador en condiciones de campo.									
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO									
Para el troteador, los rangos de precipitación semestral coinciden con los de polilla guatemalteca de la papa: zonas con lluvias superiores de 600 mm de lluvia/semestre presentan una alta aptitud (A1) para el cultivo, dado el efecto negativo sobre la plaga; zonas con precipitación promedio mensual entre 400 mm de lluvia/semestre y 600 mm de lluvia/semestre corresponden a zonas que presentan condiciones que pueden favorecer moderadamente el cultivo, y zonas con valores de lluvias por debajo de 400 mm/ semestre presentan baja aptitud (A3) para el cultivo de la variedad Diacol Capiro de uso industrial, dadas las condiciones favorables para la aparición y desarrollo de este barrenador de tubérculo.									
Los valores de precipitación semestral asociada al troteador, son los siguientes:									
<p style="text-align: center;">Precipitación total semestral asociada a <i>Naupactus</i> sp.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Precipitación (mm/semestre)</th> <th>Aptitud</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>> 600</td> <td>Alta (A1)</td> </tr> <tr> <td>400-600</td> <td>Media (A2)</td> </tr> <tr> <td>< 400</td> <td>Baja (A3)</td> </tr> </tbody> </table>		Precipitación (mm/semestre)	Aptitud	> 600	Alta (A1)	400-600	Media (A2)	< 400	Baja (A3)
Precipitación (mm/semestre)	Aptitud								
> 600	Alta (A1)								
400-600	Media (A2)								
< 400	Baja (A3)								
No hay rangos de exclusión (N1) para la variable debido a que, en los niveles de aptitud establecidos, es posible la implementación de diferentes estrategias de manejo de la plaga.									
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE									
Disponer de una base de datos actualizada de la información de lluvias de todo el territorio nacional, generada por la red de estaciones meteorológicas, ya que la que se tiene solo está hasta 2010.									
En consecuencia, el análisis espacial a nivel anual, no refleja la condición de precipitación que se ha presentado en los últimos años en el país.									
Igualmente, se evidencia que para la descripción detallada de esta variable se debería contar con un número mayor de estaciones meteorológicas que complementen la información.									
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN									
1. Serie histórica de la información. Se utiliza la información correspondiente al mapa de precipitación total generado por el Ideam en 2010.									
2. Tratamiento de la información. En razón a la duración del ciclo vegetativo de la papa de la variedad de uso industrial, se dividieron dos semestres agrícolas: El primero, que comprende de marzo a agosto y, el segundo comprende de septiembre a febrero.									
El establecimiento de los rangos para la variable, parte del concepto del equipo de profesionales de la UPRA, representantes de industrias y Fedepapa, con base en reportes bibliográficos, actividad que fue soportada por el grupo TIC de la UPRA.									

Unidad de análisis

Territorio nacional, dividido en sus diferentes zonas de precipitación

CRITERIO SUSCEPTIBILIDAD FITOSANITARIA





2. Fichas metodológicas del componente socioecosistémico

2.1. Criterio Apropriación de Agua

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO	
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL
COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO	
CRITERIO ASOCIADO: APROPIACIÓN DE AGUA	
TIPO DE CRITERIO	Exclusión técnica
	Análisis jerárquico
	Exclusión legal
	Condicionante
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO	
El criterio está construido a partir del uso consuntivo del cultivo de papa y del índice de uso del cultivo.	
DEFINICIÓN	
<p>Representa la cantidad de agua que es retenida del flujo de la cuenca, para satisfacer la demanda de la especie, tanto para su crecimiento y como materia prima para el sustento del cultivo y la producción del tubérculo de papa. De esta agua captada por el cultivo, una parte queda contenida en la biomasa de la especie, otra parte retorna a la cuenca (excesos o menores rendimientos de aprovechamiento del riego), y otra parte se pierde en el balance hídrico de la cuenca, bien porque queda contenida en el producto que se exporta de la misma para su aprovechamiento (tubérculo) o por vía evapotranspiración desde el cultivo.</p> <p>Este requerimiento de agua es suplido en la unidad geográfica de análisis³, dependiendo de su oferta hídrica, en primer lugar, a partir del agua contenida naturalmente en el suelo y los aportes de la lluvia, luego desde el agua de drenaje superficial, e incluso desde el aporte desde fuentes subterráneas, y en casos excepcionales a partir de transvases desde cuencas circundantes. Así, entre mayor sea la demanda de la especie, mayor será la cantidad de elementos involucrados para el suministro, y mayor será la competencia frente a las demás coberturas y los usos establecidos en la unidad de análisis.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>Así, ante la prospectiva de una demanda adicional en la unidad de análisis (el cultivo de papa 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, o bien por riesgo en el abastecimiento para el cultivo.</p> <p>De acuerdo con WWF (2012), la apropiación de agua para el cultivo de papa es mayor que la de otros cultivos de importancia en el país, en la que se destaca el alto consumo del agua contenida en el suelo y la lluvia (huella hídrica verde) y de agua para riego (huella hídrica azul), tal como se muestra a continuación</p>	

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 (SZH) del Estudio nacional del agua (Ideam, 2010).

Aptitud por apropiación de agua para el cultivo

El último paso consistió en establecer la aptitud por apropiación de agua para el cultivo, para lo cual se utilizó un árbol de decisión para relacionar 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 de papa

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

A partir de esta información, es posible identificar que, de acuerdo con la variable de apropiación de agua para el cultivo, se tienen las siguientes estadísticas de distribución de áreas de acuerdo con su nivel de aptitud para el cultivo de papa:

Estadísticas de aptitud para el establecimiento de papa por la variable de apropiación de agua para el cultivo

Área (ha)	Porcentaje (%)	Aptitud
50.391.329,5	44,2	Alta (A1)
44.460.432,5	39,0	Media (A2)
19.092.722,8	16,8	Baja (A3)
113.944.484,9	100,0	Total

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Se establece un valor que corresponde a la relación entre la capacidad hídrica de la subzona hidrográfica y el requerimiento del cultivo.

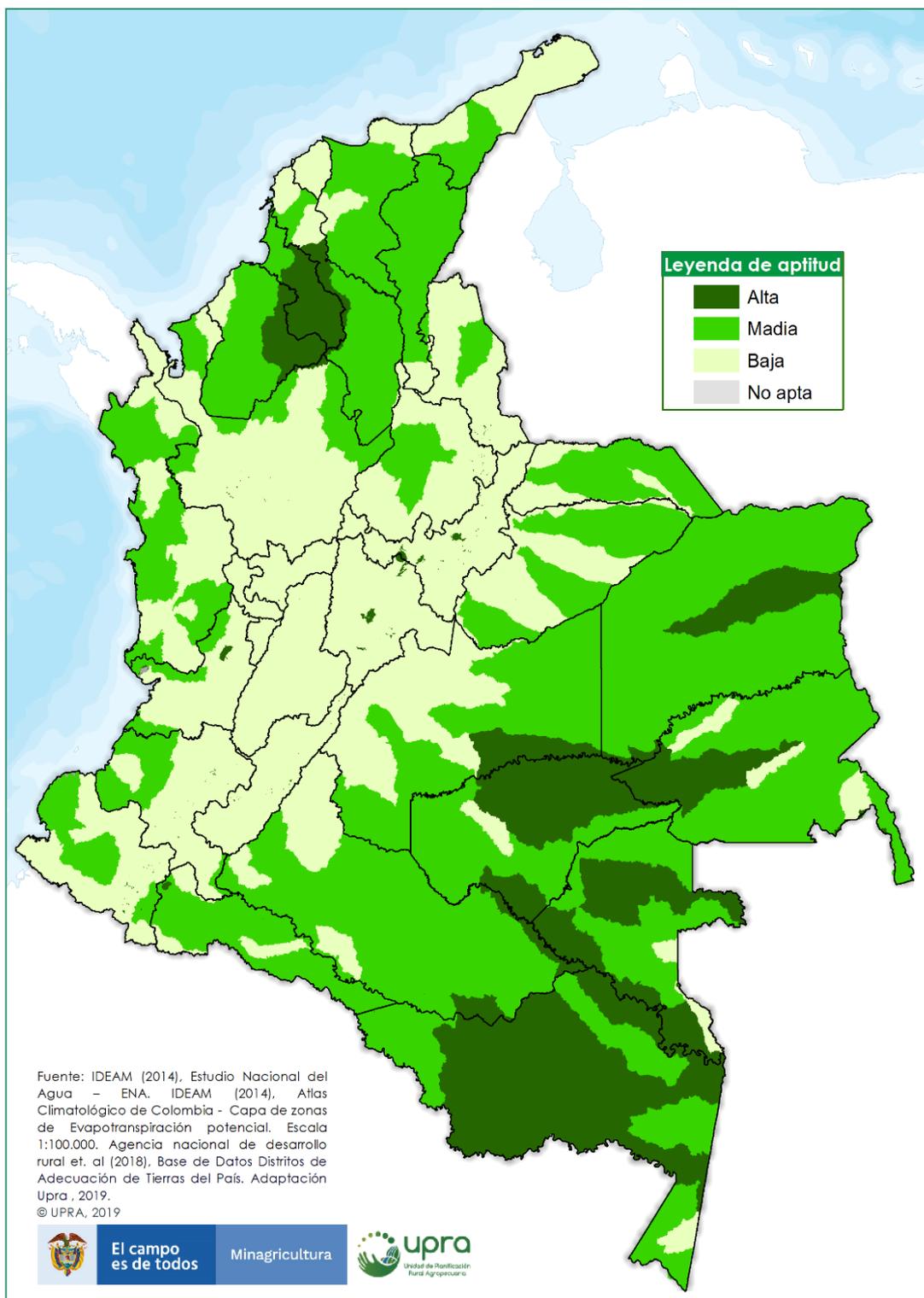
La aptitud varía entre un máximo de aptitud alta (A1) en aquellos lugares de ETR x SZH en donde exista agua disponible como para satisfacer la nueva demanda impuesta por el cultivo sin poner en riesgo los usos preexistentes o al mismo cultivo. El valor mínimo de aptitud baja (A3) establecido en aquellos lugares en situación de mayor déficit hídrico en las cuales el establecimiento del cultivo (máxime si es de consumo considerable como la papa de uso industrial) puede generar un riesgo por desabastecimiento tanto para el cultivo, como para los demás usos establecidos en la subzona hidrográfica.

La obtención de los rangos de variación procede del procesamiento entre los rangos de sus mapas constitutivos: uso consuntivo (ETR) e índice de uso de agua por el cultivo (IUA₂).

Rango de variación de la aptitud por apropiación de agua para el cultivo de papa

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	Alta (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	Media (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	Baja (A3)

CRITERIO APROPIACIÓN DE AGUA

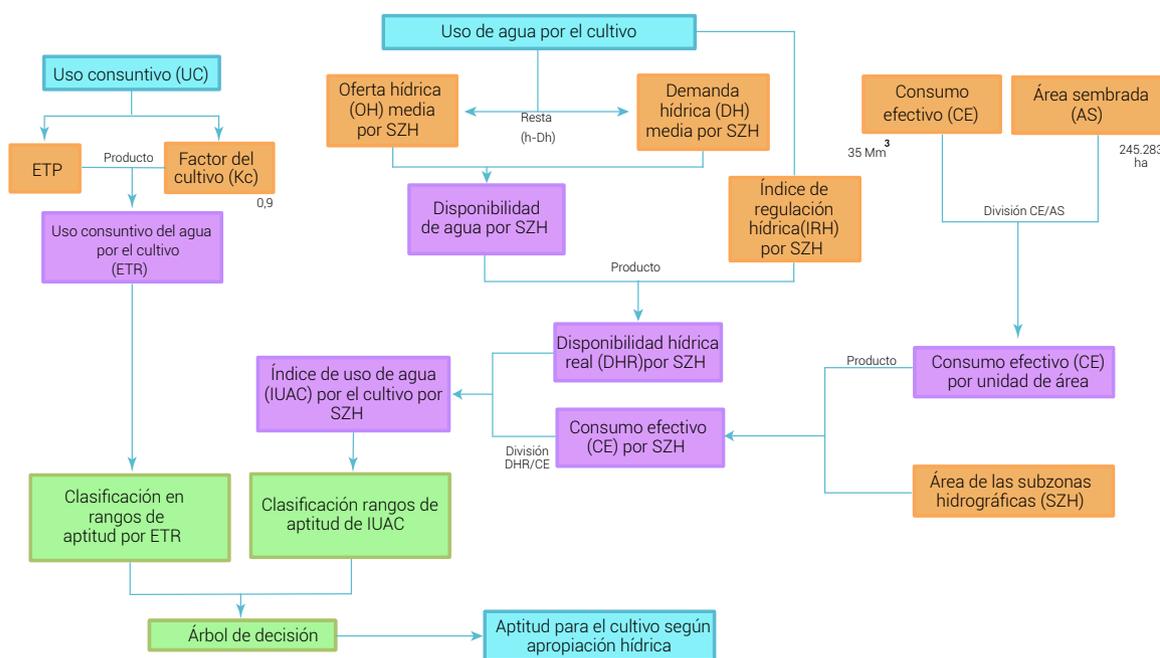


FUENTES DE INFORMACIÓN	
González, M.; Saldarriaga G.; Jaramillo, O. (2010). Estimación de la demanda de agua: Conceptualización y dimensionamiento de la demanda hídrica sectorial. En: Estudio nacional del agua. Cap. 5. Bogotá: Ideam.	
Ideam. (2010). <i>Estudio nacional del agua</i> . Bogotá: Ideam.	
... (2010). <i>Estudio nacional del agua: capa de subzonas hidrográficas, escala 1:100.000</i> . Bogotá: Ideam.	
... (2012). <i>Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2005-2009, escala 1:100.000</i> .	
... (2014). <i>Atlas climático de Colombia. Capa de zonas de evapotranspiración potencial, escala 1:100.000</i> . Bogotá: Ideam.	
... (2015). <i>Evaluación multisectorial de la huella hídrica en Colombia. Resultados por subzonas hidrográficas en el marco del estudio nacional del agua 2014</i> . Bogotá: Ideam.	
IGAC. (2012). <i>Cartografía básica, escala 1:1000.000</i> . Bogotá: Ideam.	
WWF. (2012). <i>Una mirada a la agricultura de Colombia desde su huella hídrica</i> . Reporte Colombia 2012. Recuperado de: http://awsassets.panda.org/downloads/anexo_1_v2.pdf .	

2.1.1. Variable apropiación de agua

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE	
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL
COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO	
CRITERIO ASOCIADO: Apropiación de agua	
VARIABLE: apropiación de agua	UNIDAD DE MEDIDA: Mm ³
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	E
	Análisis jerárquico
	Exclusión legal
	Condicionante
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 y como materia prima para el sustento del cultivo y la producción del tubérculo de papa. De esta agua captada por el cultivo, una parte queda contenida en la biomasa de la especie, otra parte retorna a la cuenca (excesos o menores rendimientos de aprovechamiento del riego), y otra parte se pierde en el balance hídrico de la cuenca, bien porque queda contenida en el producto que se exporta de la misma para su aprovechamiento (tubérculo) o por vía evapotranspiración desde el cultivo.	
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE	
Permite estimar la sostenibilidad hídrica de la unidad geográfica de análisis (polígonos de ETR x SZH) en el escenario de establecimiento del cultivo de papa. 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 a establecer entra en competencia con los ecosistemas, agrosistemas y demás usos existentes a su interior.	
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO	
Esta variable no genera exclusión (N1).	
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE	
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 superficie, lo cual depende de la confiabilidad de los datos de censos.	
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	
Para el procesamiento de la variable de apropiación de agua para el cultivo, se siguió la siguiente metodología:	

Metodología para el cálculo de la apropiación de agua para el cultivo de papa de uso industrial



a. Uso consuntivo

Para el cálculo del uso consuntivo se parte de la información de evapotranspiración potencial (ETP), generada a partir de datos climáticos como la temperatura y el Índice Calórico (I), de acuerdo con el Método de Thornthwaite adoptado por el grupo físico del proyecto de zonificación.

De acuerdo con esto: $ETP = 0,53 \left(\frac{10T}{I}\right)^\alpha$

Donde:

TP = evapotranspiración potencial media diaria sin ajustar, medida en mm;

T = temperatura media (°C),

I = índice calórico anual.

$$I = 12 \left(\frac{T_{\text{anual}}}{5}\right) \times 1,514$$

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

Posteriormente, se calculó la evapotranspiración real del cultivo (ETR), que representa el uso de agua para los procesos fisiológicos 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 corrige por el factor de consumo de agua del cultivo (Kc), de la siguiente forma:

$$ETR = K_c \times ETP$$

Para este cálculo, se emplean los factores de consumo de agua – Kc del cultivo reportados en el «*Estudio nacional del agua*» (González et al., 2010)

Factor de consumo de agua del cultivo (Kc).

Cultivo	Kc	Fuente
Papa	0,9	CTA et al., 2015
Palma africana	1,075	González et al., 2010
Cacao	1,038	González et al., 2010
Caucho	1,0	CTA et al., 2015.

El dato generado requirió una conversión por un factor multiplicador de 10, que representa el cambio de unidades de mm de precipitación (de la información climática), a m³ de agua/ha (para hacerlo compatible con la información de oferta de las subzonas hidrográficas). Así, para el cultivo de papa se tiene que:

$$ETR = ETP \times (0,9) \times 10$$

Al final, de acuerdo con la amplitud de rango de los datos, se establece 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 papa

Descripción	Rango ETR (Mm3/ha/año)	Aptitud
Uso consuntivo menor	> 1,540	Alta (A1)
Uso consuntivo moderado	10,42-1,540	Media (A2)
Uso consuntivo alto	< 10,42	Baja (A3)
Uso consuntivo muy alto		

b Índice de uso de agua por el cultivo (IUAc) en subzonas hidrográficas:

Para este componente del cálculo, se partió de la información sobre oferta y demanda hídrica de la capa de subzonas hidrográficas del «*Estudio nacional del agua*» (Ideam, 2010). El procesamiento parte de identificar la disponibilidad hídrica (DH) actual de cada subzona hidrográfica, calculada como el valor de la diferencia entre la oferta hídrica media anual y la demanda hídrica media anual.

Este valor representa la disponibilidad neta de agua, que debe analizarse a la luz de la capacidad de retención de agua en cada unidad geográfica de análisis y su distribución a lo largo del tiempo. Para esto, se hace uso del Índice de retención y regulación hídrica (IRH)⁴ del estudio nacional del agua, con el cual se determina la disponibilidad hídrica real (DHR) actual de la SZH.

$$DHR = DH \times IRH$$

A continuación, a partir de la información sobre consumo efectivo (CE) del cultivo y el área sembrada (AS) tomados de González et al. (2010), así como del tamaño de cada subzona hidrográfica tomada del «*Estudio nacional del agua*» (Ideam, 2010), se establece el consumo efectivo del cultivo en cada subzona hidrográfica.

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

En la que:

$$\text{Consumo efectivo}_{\text{SHZ}} = \text{CE}_{\text{ha}} \times \text{área}_{\text{SHZ}}$$

$$\text{CE}_{\text{ha}} = \frac{\text{CE}}{\text{AS}}$$

$$\text{CE}_{\text{PAPA}} = \frac{35 \text{Mm}^3}{245,283 \text{ ha}} \quad (\text{González } et \text{ al.}, 2012)$$

$$\text{CE}_{\text{PAPA}} = 0,00014269 \text{ Mm}^3/\text{ha} = 142,69 \text{ m}^3/\text{ha}$$

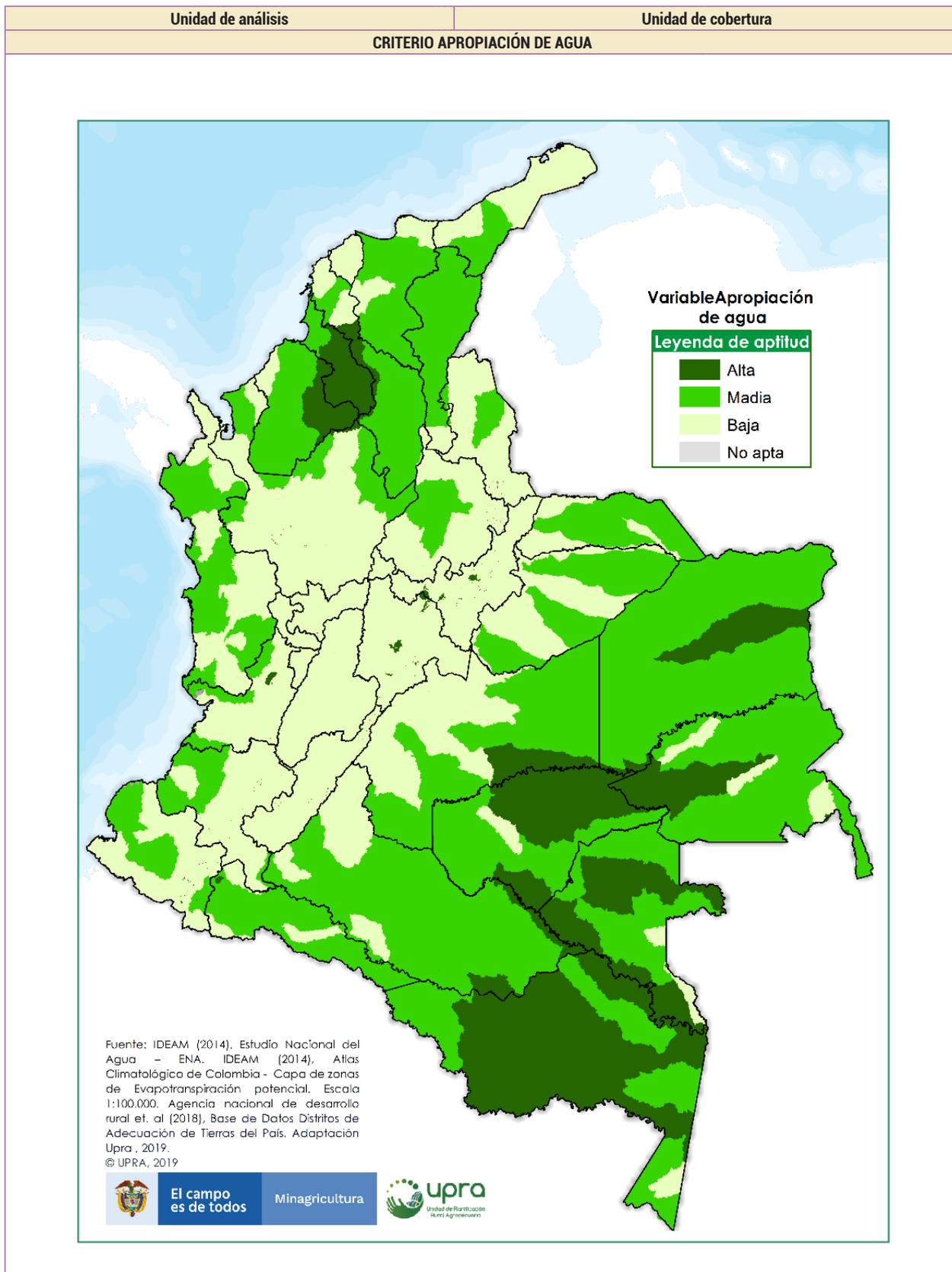
De esta forma, se estableció una relación entre el consumo efectivo del cultivo de papa y la disponibilidad real de agua en cada subzona hidrográfica, lo que determinó un índice de uso de agua por el cultivo (IUA_{papa}), el cual muestra la presión que ejerce el cultivo por desarrollar, sobre el agua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

$$\text{IUA}_{\text{PAPA}} = \frac{\text{DHR}_{\text{SZH}}}{\text{CE}_{\text{PAPA}}}$$

La siguiente tabla muestra la aptitud por el índice de la subzona hidrográfica:

Aptitud por índice de uso de agua (IUA) del cultivo de papa

Descripción	IUA _{Papa}	Aptitud
La subzona hidrográfica se encuentra en superávit hídrico mayor. La disponibilidad hídrica real (DHR) es muy superior en comparación con el consumo efectivo de la papa	> 1563,86	Alta (A1)
La subzona hidrográfica se encuentra en superávit hídrico moderado. La disponibilidad hídrica real (DHR) es moderadamente superior en comparación con el consumo efectivo de la papa	1563,86-98,75	Media (A2)
La subzona hidrográfica se encuentra en déficit hídrico, o la disponibilidad hídrica real (DHR) es menor o ligeramente superior en comparación con el consumo efectivo de la papa	< 98,75	Baja (A3)



FUENTES DE INFORMACIÓN

González, M.; Saldarriaga G.; Jaramillo, O. (2010). Estimación de la demanda de agua: Conceptualización y dimensionamiento de la demanda hídrica sectorial. En: Estudio nacional del agua. Cap. 5. Bogotá: Ideam.

Ideam. (2010). *Estudio nacional del agua*. Bogotá: Ideam.

... (2010). *Estudio nacional del agua: capa de subzonas hidrográficas, escala 1:100.000*. Bogotá: Ideam.

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

... (2014). *Atlas climático de Colombia. Capa de zonas de evapotranspiración potencial, escala 1:100.000*. Bogotá: Ideam.

... (2015). *Evaluación multisectorial de la huella hídrica en Colombia. Resultados por subzonas hidrográficas en el marco del estudio nacional del agua 2014*. Bogotá: Ideam.

IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:1000.000. Bogotá: Ideam.

2.2. Criterio Cambio de Cobertura

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO	
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL
COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO	
CRITERIO ASOCIADO: CAMBIO DE COBERTURA	
TIPO DE CRITERIO	Exclusión técnica
	Análisis jerárquico
	Exclusión legal
	Condicionante
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO	
Cobertura de la tierra, cuya unidad de medida es la categoría de favorabilidad del cambio de cobertura para el establecimiento del cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial.	
DEFINICIÓN	
Grado de favorabilidad del cambio de la cobertura para el establecimiento del TUT, determinado en el marco de la sostenibilidad del territorio, bajo tres principios:	
<ul style="list-style-type: none"> • Grado de antropización y transformación de las coberturas • Importancia ecológica y ambiental de cada tipo de cobertura, de acuerdo con sus diferentes características • Importancia de la cobertura frente a la producción alimentaria. 	
IMPORTANCIA DEL CRITERIO	
Permite determinar la favorabilidad para establecer un cultivo de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial, bajo una visión integral del territorio. De esta forma, es posible calificar la cobertura de acuerdo con su contexto ecológico y productivo, identificando las zonas donde el cambio propuesto genera menor impacto socioecosistémico.	
Cualquier cambio en la cobertura afecta la productividad primaria, la diversidad biótica, la sedimentación, los flujos de materia y energía en los ecosistemas, incluyendo las emisiones de gases de efecto de invernadero y el ciclo hidrológico (Di Gregorio, 2005 y Lambin, 2006).	
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO	
Los limitantes identificados están relacionados con la información básica a través de la cual se construyó esta variable. En primer lugar, debe hacerse referencia a la «Leyenda nacional de coberturas de la tierra, metodología Corine Land Cover, adaptada para Colombia», que aunque permite determinar la ocupación del suelo con información clave para el análisis espacial y territorial, CLC engloba las coberturas de forma muy general, con la consiguiente pérdida de información que ello supone para la gestión del territorio a escala regional (Aguilera et al., 2009).	

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

Las exclusiones técnicas del criterio cambio de cobertura fueron definidas bajo los siguientes parámetros:

a. Coberturas que no hacen parte de la frontera agrícola nacional: se toma como primer referente de exclusión, todas aquellas coberturas que no son parte de la frontera agrícola (Resolución Minagricultura 261 de 2018), las cuales se relacionan a continuación:

1.1.1. Tejido urbano continuo	3.1.1.1.1. Bosque denso alto de tierra firme	3.2.2.1. Arbustal denso
1.1.2. Tejido urbano discontinuo	3.1.1.1.2. Bosque denso alto inundable	3.2.2.2. Arbustal abierto
1.2.1. Zonas industriales o comerciales	3.1.1.1.2.1. Bosque denso alto Inundable heterogéneo	3.2.2.2.1. Arbustal abierto esclerófilo
1.2.1.1. Zonas industriales	3.1.1.1.2.2. Manglar denso alto	3.2.2.2.2. Arbustal abierto mesófilo
1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	3.1.1.1.2.3. Palmares	3.2.3. Vegetación secundaria o en transición
1.2.3. Zonas portuarias	3.1.1.2. Bosque denso bajo	3.2.3.1. Vegetación secundaria alta
1.2.4. Aeropuertos	3.1.1.2.1. Bosque denso bajo de tierra firme	3.2.3.2. Vegetación secundaria baja
1.2.4.1. Aeropuerto con infraestructura asociada	3.1.1.2.2. Bosque denso bajo inundable	3.3.1. Zonas arenosas naturales
1.2.5. Obras hidráulicas	3.1.2. Bosque abierto	3.3.1.1. Playas
1.3.1. Zonas de extracción minera	3.1.2.1.1. Bosque abierto alto de tierra firme	3.3.1.2. Arenales
1.3.1.2. Explotación de hidrocarburos	3.1.2.1.2. Bosque abierto alto inundable	3.3.1.3. Campos de dunas
1.3.1.3. Explotación de carbón	3.1.2.2.1. Bosque abierto bajo de tierra firme	3.3.2. Afloramientos rocosos
1.3.1.5. Explotación de materiales de construcción	3.1.2.2.2. Bosque abierto bajo inundable	3.3.5. Zonas glaciares y nivales
1.3.1.6. Explotación de sal	3.1.3. Bosque fragmentado	3.3.5.2 Zonas nivales
1.3.2. Zona de disposición de residuos	3.1.3.1. Bosque fragmentado con pastos y cultivos	4.1.1. Zonas pantanosas
1.4.1. Zonas verdes urbanas	3.1.3.2. Bosque fragmentado con vegetación secundaria	4.1.2. Turberas
1.4.1.1. Otras zonas verdes urbanas	3.1.4. Bosque de galería y ripario	4.1.3. Vegetación acuática sobre cuerpos de agua
1.4.1.2. Parques cementerio	3.2.1.1.1.2. Herbazal denso de tierra firme arbolado	4.2.1. Pantanos costeros
1.4.2. Instalaciones recreativas	3.2.1.1.1.3. Herbazal denso de tierra firme con arbustos	4.2.2. Salitral
1.4.2.2. Áreas deportivas	3.2.1.1.2.3. Arracachal	4.2.3. Sedimentos expuestos en bajamar
1.4.2.3. Áreas turísticas	3.2.1.2. Herbazal abierto	5.1.4.2. Lagunas de oxidación
3.1.1.1. Bosque denso alto	3.2.1.2.1. Herbazal abierto arenoso	5.2.2. Mares y océanos
	3.2.1.2.2. Herbazal abierto rocoso	5.2.2.2 Fondos coralinos someros

b. Coberturas incompatibles con el TUT: además de las coberturas que no son parte de la frontera agrícola, se incluyen otras coberturas y biomas-coberturas que, por sus características, son incompatibles con el desarrollo de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial, las cuales se enlistan a continuación:

Coberturas
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

Biomás-cobertura
3.2.1.1.1. Herbazal denso de tierra firme
Biomás
Halobioma del Caribe, Halobioma del Pacífico, Helobioma de la Guajira, Helobiomas Andinos, Helobiomas de la Amazonía y la Orinoquía, Helobiomas del Magdalena y Caribe, Litobiomas de la Amazonía y la Orinoquía, Orobioma Alto de Santa Marta, Orobioma de La Macarena, Orobioma de San Lucas, Orobioma medio de Santa Marta, Orobiomas altos de los Andes. Orobiomas azonales de Cúcuta, Orobiomas azonales del río Sogamoso, Orobiomas azonales del Valle del Patía, Orobiomas azonales del río Dagua y Orobiomas medios de los Andes.
3.2.1.1.1.1. Herbazal denso de tierra firme no arbolado
Biomás
Halobioma del Caribe, Halobioma del Pacífico, Helobioma de La Guajira, Helobiomas andinos, Helobiomas de la Amazonía y la Orinoquía, Helobiomas del Magdalena y Caribe, Litobiomas de la Amazonía y la Orinoquía, Orobioma Alto de Santa Marta, Orobioma de La Macarena, Orobioma de San Lucas, Orobioma medio de Santa Marta, Orobiomas altos de los Andes, Orobiomas azonales del río Sogamoso y Orobiomas azonales del Valle del Patía.

c. Bosques naturales 2010: la capa de bosques naturales al año 2010 se obtiene del mapa bosque/no bosque para Colombia, área continental (escala fina Landsat) del Ideam (2019). Esta capa permite precisar las áreas con coberturas en bosques naturales y descontar dichas áreas del mapa obtenido de áreas transformadas para actividades agropecuarias (UPRA, 2018), generando exclusión técnica (N1). Esta capa responde a los compromisos adquiridos en el Acuerdo de París por parte de Colombia y a la Estrategia integral de control a la deforestación y gestión de los bosques. El año 2010 corresponde al año del punto de referencia para el corte de la medición de los Gases Efectos Invernadero (GEI), a partir del cual, se proyectó la meta de reducción de emisiones GEI en Colombia para el año 2030. En este mismo año también se presentó un cambio en el comportamiento de la deforestación.

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

El criterio se construyó a partir de la reclasificación de la «*Leyenda nacional de coberturas de la tierra: metodología Corine Land Cover, adaptada para Colombia*». Mediante este ejercicio se reclasifican cada una de las unidades de cobertura de la tierra, asignando un grado de aptitud (alta, media, baja, no apta o sin información). Este procedimiento implica analizar las cualidades cada tipo de cobertura de acuerdo con su contexto ecológico y productivo, con el fin de determinar el grado de aptitud.

Para la construcción de este criterio, fue necesario un análisis mucho más amplio e integral de las coberturas, para ello se empleó la información referente a biomás desarrollada en el «Mapa nacional de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia» (Ideam *et al.*, 2012), a través de este análisis se calificó 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 donde se localiza cada unidad de cobertura. La siguiente tabla presenta los rangos de aptitud por cobertura:

Descripción de los tipos de aptitud para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial

Descripción	Aptitud
Zonas de alta favorabilidad para el establecimiento del cultivo de papa y dedicada a usos agrícolas o pecuarios, donde predominan las áreas de pastos.	Alta (A1)
Zonas de moderada favorabilidad para el establecimiento del cultivo de papa, dedicadas a usos agrícolas o pecuarios, donde predominan los pastos y los cultivos permanentes para la producción de alimento.	Media (A2)
Zonas con baja favorabilidad para el establecimiento del cultivo comercial de papa. Corresponde a coberturas de cultivos permanentes para la producción de materias primas industriales y fibras; también agrupa algunas unidades de coberturas naturales y seminaturales y coberturas de cultivos que se desarrollan en condiciones marginales para la papa, como son las zonas cálidas.	Baja (A3)
Zonas no favorables para el establecimiento del cultivo de papa. Son aquellas excluidas técnicamente, y están referidas principalmente a las coberturas naturales y seminaturales, las áreas húmedas, las superficies de aguas y los territorios artificializados. Se incluyen también las coberturas de bosques naturales identificados en el mapa de Bosque/no bosque 2010 del Ideam.	No apta (N1)

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 papa.

La categoría no apta (N1) identifica principalmente aquellas áreas que, por sus características naturales o porque tienen algún valor de identidad sociocultural reconocido que debe ser protegido, deben mantener su cobertura actual, por lo cual no pueden establecerse cultivos de papa.

En lo referente a las coberturas naturales y seminaturales, una vez interpretada la reclasificación coberturas-biomas, se estableció que los herbazales densos de tierra firme y las zonas quemadas en algunos casos puntuales no son totalmente excluyentes y pueden ser áreas marginalmente aptas (A3) para las actividades agrícolas comerciales.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Aptitud alta (A1) por cobertura

BIOMAS	COBERTURAS								
	Otros cultivos transitorios	Mosaico de pastos y cultivos	Mosaico de pastos con espacios naturales	Papa	Otros cultivos transitorios	Cebolla	Zanahoria	Tubérculos	Hortalizas
Halobioma del Caribe	A1	A1							
Halobiotomas del Pacífico	A1	A1							
Helobioma de La Guajira		A1	A1						
Helobiotomas andinos		A1		A1					
Helobiotomas de la Amazonia y Orinoquia	A1	A1							
Helobiotomas del Magdalena y Caribe	A1	A1							
Helobiotomas del Pacífico y Atrato	A1	A1							
Helobiotomas del río Zulia		A1							
Helobiotomas del Valle del Cauca	A1	A1							
Litobiotomas de la Amazonia y Orinoquia		A1							
Orobiotoma bajo de Santa Marta y Macuira		A1							
Orobiotoma de La Macarena		A1	A1						
Orobiotoma del Baudó y Darién		A1							

BIOMAS	COBERTURAS								
	Otros cultivos transitorios	Mosaico de pastos y cultivos	Mosaico de pastos con espacios naturales	Papa	Otros cultivos transitorios	Cebolla	Zanahoria	Tubérculos	Hortalizas
Orobioma de San Lucas		A1							
Orobiomas altos de los Andes	A1	A1		A1		A1	A1	A1	
Orobiomas azonales de Cúcuta		A1							
Orobiomas azonales del río Sogamoso		A1	A1						
Orobiomas azonales del Valle del Patía	A1	A1							
Orobiomas bajos de los Andes	A1	A1							
Orobiomas medios de los Andes	A1	A1		A1					A1
Peinobiomas de la Amazonia y Orinoquia	A1	A1							
Zonobioma alternohigrico y/o subxerofítico tropical del alto Magdalena	A1	A1							
Zonobioma alternohigrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca	A1	A1							
Zonobioma del desierto tropical de La Guajira y Santa Marta		A1							
Zonobioma húmedo tropical de la Amazonia y Orinoquia		A1							
Zonobioma húmedo tropical del Catatumbo	A1	A1							
Zonobioma húmedo tropical del Magdalena y Caribe	A1	A1							
Zonobioma húmedo tropical del Pacífico y Atrato		A1							
Zonobioma seco tropical del Caribe	A1	A1							

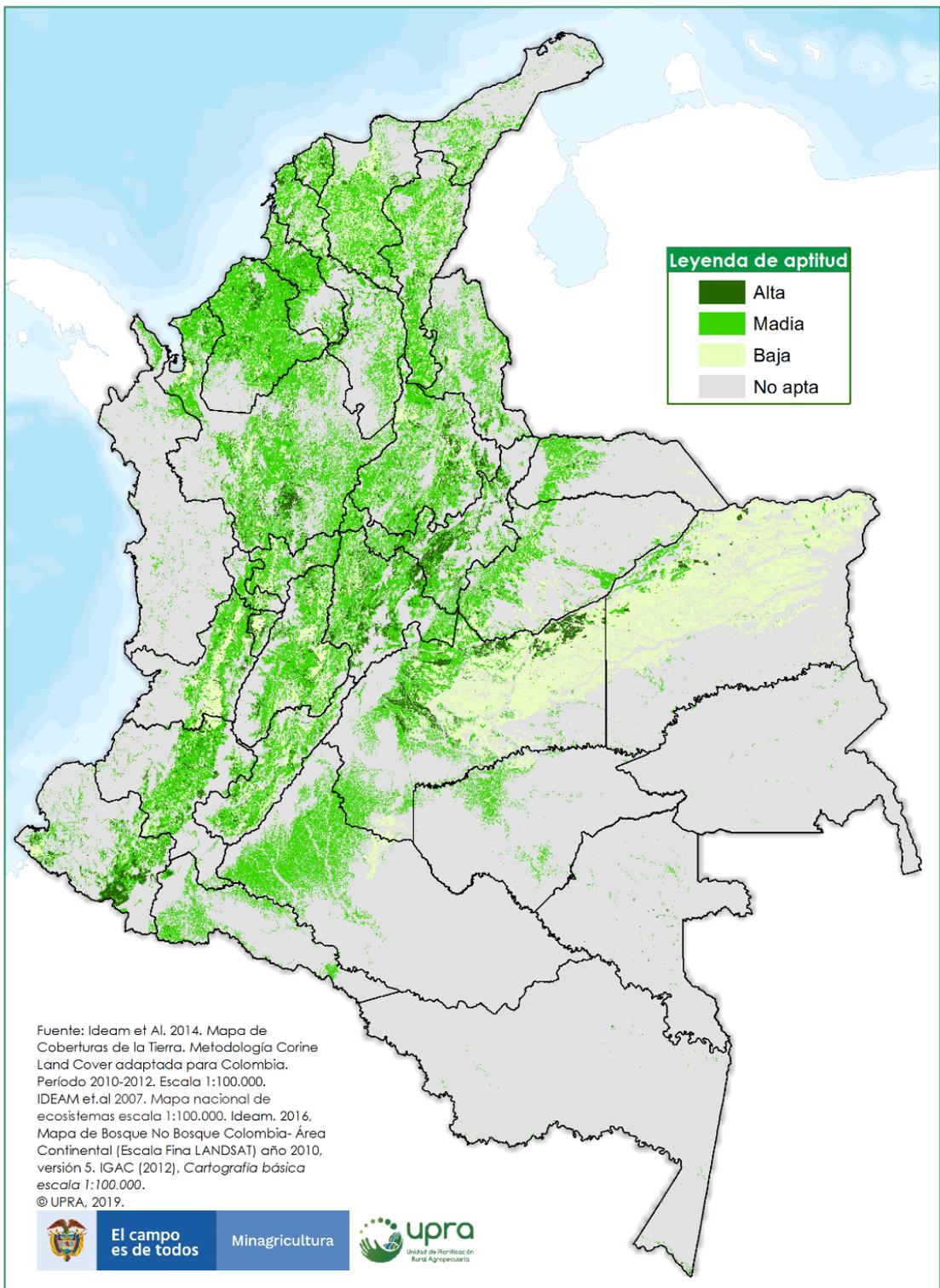
Aptitud media (A2) por cobertura						
BIOMAS	COBERTURAS					
	Pastos limpios	Mosaico de cultivos	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	Mosaico de pastos y espacios naturales	Mosaico de cultivos con espacios naturales	Cultivos confinados
Halobioma del Caribe	A2	A2	A2	A2	A2	
Halobiomas del Pacífico	A2	A2	A2	A2	A2	
Helobioma de La Guajira	A2	A2	A2	A2	A2	
Helobiomas andinos	A2	A2		A2		A2
Helobiomas de la Amazonia y Orinoquia	A2	A2	A2	A2	A2	
Helobiomas del Magdalena y Caribe	A2	A2	A2	A2	A2	
Helobiomas del Pacífico y Atrato	A2	A2	A2	A2	A2	
Helobiomas del río Zulia	A2	A2	A2	A2	A2	
Helobiomas del Valle del Cauca	A2	A2	A2	A2	A2	
Litobiomas de la Amazonia y Orinoquia	A2	A2	A2		A2	
Orobioma alto de Santa Marta y Macuira	A2		A2	A2		
Orobioma bajo de Santa Marta y Macuira	A2	A2	A2	A2	A2	
Orobioma de La Macarena	A2		A2	A2		
Orobioma de San Lucas	A2	A2	A2	A2	A2	
Orobioma del Baudó y Darién	A2	A2	A2	A2	A2	
Orobioma medio de Santa Marta	A2		A2	A2	A2	
Orobiomas altos de los Andes	A2	A2	A2	A2	A2	
Orobiomas azonales de Cúcuta	A2	A2	A2	A2	A2	
Orobiomas azonales del río Sogamoso	A2		A2	A2		
Orobiomas azonales del Valle del Patía	A2	A2	A2	A2	A2	
Orobiomas azonales río Dagua	A2	A2	A2	A2		
Orobiomas bajos de los Andes	A2	A2	A2	A2	A2	
Orobiomas medios de los Andes	A2	A2	A2	A2	A2	A2
Peinobiomas de la Amazonia y Orinoquia	A2	A2	A2	A2	A2	
Zonobioma alternohigrico y/o subxerofítico tropical del alto Magdalena	A2	A2	A2	A2	A2	
Zonobioma alternohigrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca	A2	A2	A2	A2	A2	
Zonobioma del desierto tropical de La Guajira y Santa Marta	A2	A2	A2	A2	A2	

BIOMAS	COBERTURAS														
	Pastos limpios	Mosaico de cultivos	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	Mosaico de pastos y espacios naturales	Mosaico de cultivos con espacios naturales	Cultivos confinados									
Zonobioma húmedo tropical de la Amazonia y Orinoquia	A2	A2	A2	A2	A2										
Zonobioma húmedo tropical del Catatumbo	A2	A2	A2	A2	A2										
Zonobioma húmedo tropical del Magdalena y Caribe	A2	A2	A2	A2	A2										
Zonobioma húmedo tropical del Pacífico y Atrato	A2	A2	A2	A2	A2										
Zonobioma seco tropical del Caribe	A2	A2	A2	A2	A2	A2									
Aptitud baja (A3) por cobertura															
BIOMAS	COBERTURAS														
	Arroz	Otros cultivos permanentes herbáceos	Plátano y banano	Otros cultivos permanentes arbóreos	Palma de aceite	Pastos arbolados	Pastos enmalezados	Plantación forestal	Herbazal denso de tierra firme	Herbazal denso de tierra firme no arbolado	Zonas quemadas	Algodón	Otros cultivos permanentes arbustivos	Caña de azúcar	Caña panelera
Halobioma del Caribe	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3							
Halobiosomas del Pacífico				A3	A3		A3								
Helobiosomas andinos							A3	A3							
Helobiosomas de la Amazonia y Orinoquia	A3				A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3				
Helobiosomas del Magdalena y Caribe	A3		A3	A3	A3	A3	A3	A3			A3	A3	A3		
Helobiosomas del Pacífico y Atrato			A3		A3	A3	A3		A3		A3				
Helobiosomas del río Zulia	A3				A3	A3	A3								
Helobiosomas del Valle del Cauca		A3		A3		A3	A3	A3	A3					A3	A3

BIOMAS	COBERTURAS														
	Arroz	Otros cultivos permanentes herbáceos	Plátano y banano	Otros cultivos permanentes arbóreos	Palma de aceite	Pastos arbolados	Pastos enmalezados	Plantación forestal	Herbazal denso de tierra firme	Herbazal denso de tierra firme no arbolado	Zonas quemadas	Algodón	Otros cultivos permanentes arbustivos	Caña de azúcar	Caña panelera
Litobiomas de la Amazonia y Orinoquia						A3									
Orobioma alto de Santa Marta y Macuira	A3	A3	A3		A3	A3	A3	A3	A3		A3				
Orobioma de La Macarena							A3								
Orobioma de San Lucas						A3	A3				A3		A3		
Orobioma del Baudó y Darién						A3	A3				A3				
Orobioma medio de Santa Marta							A3				A3				
Orobiomas altos de los Andes				A3		A3	A3	A3							
Orobiomas azonales de Cúcuta	A3	A3				A3	A3								
Orobiomas azonales del río Sogamoso						A3	A3								
Orobiomas azonales del Valle del Patía						A3	A3				A3				
Orobiomas azonales río Dagua						A3									
Orobiomas bajos de los Andes	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3		A3	A3	A3
Orobiomas medios de los Andes				A3		A3	A3	A3	A3			A3	A3	A3	A3
Peinobiomas de la Amazonia y Orinoquia		A3		A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3				
Zonobioma alternohigróico y/o subxerofítico tropical del alto Magdalena	A3	A3		A3		A3	A3		A3	A3					
Zonobioma alternohigróico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca	A3	A3	A3	A3		A3	A3	A3	A3					A3	A3

BIOMAS	COBERTURAS														
	Arroz	Otros cultivos permanentes herbáceos	Plátano y banano	Otros cultivos permanentes arbóreos	Palma de aceite	Pastos arbolados	Pastos enmalezados	Plantación forestal	Herbazal denso de tierra firme	Herbazal denso de tierra firme no arbolado	Zonas quemadas	Algodón	Otros cultivos permanentes arbustivos	Caña de azúcar	Caña panelera
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		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	A3	A3		A3		
Zonobioma húmedo tropical del Pacífico y Atrato			A3	A3		A3	A3	A3	A3						
Zonobioma seco tropical del Caribe	A3	A3	A3	A3		A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3		

CRITERIO CAMBIO DE COBERTURA



FUENTES DE INFORMACIÓN

Aguilera, I.; Monteagudo, S.; Castaños, J.; González-Jiménez, A., y Escudero, R. (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.

_. (2019). *Mapa de cambio de bosque No bosque Colombia—Área continental (Escala Fina LANDSAT) año 2010*. Versión 5. Bogotá: Ideam.

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.

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>>

Unidad de Planificación Rural Agropecuaria. (UPRA). (2018). *Metodología para la identificación general de la frontera agrícola en Colombia*. Bogotá: UPRA.

2.2.1. Variable cobertura de la tierra

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE	
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL
COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO	
CRITERIO ASOCIADO: COBERTURA DE LA TIERRA	
VARIABLE: cobertura de la tierra	UNIDAD DE MEDIDA: categorías
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica
	Análisis jerárquico
	Exclusión legal
	Condicionante
DEFINICIÓN	
Cobertura de la tierra, cuya unidad de medida es la categoría de favorabilidad del cambio de cobertura para el establecimiento del cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial.	
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE	
Grado de favorabilidad del cambio de la cobertura para el establecimiento del TUT, determinado en el marco de la sostenibilidad del territorio, bajo tres principios:	
<ul style="list-style-type: none"> • Grado de antropización y transformación de las coberturas • Importancia ecológica y ambiental de cada tipo de cobertura, de acuerdo con sus diferentes características • Importancia de la cobertura frente a la producción alimentaria. 	
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO	
N1: Corresponde a coberturas no favorables para el establecimiento de granjas porcícolas 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.	
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE	
Los limitantes identificados están relacionados con la información básica a través de la cual se construyó esta variable, la <i>“Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia”</i> , 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, y otros, 2009).	
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	
La variable se construyó a partir de la reclasificación de la <i>«Leyenda nacional de coberturas de la tierra: metodología Corine Land Cover, adaptada para Colombia»</i> . Mediante este ejercicio se reclasifican cada una de las unidades de cobertura de la tierra, asignando un grado de aptitud (alta, media, baja, no apta o sin información). Este procedimiento implica analizar las cualidades cada tipo de cobertura de acuerdo con su contexto ecológico y productivo, con el fin de determinar el grado de aptitud.	
Para la construcción de esta variable, fue necesario un análisis mucho más amplio e integral de las coberturas, para ello se empleó la información referente a biomas desarrollada en el <i>«Mapa nacional de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia»</i> (Ideam <i>et al.</i> , 2012), a través de este análisis se calificó 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 donde se localiza cada unidad de cobertura. La siguiente tabla presenta los rangos de aptitud por cobertura:	

Descripción de los tipos de aptitud para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial

Descripción	Aptitud
Zonas de alta favorabilidad para el establecimiento del cultivo de papa y dedicada a usos agrícolas o pecuarios, donde predominan las áreas de pastos.	Alta (A1)
Zonas de moderada favorabilidad para el establecimiento del cultivo de papa, dedicadas a usos agrícolas o pecuarios, donde predominan los pastos y los cultivos permanentes para la producción de alimento.	Media (A2)
Zonas con baja favorabilidad para el establecimiento del cultivo comercial de papa. Corresponde a coberturas de cultivos permanentes para la producción de materias primas industriales y fibras; también agrupa algunas unidades de coberturas naturales y seminaturales y coberturas de cultivos que se desarrollan en condiciones marginales para la papa, como son las zonas cálidas.	Baja (A3)
Zonas no favorables para el establecimiento del cultivo de papa. Son aquellas excluidas técnicamente, y están referidas principalmente a las coberturas naturales y seminaturales, las áreas húmedas, las superficies de aguas y los territorios artificializados. Se incluyen también las coberturas de bosques naturales identificados en el mapa de Bosque/no bosque 2010 del Ideam.	No apta (N1)

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 papa.

La categoría no apta (N1) identifica principalmente aquellas áreas que, por sus características naturales o porque tienen algún valor de identidad sociocultural reconocido que debe ser protegido, deben mantener su cobertura actual, por lo cual no pueden establecerse cultivos de papa.

En lo referente a las coberturas naturales y seminaturales, una vez interpretada la reclasificación coberturas-biomas, se estableció que los herbazales densos de tierra firme y las zonas quemadas en algunos casos puntuales no son totalmente excluyentes y pueden ser áreas marginalmente aptas (A3) para las actividades agrícolas comerciales.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Aptitud alta (A1) por cobertura

BIOMAS	COBERTURAS								
	Otros cultivos transitorios	Mosaico de pastos y cultivos	Mosaico de pastos con espacios naturales	Papa	Otros cultivos transitorios	Cebolla	Zanahoria	Tubérculos	Hortalizas
Halobioma del Caribe	A1	A1							
Halobiotomas del Pacífico	A1	A1							
Helobioma de La Guajira		A1	A1						
Helobiotomas andinos		A1		A1					
Helobiotomas de la Amazonia y Orinoquia	A1	A1							
Helobiotomas del Magdalena y Caribe	A1	A1							
Helobiotomas del Pacífico y Atrato	A1	A1							
Helobiotomas del río Zulia		A1							
Helobiotomas del Valle del Cauca	A1	A1							
Litobiotomas de la Amazonia y Orinoquia		A1							
Orobioma bajo de Santa Marta y Macuira		A1							
Orobioma de La Macarena		A1	A1						
Orobioma del Baudó y Darién		A1							
Orobioma de San Lucas		A1							

BIOMAS	COBERTURAS								
	Otros cultivos transitorios	Mosaico de pastos y cultivos	Mosaico de pastos con espacios naturales	Papa	Otros cultivos transitorios	Cebolla	Zanahoria	Tubérculos	Hortalizas
Orobiomas altos de los Andes	A1	A1		A1		A1	A1	A1	
Orobiomas azonales de Cúcuta		A1							
Orobiomas azonales del río Sogamoso		A1	A1						
Orobiomas azonales del Valle del Patía	A1	A1							
Orobiomas bajos de los Andes	A1	A1							
Orobiomas medios de los Andes	A1	A1		A1					A1
Peinobiomas de la Amazonia y Orinoquia	A1	A1							
Zonobioma altermohigrico y/o subxerofítico tropical del alto Magdalena	A1	A1							
Zonobioma altermohigrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca	A1	A1							
Zonobioma del desierto tropical de La Guajira y Santa Marta		A1							
Zonobioma húmedo tropical de la Amazonia y Orinoquia		A1							
Zonobioma húmedo tropical del Catatumbo	A1	A1							
Zonobioma húmedo tropical del Magdalena y Caribe	A1	A1							
Zonobioma húmedo tropical del Pacífico y Atrato		A1							
Zonobioma seco tropical del Caribe	A1	A1							

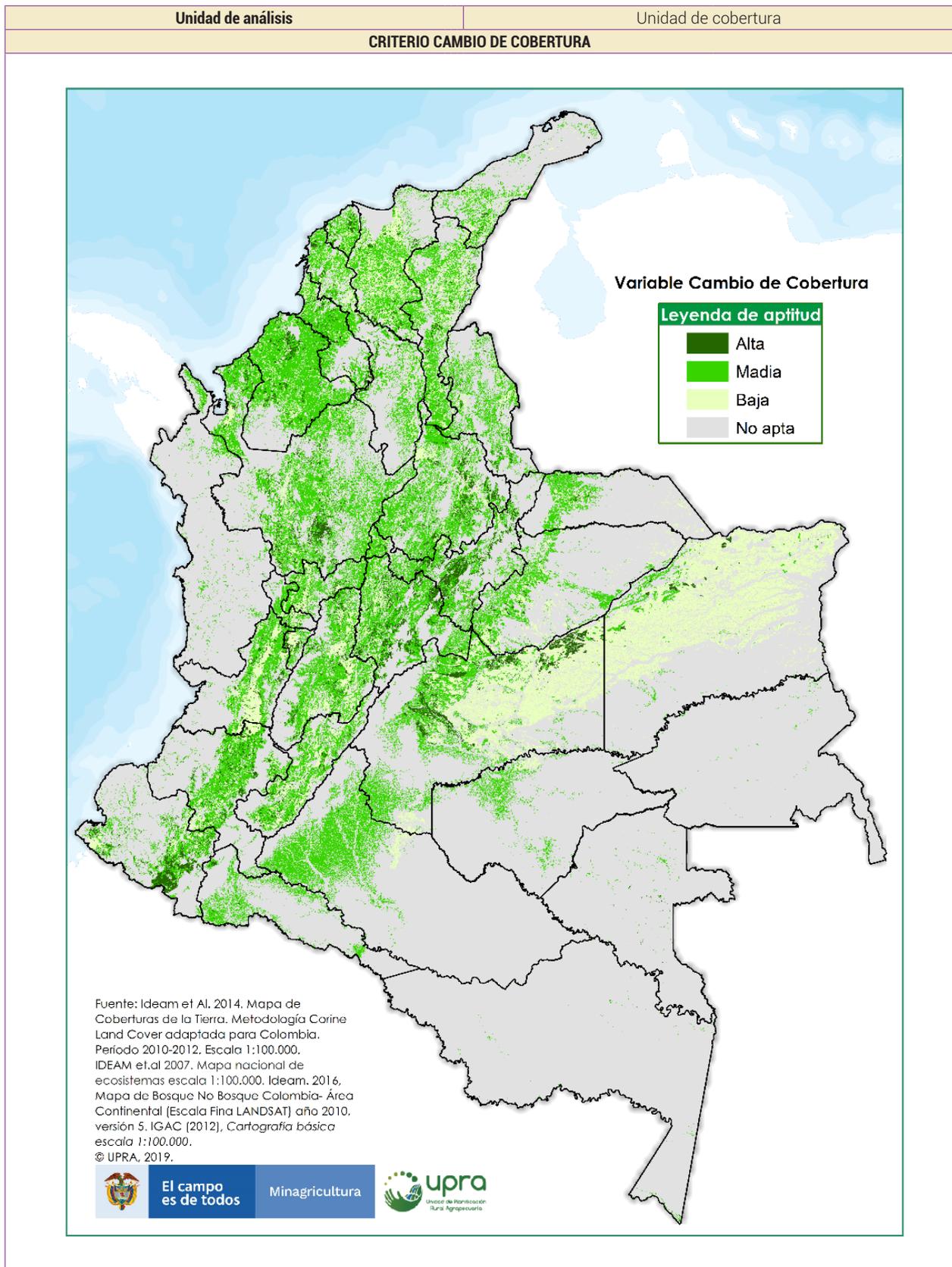
Aptitud media (A2) por cobertura

BIOMAS	COBERTURAS					
	Pastos limpios	Mosaico de cultivos	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	Mosaico de pastos y espacios naturales	Mosaico de cultivos con espacios naturales	Cultivos confinados
Halobioma del Caribe	A2	A2	A2	A2	A2	
Halobiomas del Pacífico	A2	A2	A2	A2	A2	
Helobioma de La Guajira	A2	A2	A2	A2	A2	
Helobiomas andinos	A2	A2		A2		A2
Helobiomas de la Amazonia y Orinoquia	A2	A2	A2	A2	A2	
Helobiomas del Magdalena y Caribe	A2	A2	A2	A2	A2	
Helobiomas del Pacífico y Atrato	A2	A2	A2	A2	A2	
Helobiomas del río Zulia	A2	A2	A2	A2	A2	
Helobiomas del Valle del Cauca	A2	A2	A2	A2	A2	

BIOMAS	COBERTURAS					
	Pastos limpios	Mosaico de cultivos	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	Mosaico de pastos y espacios naturales	Mosaico de cultivos con espacios naturales	Cultivos confinados
Litobiomas de la Amazonia y Orinoquia	A2	A2	A2		A2	
Orobioma alto de Santa Marta y Macuira	A2		A2	A2		
Orobioma bajo de Santa Marta y Macuira	A2	A2	A2	A2	A2	
Orobioma de La Macarena	A2		A2	A2		
Orobioma de San Lucas	A2	A2	A2	A2	A2	
Orobioma del Baudó y Darién	A2	A2	A2	A2	A2	
Orobioma medio de Santa Marta	A2		A2	A2	A2	
Orobiomas altos de los Andes	A2	A2	A2	A2	A2	
Orobiomas azonales de Cúcuta	A2	A2	A2	A2	A2	
Orobiomas azonales del río Sogamoso	A2		A2	A2		
Orobiomas azonales del Valle del Patía	A2	A2	A2	A2	A2	
Orobiomas azonales río Dagua	A2	A2	A2	A2		
Orobiomas bajos de los Andes	A2	A2	A2	A2	A2	
Orobiomas medios de los Andes	A2	A2	A2	A2	A2	A2
Peinobiomas de la Amazonia y Orinoquia	A2	A2	A2	A2	A2	
Zonobioma alternohigrico y/o subxerofítico tropical del alto Magdalena	A2	A2	A2	A2	A2	
Zonobioma alternohigrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca	A2	A2	A2	A2	A2	
Zonobioma del desierto tropical de La Guajira y Santa Marta	A2	A2	A2	A2	A2	
Zonobioma húmedo tropical de la Amazonia y Orinoquia	A2	A2	A2	A2	A2	
Zonobioma húmedo tropical del Catatumbo	A2	A2	A2	A2	A2	
Zonobioma húmedo tropical del Magdalena y Caribe	A2	A2	A2	A2	A2	
Zonobioma húmedo tropical del Pacífico y Atrato	A2	A2	A2	A2	A2	
Zonobioma seco tropical del Caribe	A2	A2	A2	A2	A2	A2

Aptitud baja (A3) por cobertura															
BIOMAS	COBERTURAS														
	Arroz	Otros cultivos permanentes herbáceos	Plátano y banano	Otros cultivos permanentes arbóreos	Palma de aceite	Pastos arbolados	Pastos enmalezados	Plantación forestal	Herbazal denso de tierra firme	Herbazal denso de tierra firme no arbolado	Zonas quemadas	Algodón	Otros cultivos permanentes arbustivos	Caña de azúcar	Caña panelera
Halobioma del Caribe	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3							
Halobiosomas del Pacífico				A3	A3		A3								
Helobiosomas andinos							A3	A3							
Helobiosomas de la Amazonia y Orinoquia	A3				A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3				
Helobiosomas del Magdalena y Caribe	A3		A3	A3	A3	A3	A3	A3			A3	A3	A3		
Helobiosomas del Pacífico y Atrato			A3		A3	A3	A3		A3		A3				
Helobiosomas del río Zulia	A3				A3	A3	A3								
Helobiosomas del Valle del Cauca		A3		A3		A3	A3	A3	A3					A3	A3
Litobiosomas de la Amazonia y Orinoquia						A3									
Orobioma alto de Santa Marta y Macuira	A3	A3	A3		A3	A3	A3	A3	A3		A3				
Orobioma de La Macarena							A3								
Orobioma de San Lucas						A3	A3				A3		A3		
Orobioma del Baudó y Darién						A3	A3				A3				
Orobioma medio de Santa Marta							A3				A3				
Orobiomas altos de los Andes				A3		A3	A3	A3							
Orobiomas azonales de Cúcuta	A3	A3				A3	A3								
Orobiomas azonales del río Sogamoso						A3	A3								
Orobiomas azonales del Valle del Patía						A3	A3				A3				
Orobiomas azonales río Dagua						A3									
Orobiomas bajos de los Andes	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3		A3	A3	A3

BIOMAS	COBERTURAS														
	Arroz	Otros cultivos permanentes herbáceos	Plátano y banano	Otros cultivos permanentes arbóreos	Palma de aceite	Pastos arbolados	Pastos enmalezados	Plantación forestal	Herbazal denso de tierra firme	Herbazal denso de tierra firme no arbolado	Zonas quemadas	Algodón	Otros cultivos permanentes arbustivos	Caña de azúcar	Caña panelera
Orobiomas medios de los Andes				A3		A3	A3	A3	A3			A3	A3	A3	A3
Peinobiomas de la Amazonia y Orinoquia		A3		A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3				
Zonobioma alternohigrico y/o subxerofitico tropical del alto Magdalena	A3	A3		A3		A3	A3		A3	A3					
Zonobioma alternohigrico y/o subxerofitico tropical del Valle del Cauca	A3	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		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	A3	A3		A3		
Zonobioma húmedo tropical del Pacífico y Atrato			A3	A3		A3	A3	A3	A3						
Zonobioma seco tropical del Caribe	A3	A3	A3	A3		A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3		



FUENTES DE INFORMACIÓN

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.

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.

2.3. Criterio Integridad Ecológica

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO	
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL
COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO	
CRITERIO ASOCIADO: INTEGRIDAD ECOLÓGICA	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica
	Análisis jerárquico
	Exclusión legal
	Condicionante
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO	
<ul style="list-style-type: none"> • Conectividad estructural de las coberturas naturales (CECN), expresada como categoría de costo-distancia acumulada. • Índice de naturalidad (Inat) por subzona hidrográfica, expresado como índice de naturalidad del paisaje, calculado como la proporción de superficie de coberturas naturales en cada polígono de unidad biogeográfica. • Áreas de concentración de especies sensibles (ACES), expresadas como categorías de concentración de especies sensibles. 	
DEFINICIÓN	
<p>Capacidad del ecosistema, para soportar y mantener su capital natural sin degradarse y de funcionar permanentemente de forma saludable o apropiada, como condición indispensable para la prestación, regulación y el flujo de servicios ecosistémicos requeridos para la sostenibilidad de los sistemas productivos y del territorio mismo.</p> <p>La integridad ecológica (IE) es un estimador de la calidad ambiental, útil en la planificación y toma de decisiones para la conservación, se define como la «<i>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</i>». 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).</p> <p>Los análisis de la IE se orientan a:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. <p>Para efectos de la zonificación, un territorio con IE es capaz de sobreponerse y superar perturbaciones naturales y los disturbios inducidos por el hombre, garantizando su propia identidad ecosistémica y la prestación de los servicios ecosistémicos que lo definen.</p>	

IMPORTANCIA DEL CRITERIO
<p>La IE en los paisajes transformados, refleja la salud ambiental (capacidad para amortiguar situaciones de alteración) y la sostenibilidad del territorio. Por lo tanto, está en relación directa con el mantenimiento de la capacidad productiva de los sistemas agropecuarios que conforman la matriz rural, la cual alberga el potencial productivo de un territorio. También refleja una medida del nivel de precaución que debe adoptar el sistema productivo en respeto de lugares considerados estratégicos por su alto valor ecológico o de conservación (AVC).</p> <p>A través de la IE, se contribuye en el logro de los compromisos asumidos por el sector agropecuario a través del decreto 2478 de 1999, el cual establece que el Minagricultura debe «Armonizar y coordinar la formalización y adopción de la política de protección y uso productivo de los servicios ambientales, agua, suelo, captura de carbono y biodiversidad con el Ministerio del Medio Ambiente».</p>
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO
<p>La temporalidad de la información de Corine Land Cover (2012) limita una interpretación actualizada de la situación ecosistémica actual. Sin embargo, esta es la última información oficial generada y disponible.</p> <p>Adicionalmente, la información sobre biodiversidad usualmente cuenta con limitaciones relacionadas con la representatividad de los grupos taxonómicos y el esfuerzo de muestreo, por lo cual es difícil presentar la información de forma homogénea para las diferentes regiones del país.</p>
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN
<p>La IE analiza los componentes estructurales y funcionales del sistema -integridad espacial e integridad ecosistémica- (Vélez y Gómez, 2008), mediante la integración de las siguientes variables:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conectividad estructural de las coberturas naturales (CECN) • Índice de naturalidad (Inat) por subzona hidrográfica • Áreas de concentración de especies sensibles (ACES). • Para la evaluación del criterio se realiza el procesamiento independiente de cada una de sus tres variables, según el siguiente procedimiento:
<p>Procedimiento para determinar la aptitud por integridad ecológica</p> <pre> graph TD subgraph Path1 [Vegetal coverages] V1[Coverturas vegetales] --> R1[Reclasificación Nat./no Nat.] R1 --> F[Fragmentación] F -- "Análisis costo distancia" --> C[Conectividad] C -- Rangos --> R2[Reclasificación A1, A2 A3] R2 --> A1[Aptitud por CECN] end subgraph Path2 [Land cover and biogeographic units] V2[Coverturas de la tierra] --> R3[Reclasificación Nat./no Nat.] V3[Unidades biogeográficas UB] -- "Tamaño (ha)" --> P[Proporción] R3 --> N["% Naturalidad / área UB"] P --> N N -- Rangos --> R4[Reclasificación A1, A2 A3] R4 --> A2[Aptitud por INAT] end subgraph Path3 [Conservation areas and richness] V4[Áreas prioritarias de conservación] -- "Rangos Ln(D)" --> R5[Reclasificación A1, A2 A3] V5[AICAS] -- "Rangos Ln(D)" --> R6[Reclasificación A1, A2 A3] V6[Áreas críticas para aves migratorias en agroecosistemas] --> R7[Riqueza / tipo de ambiente] R7 -- "Rangos riqueza" --> R8[Reclasificación A1, A2 A3] R5 --> AD[Árbol de decisión] R6 --> AD R8 --> AD AD --> R9[Reclasificación A1, A2 A3] R9 --> A3[Aptitud por ACES] end A1 --> M[MATRIZ MULTICRITERIO] A2 --> M A3 --> M M -- "IE = 0,6175(CECN) + 0,2968(INAT) + 0,0856(ACES)" --> R10[Reclasificación A1, A2 A3] R10 --> A4[Aptitud por Integridad ecológica] </pre>

CECN = Conectividad estructural de las coberturas vegetales.

Inat = Índice de naturalidad por subzona hidrográfica

= Áreas de concentración de especies sensibles.

Fuente: UPRA (2016).

Para la construcción del criterio, se realiza la integración de las variables, mediante la suma ponderada de sus valores de aptitud, de acuerdo con la siguiente fórmula:

Donde a , β y r representan los coeficientes o factores de ponderación de la aptitud de las tres variables, los cuales se determinan mediante el criterio de experto.

$$A_{IE} = a_{ACECN} + \beta A_{I_{nat}} + r A_{aces}$$

Para este proceso, los valores respectivamente son:

$$a = 0,6175$$

$$\beta = 0,2968$$

$$r = 0,0856$$

Los resultados de esta suma se agruparon en tres categorías de aptitud para el criterio, como se presentan en la siguiente tabla:

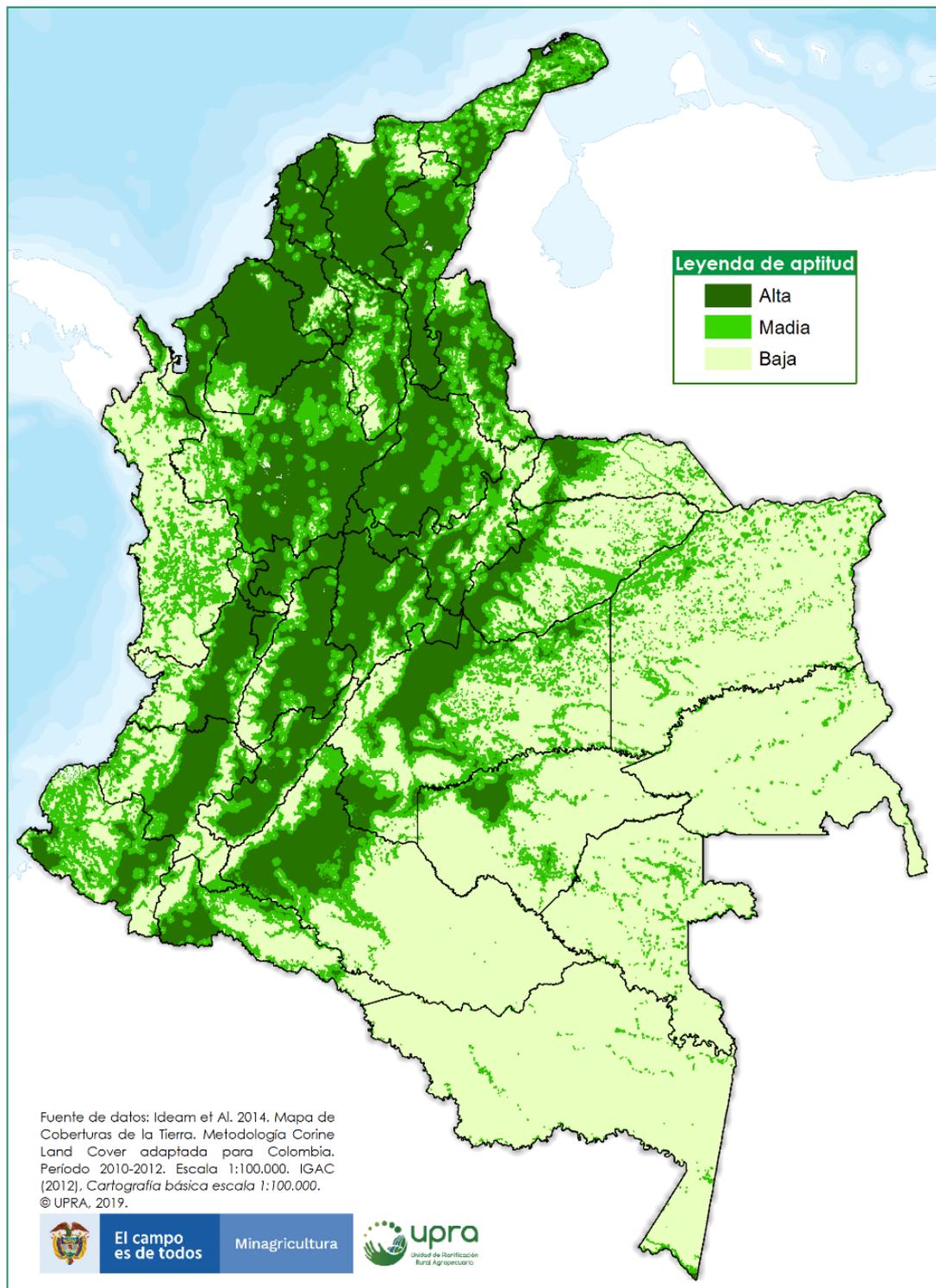
CRITERIO	APTITUD			
	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (A1)
Integridad Ecológica	2,304-2,999	1,609-2,304	0,914-1,609	No aplica

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Variables	Unidad de medida	Aptitud			
		Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (A1)
Conectividad estructural de las coberturas naturales (CECN)	Categoría de costo - distancia acumulada	6869,227-112044,71	398,143-6869,227	0-398,14	No aplica
Índice de naturalidad (Inat) por subzona hidrográfica	Índice de naturalidad	Naturalidad muy baja (0-5 %) Naturalidad baja (5-30 %) Naturalidad moderada (30-50 %)	Naturalidad alta (50-75 %)	Naturalidad muy alta (75-100 %)	No aplica

Variables	Unidad de medida	Aptitud			
		Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (A1)
		Áreas de importancia para la conservación de aves (AICA)			
		Ausencia de AICA $(\ln(D) < -8,085)$	AICA con densidad muy baja o baja de especies sensibles $(\ln(D) = -8,085 \text{ a } -4,189)$	AICA con moderada, alta y muy alta densidad de especies sensibles $(\ln(D) = -4,189 \text{ a } 1,670)$	No aplica
		Áreas críticas (AC) para especies migratorias en paisajes agropecuarios			
		Valoración cualitativa de riqueza mediante la reclasificación de aptitud para el cultivo de papa de acuerdo a la importancia y preferencia del hábitat de las aves migratorias asociadas a ambientes acuáticos, abiertos y de bosque. Se tienen en cuenta los períodos estacionario y migratorio			

CRITERIO INTEGRIDAD ECOLÓGICA



FUENTES DE INFORMACIÓN
Ciontescu, N. (2012). <i>Instructivo metodológico para la evaluación de atributos ecológicos e integridad ecológica en áreas protegidas</i> . ArcGIS-Fragstats. Bogotá: PNN.
Corcoran, P. (2005). «La integridad ecológica: un compromiso hacia la vida en la Tierra». En: B. Mackey. <i>La carta de la tierra en acción: hacia un mundo sostenible</i> (p. 68-71). Ámsterdam: KIT Publishers BV.
Franco, A.; Devenish, C.; Barrero, M. y Romero, M. (2009). «Colombia». En: C. Devenish, D. F.; Díaz Fernández, R. P.; Clay, I. Davidson e I. Yépez Zabala (Eds.). <i>Important Bird Areas Americas - Priority sites for biodiversity conservation</i> . Quito: BirdLife International (BirdLife Conservation Series num. 16), p. 135-148.
IAVH. (2015). <i>Áreas importantes para la conservación de las aves</i> , escala 1:100.000. Bogotá: IAvH.
IAVH y ANH. (2010). <i>Áreas prioritarias para la conservación</i> , escala 1:250.000. Bogotá: IAVH y ANH.
Ideam. (2010). <i>Leyenda nacional de coberturas de la tierra: metodología Corine Land Cover, adaptada para Colombia</i> , escala 1:100.000. Bogotá: Ideam. 72 p.
_ (2010). <i>Estudio nacional del agua: capa de subzonas hidrográficas</i> , escala 1:100.000. Bogotá: Ideam.
_ (2012). <i>Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2005-2009</i> , escala 1:100.000. Bogotá: Ideam.
IGAC. (2012). <i>Cartografía básica</i> , escala 1:100.000. Bogotá: Ideam.
SELVA. (2012). «Modelamiento de áreas críticas para especies migratorias con relación a los agroecosistemas de Colombia». <i>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</i> . Informe final del Convenio 044 de 2012 entre SELVA y UPRA. 165 p. Bogotá.

2.3.1. Variable conectividad estructural de las coberturas naturales (CECN)

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE	
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL
COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO	
CRITERIO ASOCIADO: INTEGRIDAD ECOLÓGICA	
VARIABLE: conectividad estructural de las coberturas naturales (CECN)	UNIDAD DE MEDIDA: categoría de costo-distancia acumulada
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica
	Análisis jerárquico
	Exclusión legal
	Condicionante
DEFINICIÓN	
<p>Nivel de continuidad espacial en el paisaje, determinado a partir de la distancia entre fragmentos naturales y la resistencia de la matriz rural para el flujo de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.</p>	

De esta forma, en función del contexto natural se puede determinar si existe dicha continuidad, y si el establecimiento de cultivos tecnificados de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial, contribuye al flujo de los servicios ecosistémicos o la biodiversidad en el paisaje, o si por el contrario esta se incrementa el costo de dichos flujos.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Contribuye a identificar áreas con mayor potencial para el flujo de los servicios ecosistémicos a través del paisaje, lo cual incide positivamente tanto en el suministro para los sistemas productivos, como en la sostenibilidad ambiental del territorio. Entre menos contraste o resistencia exista, hay mayor probabilidad que tenga lugar el flujo de los servicios ecosistémicos y, con ello, mayor capacidad del territorio para subsidiar los requerimientos de un sistema productivo.

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

La conectividad del paisaje, se analiza a partir de la fragmentación y la heterogeneidad del paisaje³ (McArthur y Wilson, 1967, Levins, 1970, en Gurruxaga y Lozano, 1998; Tischendorf y Fahrig, 2000; Correa, 2009), pues ellos permiten establecer la continuidad y determinar la existencia de barreras (resistencia/contrastes) en el territorio que limiten o impriman mayor costo para el flujo de la biodiversidad y los bienes y servicios ecosistémicos, fundamentales para el desarrollo de los sistemas productivos y la sostenibilidad del territorio. Este análisis parte de comprender la distancia entre fragmentos naturales funcionales, y las rutas con menor costo (resistencia/contraste) para el desplazamiento de la biodiversidad a través del paisaje.

Esta variable no genera exclusión (N1). La conectividad procede del análisis de costo-distancia entre fragmentos naturales a lo largo de la matriz rural que ofrece resistencia y contraste diferencial en función de las unidades de cobertura de la tierra y sus usos asociados.

Para la obtención de rangos, se establece una clasificación en tres clases, por el método de intervalos geométricos dada la distribución asimétrica de los datos con respecto a la mediana. De esta forma, cada clase contiene aproximadamente el mismo número de valores.

Rangos de aptitud para la variable

Conectividad (costo-distancia acumulado)	Aptitud
6869,227-112.044,71	Alta (A1)
398,143-6869,227	Media (A2)
0-398,14	Baja (A3)

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La dinámica de la cobertura vegetal en el territorio representa un nivel de incertidumbre o rezago. Por tal razón, el uso de la variable tiene una temporalidad, y debe ser actualizada para ser incorporada en la zonificación.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

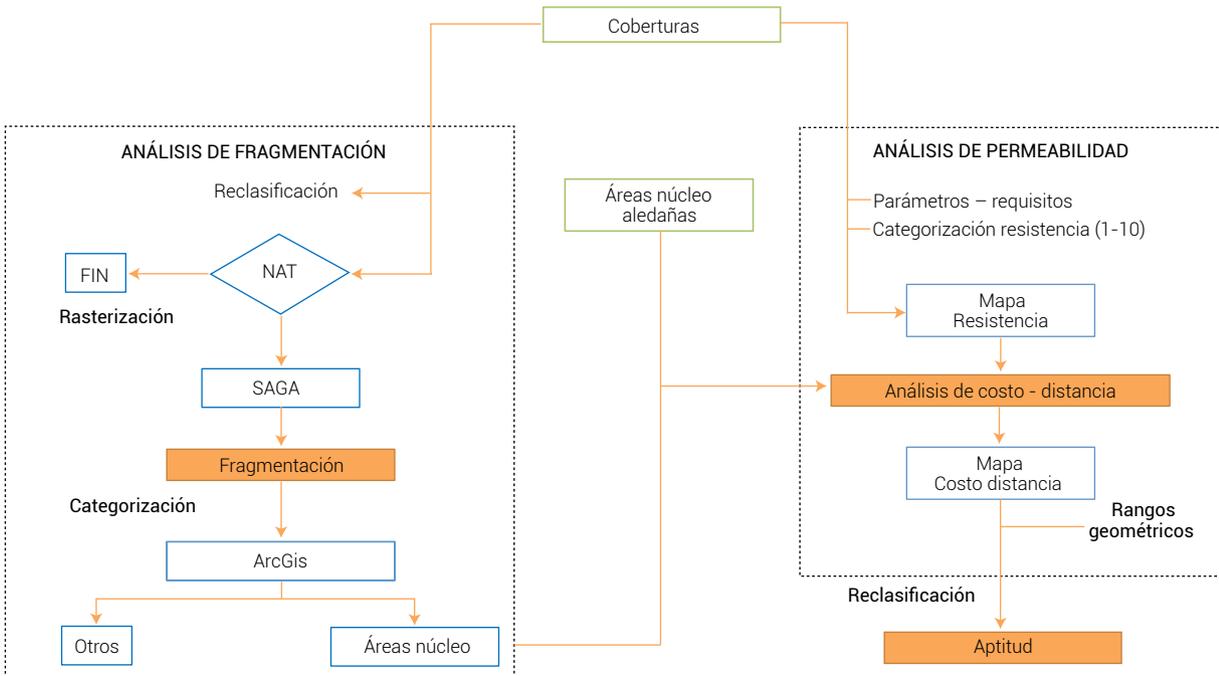
³ **Fragmentación:** se refiere al nivel de subdivisión de unidades o manchas de un tipo de hábitat original, en fragmentos o parches cuyo tamaño total es menor que la superficie inicial. Entre menor sea el tamaño de los parches (TP) y mayor el número de estos (NP), se considera más fragmentado el ecosistema original. Del mismo modo, entre mayor sea la distancia entre los fragmentos (DP) de un mismo tipo de hábitat original, mayor es la fragmentación.

Heterogeneidad: la evolución del concepto de conectividad permite comprender que más allá de la distancia espacial entre los fragmentos en el paisaje, la heterogeneidad de la matriz contribuye a la permeabilidad/resistencia al flujo de los organismos y los servicios ecosistémicos, y con ello a aumentar o disminuir la conectividad funcional a lo largo del paisaje. De esta forma, para incrementar la conectividad funcional del paisaje, no solo son importantes los corredores ecológicos (como elementos lineales adicionales que conectan los fragmentos), sino los sectores de mayor permeabilidad y heterogeneidad de la matriz. En este sentido, cobra importancia identificar el aporte que realiza la matriz agropecuaria y forestal a la conectividad funcional para la movilidad de los organismos en el paisaje, máxime en respuesta a la variación climática.

Para el análisis de la variable, se parte del mapa de coberturas de la tierra, adaptado para Colombia (Ideam, 2012). Se tomaron todos los tipos de coberturas vegetales naturales como objeto el foco de conectividad y se realizó el análisis a través de las métricas de paisaje como la fragmentación o la distancia euclidiana de núcleos (empleando una distancia de 1000 m entre núcleos). A esta matriz de coberturas naturales, se le suma los polígonos de bosque seco tropical.

Se desarrolló el procedimiento que se ilustra a continuación:

Ilustración 1. Diagrama de flujo para la determinación de la CECN



Fuente: UPRA (2016).

a) Análisis de fragmentación

Este primer análisis busca identificar las áreas naturales que potencialmente constituyen fragmentos activos, los cuales representan los núcleos para el funcionamiento de los ecosistemas naturales, en términos de la provisión de hábitat, sitios de cría, alimento, refugio, o de generación y regulación de servicios ecosistémicos.

A partir de la tabla de atributos del mapa de coberturas de la tierra, se realiza la reclasificación de los códigos de coberturas, en "naturales" y "no naturales". Las coberturas naturales corresponden al grupo 3, 4 y 5 del nivel 1 de la clasificación de Corine Land Cover (Ideam, 2012), exceptuando las categorías de plantaciones forestales (código 3.1.5), tierras desnudas y degradadas (código 3.3.3), zonas quemadas (código 3.3.4.), cuerpos de agua artificiales (código 5.1.4.), y aguas marítimas (código 5.2.). Todas las demás coberturas no incluidas en este conjunto "natural", se clasifican como "no naturales"⁴.

Una vez generado el mapa de áreas naturales y no naturales (1/0), la cartografía de tipo vectorial se transforma a raster (formato grid) con un tamaño de pixel de 5 x 5 m, para ser exportado al Software SAGA API versión 2.2.1 (Conrad, 2002-2015). En este software, mediante la herramienta «04 Fragmentation (Alternative)» del módulo Grid-Analysis, se realiza el análisis de fragmentación para encontrar las áreas núcleo de las coberturas naturales, ya que, por efecto de borde, algunas coberturas naturales con tamaños reducidos no generan unidades ecosistémicas funcionales. En el análisis de fragmentación se emplean los siguientes parámetros:

⁴ NOTA: Para disminuir el efecto de borde en el patrón de fragmentación, el análisis de fragmentación tiene en cuenta los fragmentos naturales que se encuentran en inmediaciones del perímetro definido.

Ilustración 2. Parámetros establecidos para el análisis de fragmentación

Fragmentation (Alternative)	
Data Objects	
Grids	
Grid system	1; 2002x 1741y; 0.5x 0.5y
>> Classification	01. Feature_1
<< Density [Percent]	02. Density [Percent]
<< Connectivity [Percent]	03. Connectivity [Percent]
<< Fragmentation	04. Fragmentation_final
Tables	
< Summary	01. new
Options	
Class Identifier	0
Neighborhood	3; 3
Level Aggregation	average
Add Border	<input checked="" type="checkbox"/>
Connectivity Weighting	1.1000000000000001
Minimum Density [Percent]	10
Minimum Density for Interior Forest [Percent]	99
Search Distance Increment	1
Density from Neighbourhood	<input checked="" type="checkbox"/>

Fuente: UPRA (2016).

Con la definición de estos parámetros, se procede al análisis de fragmentación, a partir del cual se establecen las siguientes categorías de fragmentación: (1) interior o núcleo, (2) parche consolidado, (3) parche en transición a la fragmentación, (4) área de borde, (5) perforación y (6) indeterminado.

Estas categorías de fragmentación correlacionan las métricas de paisaje en análisis (número y densidad de parches, área de perforación, área núcleo, área de borde, dimensión fractal, forma, tamaño y perímetro, entre otras).

El mapa de fragmentación resultante se exporta a ArcGis en formato GRID, en el cual se realiza un *Dissolve*, generalizando dos categorías: «áreas núcleo» (calificación 1) y «otras» (calificación *Null*). Estas áreas con cobertura natural representan los remanentes de hábitats funcionales, las cuales sirven como focos para analizar la movilidad de especies y servicios ecosistémicos a través de la matriz rural.

De esta forma, el mapa obtenido de áreas núcleo, constituye un insumo para el análisis de costo-distancia, con el cual se busca interpretar la permeabilidad de la matriz, en términos de la oposición que generan las diferentes coberturas al tránsito de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.

b) Permeabilidad de la matriz (análisis de costo-distancia)

Este análisis interpreta la fricción u oposición que generan las diferentes coberturas al tránsito de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, a través de valores categóricos de resistencia o contraste (impedancia) a su movilización.

Se parte del mapa de coberturas de la tierra, escala 1:100.000; se reclasifican las coberturas de acuerdo con parámetros indicativos de la resistencia al tránsito de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en la matriz del paisaje, con la cual se constituye una matriz o superficie de resistencia (Ruiz *et al.*, s.f.). Para este ejercicio, se emplea una escala categórica entre 0 y 8, siendo 0 el mínimo valor de resistencia, fricción o contraste al tránsito, y 8 el máximo valor.

La resistencia de las coberturas se califica conforme a un modelo de resistencia⁵ que, de acuerdo con Correa (2009), describe los parámetros que confieren mayor o menor movilidad a las especies o los servicios ecosistémicos a través de la matriz del paisaje.

⁵ Para este análisis no se toma como modelo un "organismo típico" con requerimientos de hábitat específicos (Correa, 2009), puesto que el objeto del análisis no es el diseño de rutas de mínimo costo para la movilización de alguna especie en particular entre dos lugares seleccionados. En cambio, se establecen las condiciones que restringen la movilidad al conjunto de la biodiversidad.

La siguiente tabla presenta los parámetros que describen el modelo de resistencia:

Parámetros del modelo de resistencia de la matriz del paisaje

Criterio	Descripción de parámetros
Movilidad en la matriz del paisaje	<ul style="list-style-type: none"> • La mayor movilidad de especies y servicios ecosistémicos ocurre al interior, y entre parches de vegetación natural, subnatural y seminatural funcionalmente activos, por constituir zonas de vida, refugio, cría, caza o alimento; o de generación y regulación de servicios ecosistémicos. • La vegetación riparia facilita la conexión entre los parches de coberturas naturales inmersos en la matriz. • Niveles moderados a altos de régimen de disturbio restringen la movilidad (presencia humana, laboreo, ruido, contaminación, deforestación, tierras desnudas o degradadas), en tanto que niveles bajos a intermedios (mosaicos con espacios naturales) pueden facilitarla, por cuanto imprimen cierto nivel de heterogeneidad de hábitat en el paisaje. • Las vías y otras infraestructuras humanas de alto impacto (tránsito, ruido, polución y accidentalidad, entre otros) actúan diferencialmente como barreras y aumentan el grado de resistencia. • La homogenización del paisaje reduce la oferta hábitat por simplificación o agotamiento de recursos, por tanto, reduce la movilidad del conjunto de la biodiversidad, favoreciendo a algunos elementos aislados. • Los cortes abruptos entre tipos de cobertura y parches de hábitat reducen la movilidad, en tanto que los ecotonos graduales la facilitan. • La mayor resistencia se da en presencia humana constante o sistemas de producción intensivos (territorios artificializados, cultivos de alto nivel de laboreo). • La pendiente y los cursos de agua no constituyen restricciones generalizadas.

De esta forma, las coberturas se reclasifican en una escala categórica de valores de resistencia (0-8), que contempla el grado de dificultad, fricción, oposición, contraste o impedimento que ofrece cada una de las coberturas al desplazamiento de la biodiversidad o los servicios ecosistémicos. Esta escala presenta generalizaciones dependiendo del nivel de transformación de las coberturas, y particularidades en función del contexto socioecosistémico.

Descripción de las categorías de resistencia de las coberturas

Descripción	Categoría
Resistencia mínima. Coberturas naturales, sub-naturales y seminaturales de los grupos 3, 4 y 5 de <i>Corine Land Cover</i> que representan el máximo estado de conservación. Se excluyen las plantaciones forestales (3.1.5), tierras desnudas y degradadas (3.3.3), y zonas quemadas (3.3.4.)	0
Resistencia muy baja. Coberturas naturales, subnaturales y seminaturales. Se asemejan al grupo 3 de <i>Corine Land Cover</i> que incorporan algún elemento leve de transformación, como las coberturas naturales fisionómicamente abiertas.	1
Resistencia baja. Coberturas naturales, subnaturales y seminaturales. Incluyen las coberturas del grupo 3 de <i>Corine Land Cover</i> que incorporan algún elemento moderado de transformación, prevaleciendo su esencia natural y alta heterogeneidad de hábitat, aunque con diferente composición a la original, como los bosques fragmentados, o la vegetación secundaria alta.	2

Descripción	Categoría
Resistencia media baja. Territorios con grado moderado de transformación en los que coexisten las coberturas naturales, subnaturales y seminaturales del grupo 3 de <i>Corine Land Cover</i> con elementos antrópicos de uso extensivo; los cuales generan heterogeneidad de hábitat, aunque con diferente composición a la original, como los mosaicos de pasturas con espacios naturales y la vegetación secundaria alta.	3
Resistencia media. Territorios agropecuarios que coexisten con coberturas naturales, subnaturales y seminaturales, y territorios agrícolas, de los grupos 2 y 3 de <i>Corine Land Cover</i> . Grado moderado de transformación, donde coexiste lo natural junto con elementos antrópicos de importancia; o elementos antrópicos que presentan regímenes de disturbio bajo a moderado que posibilitan la presencia de elementos naturales; como los mosaicos de cultivos con espacios naturales o los cultivos permanentes arbóreos, o sistemas productivos mixtos que posibilitan estrategias de conservación.	4
Resistencia media alta. Territorios agrícolas del grupo 2 de <i>Corine Land Cover</i> que constituyen sistemas de laboreo permanente. Ofrecen hábitat para grupos selectivos de biodiversidad, o coberturas vegetales que reflejan altos niveles de transformación y periodicidad-recurrencia, como la vegetación secundaria baja.	5
Resistencia alta. Coberturas culturales propias de territorios agrícolas del grupo 2 de <i>Corine Land Cover</i> , que estructuran unidades simplificadas, baja oferta de hábitat respecto de las unidades ecosistémicas naturales circundantes, alto nivel de transformación, aunque con potencial o dinámica de regeneración.	6
Resistencia muy alta. Coberturas culturales propias de territorios agrícolas del grupo 2 de <i>Corine Land Cover</i> , que estructuran sistemas productivos agrícolas y ganaderos simples y monoespecíficos, con alto nivel de laboreo, o coberturas vegetales que reflejan altos niveles de transformación y periodicidad-recurrencia. No hay evidencia de elementos naturales. Incluye coberturas en estado de deterioro.	7
Resistencia máxima. Territorios artificializados del grupo 1 de <i>Corine Land Cover</i> que no ofrecen hábitat para la vida silvestre y tienen alto impacto negativo sobre los servicios ecosistémicos circundantes (contaminación, polución, agotamiento, deterioro). Incluye coberturas en estado de degradación.	8
Sin información: ejemplo nubes	N/A

Una vez reclasificadas las coberturas en términos de su resistencia, este constituye un insumo para el análisis de costo distancia, para lo cual se debe realizar el procedimiento de rasterización del mapa de resistencia, con un tamaño de pixel de 30 m x 30 m.

El análisis de costo-distancia se realiza mediante la herramienta "Distance-Cost Distance" de la extensión "Spatial Analyst Tool" del software ArcGis 10.3. (ESRI, s. f.), el cual se basa en el cálculo de valores acumulados de costo para el desplazamiento entre lugares de origen seleccionados (áreas núcleo del análisis de fragmentación), a través de una matriz con resistencia diferencial.

Los datos de entrada del análisis de costo – distancia son:

- **Raster de entrada:** capa raster de ubicación de los puntos de origen (áreas núcleo del análisis de fragmentación).

- **Raster de costos:** capa con valores de resistencia/contraste (impedancia) de las coberturas.

Para obtener el mapa de costo-distancia a partir de cada área núcleo, el software realiza una matriz de impedancia que se obtiene a partir del valor promedio de impedancia entre el punto de origen (área núcleo) y pixel más cercano a su alrededor, multiplicado por la distancia entre los centros de ambos pixeles (30 m). Posteriormente, para cada pixel, el **software** calcula el costo acumulado como la suma de impedancias obtenidas entre el pixel y todas las áreas núcleo próximas, y asigna el menor valor obtenido.

En este mapa, las áreas de menor costo acumulado representan las áreas con mayor potencial de conectividad para el tránsito de la biodiversidad o los servicios ecosistémicos entre las áreas núcleo identificadas.

Conectividad (costo-distancia acumulado)	Aptitud
Conectividad baja. Rango superior de los valores del costo-distancia, clasificados por intervalos geométricos.	Alta (A1)
Conectividad media. Rango intermedio de los valores del costo-distancia, clasificados por intervalos geométricos.	Media (A2)
Conectividad alta. Rango inferior de los valores del costo-distancia, clasificados por intervalos geométricos.	Baja (A3)

Finalmente, el rango de valores acumulados de costo – distancia obtenidos, se reclasifica en tres clases mediante el método de clasificación de intervalos geométricos⁶, los cuales se relacionan con la categoría de aptitud.

Calificación de la variable CECN

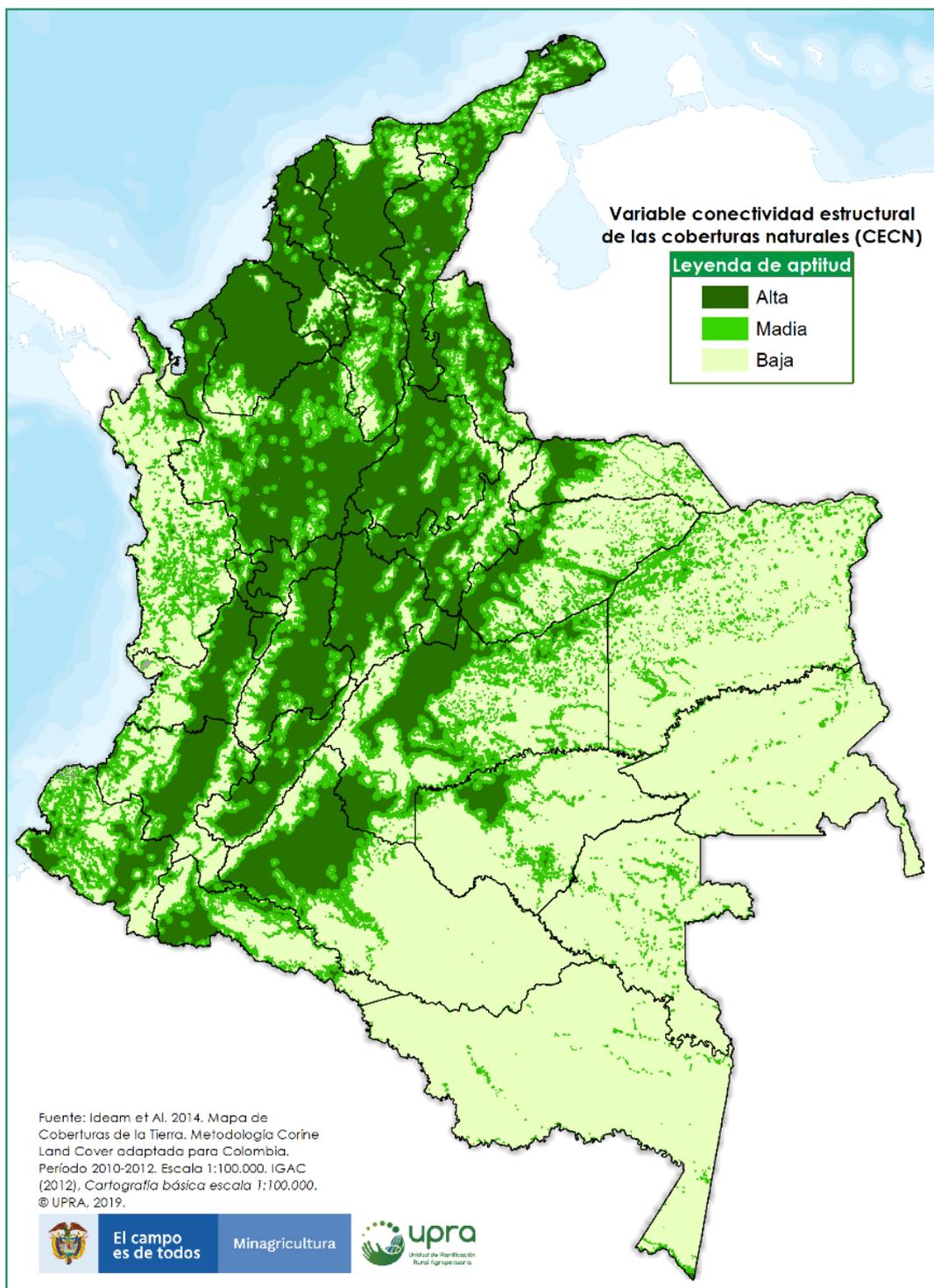
Descripción	Rango	Aptitud
Conectividad baja	6869,227-112.044,71	Alta (A1)
Conectividad media	398,143-6869,227	Media (A2)
Conectividad alta	0-398,14	Baja (A3)

⁶ Se emplea este método de clasificación debido a la distribución asimétrica de los datos con respecto a la mediana. De esta forma, cada clase contenga aproximadamente el mismo número de valores.

Unidad de análisis

Unidad de cobertura

CRITERIO INTEGRIDAD ECOLÓGICA



FUENTES DE INFORMACIÓN	
•	Conrad, O. (2002-2015). SAGA API versión 2.2.1
•	Correa, A. (2009). Análisis del estado actual de conectividad de las coberturas vegetales de la cuenca media del río Tunjuelo. En: Revista Pérez – Arbelaezia. 19:115-139. Recuperado de: < http://jbb-repositorio.metabiblioteca.org/bitstream/001/603/1/An%C3%A1lisis%20del%20estado%20actual%20de%20conectividad%20de%20las%20coberturas%20vegetales%20de%20la%20cuenca%20media%20del%20r%C3%ADo%20Tunjuelo.pdf >
•	Díaz, P. y Schmitz, M. (Coords). (2011). <i>Conectividad ecológica territorial. Estudio de casos de conectividad ecológica y socioecológica</i> . O.A. Parques Nacionales. 236 p. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino
•	ESRI. (s. f). <i>Entender el análisis de coste – distancia. ArcGis for Desktop</i> . Recuperado de: < http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/tools/spatial-analyst-toolbox/understanding-cost-distance-analysis.htm >
•	_ <i>Cómo funcionan las herramientas de coste – distancia. ArcGis for Desktop</i> . Recuperado de: < http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/tools/spatial-analyst-toolbox/how-the-cost-distance-tools-work.htm >
•	Forman, R. (1995). <i>Land mosaics. The ecology of landscapes and regions.</i> , Cambridge: Cambridge University Press
•	Forman, R. y Godron, M. (1986). <i>Landscape Ecology</i> . Nueva York: John Wiley and sons.
•	Gurrutxaga S. y Lozano P. (2008). Ecología del paisaje. Un marco para el estudio integrado de la dinámica territorial y su incidencia en la vida silvestre. Estudios Geográficos, LXIX, 265. p. 519-543, julio-diciembre 2008, Recuperado de: < http://estudiosgeograficos.revistas.csic.es/index.php/estudiosgeograficos/article/viewFile/97/94 >
•	Ideam. (2010). <i>Leyenda nacional de coberturas de la tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia, escala 1:100.000</i> . Bogotá: Ideam. 72 p.
•	Levins, R. (1970): "Extinction", en Gerstenhaber, M. (ed.), Some mathematical problems in biology, American Mathematical Society, Providence, p. 75-107.
•	MacArthur, R. y Wilson, E. (1967). <i>La teoría de la biogeografía de la isla Princeton</i> , New Jersey: Presión de la universidad de Princeton.
•	Ruiz-González, A.; Gurrutxaga, M.; Madeira, M.; Lozano, P.; Fernández, J. y Gómez-Moliner, B. (s. f.). Estudio de la conectividad ecológica en la CAPV. Genética del paisaje aplicada sobre una especie-objetivo de la Red de Corredores Ecológicos: la marta europea (Martes martes). Memoria del proyecto UE07/02. Recuperado de: < http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.eus/contenidos/documentacion/genetica_paisaje_m_martes/es_doc/adjuntos/documento.pdf >
	Tischendorf, L. y Fahrig, L. (2000). <i>How should we measure landscape connectivity?</i> Landscape Ecology 15: 633-641.

2.3.2. Variable índice de naturalidad (Inat) por subzona hidrográfica

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE	
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL
COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO	
CRITERIO ASOCIADO: INTEGRIDAD ECOLÓGICA	
VARIABLE: índice de naturalidad (Inat) por subzona hidrográfica	UNIDAD DE MEDIDA: porcentaje de área de coberturas naturales en cada unidad biogeográfica (%)
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica
	Análisis jerárquico
	Exclusión legal
	Condicionante

DEFINICIÓN

Porcentaje de área de cobertura natural por unidad biogeográfica, dedicada al desarrollo de procesos ecológicos naturales esenciales y hábitats funcionales para la generación de servicios ecosistémicos, la sostenibilidad del territorio, y para satisfacer la demanda sobre el capital natural.

La prestación de servicios ecosistémicos y la sostenibilidad ambiental en un territorio, está determinada en gran medida por el área que ocupan 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 (Vélez y Gómez, 2008).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE**FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE**

Contribuye a estimar la sostenibilidad ambiental de la unidad biogeográfica de análisis, mediante la proporción de área de cobertura natural por unidad biogeográfica disponible para el funcionamiento natural que sostiene los procesos vitales del sistema, así como el abastecimiento de procesos productivos.

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

Esta variable no genera exclusión (N1). Se identifica un rango de variación porcentual respecto al área de la unidad biogeográfica, y se establece un descriptor de dicha presencia de áreas naturales.

Los rangos se establecen, de acuerdo con parámetros acerca del carácter estratégico de las coberturas naturales (Márquez, 2003), y se reclasifican de acuerdo con su interpretación ecológica (Machado, 2004), respecto a la aptitud para el desarrollo del cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial.

Categorías de aptitud por la variable índice de naturalidad (Inat) para subpaisajes.

(Adaptado de Márquez, 2003 y Machado 2004)

Descripción	Rango (%)	Aptitud
Naturalidad muy baja	0-5	Alta (A1)
Naturalidad baja	5-30	
Naturalidad moderada	30-50	
Naturalidad alta	50-75	Media (A2)
Naturalidad muy alta	75-100	Baja (A3)

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Los limitantes identificados están relacionados con la información básica a través de la cual se construyó esta variable. En primer lugar, debe hacerse referencia a la «*Leyenda nacional de coberturas de la tierra, metodología Corine Land Cover, adaptada para Colombia*», que, aunque permite determinar la ocupación del suelo con información clave para el análisis espacial y territorial, CLC engloba las coberturas de forma muy general, con la consiguiente pérdida de información que ello supone para la gestión del territorio a escala regional (Aguilera et al., 2009).

El uso de la variable debe ser periódicamente actualizada para ser incorporada en una zonificación.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE**

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 Ideam (2012).

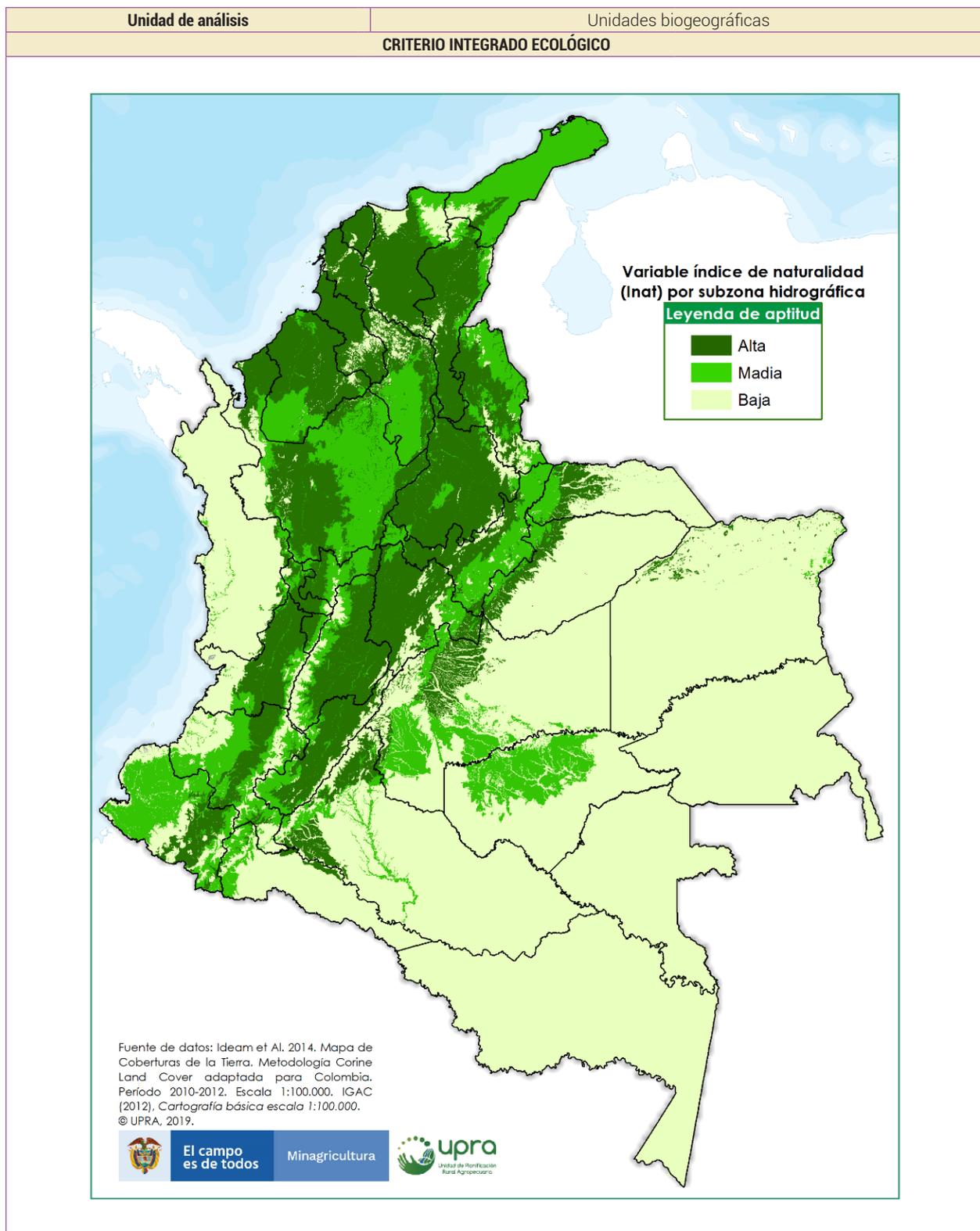
Para esto, se realizó el cruce cartográfico de la capa de cobertura de la tierra con el de unidades biogeográficas facilitado por el IAVH (2017), en relación con la unidad biogeográfica de análisis.

$$\text{Inat} = \frac{\text{superficies de coberturas naturales (ha)}}{\text{tamaño de unidades biogeográficas 8 (ha)}} \times 100$$

Se establecen los rangos, de acuerdo con los parámetros establecidos por Márquez (2003), y se reclasifican en términos de su aporte a la aptitud para el establecimiento del cultivo tecnificado de papa de la variedad Diacol Capiro para uso industrial.

Calificación de la variable Índice de naturalidad (Inat) por unidad biogeográfica
(Adaptado a partir de Márquez, 2003)

Descripción	Porcentaje (%)	Aptitud
Naturalidad muy baja	0-5	Alta (A1)
Naturalidad baja	5-30	
Naturalidad moderada	30-50	
Naturalidad alta	50-75	Media (A2)
Naturalidad muy alta	75-100	Baja (A3)



FUENTES DE INFORMACIÓN
Ideam. (2010). <i>Leyenda nacional de coberturas de la tierra: metodología Corine Land Cover, adaptada para Colombia, escala 1:100.000</i> . Bogotá: Ideam. 72 p.
... (2012). <i>Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2005-2009, escala 1:100.000</i> . Bogotá: Ideam.
IGAC. (2012). <i>Cartografía básica, escala 1:100.000</i> . Bogotá: Ideam.
Instituto Alexander von Humboldt. (IAVH). (2017). <i>Unidades biogeográficas. Escala 1:100.000</i> . Bogotá: IAVH.
Márquez, G. (2003). <i>Ecosistemas estratégicos de Colombia</i> . Sociedad Geográfica de Colombia. Recuperado de: http://www.sogeocol.edu.co/documentos/07ecos.pdf .

2.3.3. Variable áreas de concentración de especies sensibles (ACES)

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE									
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL								
COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO									
CRITERIO ASOCIADO: INTEGRIDAD ECOLÓGICA									
VARIABLE: áreas de concentración de especies sensibles (ACES)	UNIDAD DE MEDIDA: categorías de concentración de especies sensibles								
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	<table border="1"> <tr> <td style="text-align: center;">Exclusión técnica</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Análisis jerárquico</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Exclusión legal</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Condicionante</td> <td></td> </tr> </table>	Exclusión técnica		Análisis jerárquico		Exclusión legal		Condicionante	
Exclusión técnica									
Análisis jerárquico									
Exclusión legal									
Condicionante									
DEFINICIÓN									
<p>Mide la densidad de especies sensibles en polígonos identificados como de especial importancia, definidos como áreas prioritarias para la conservación (APC), áreas de importancia para aves migratorias, o áreas de importancia para la conservación de aves (AICA).</p> <p>Estas áreas constituyen sitios de refugio para elementos de la biodiversidad sensible, los cuales prestan servicios ecosistémicos como la dispersión de semillas, control de plagas y entre otros; además aportan en el funcionamiento natural de los ecosistemas nacionales y transfronterizos, a través de la integración de cadenas alimenticias y ciclos biogeoquímicos, entre otros.</p>									
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE									
<p>Contribuye a discriminar las unidades de mayor concentración de especies sensibles (amenazadas o de distribución restringida), apoyando a la identificación de elementos de juicio para prevenir conflictos ambientales con lugares de interés ecológico.</p>									
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO									
<p>La variable no genera valores de exclusión (N1). El nivel de aptitud requiere árbol de decisión entre los siguientes parámetros:</p> <ol style="list-style-type: none"> Densidad normalizada de especies sensibles en áreas prioritarias para la conservación Densidad normalizada de especies sensibles en áreas de importancia para la conservación de aves Riqueza potencial en áreas Importancia para aves migratorias asociadas a ambientes de bosque, abiertos y acuáticos. <p>Para integrar toda la información de concentración de especies sensibles relacionada con biodiversidad, y evitar redundancias, se realizó una combinación de las capas resultantes, realizando una reclasificación de acuerdo con el siguiente árbol de decisión, en el cual se adopta el nivel de mayor restricción para ser consecuente con el principio de precaución, así:</p>									

Árbol de decisión para integración de los insumos de la variable ACES

Aptitud por AICA	Aptitud por riqueza potencial de aves migratorias	Aptitud por ACES	Aptitud por APC
Alta	Alta	Alta	Alta (A1)
	Media	Media	
	Baja	Baja	
Media	Alta	Media	
	Media	Media	
	Baja	Baja	
Baja	Alta	Baja	
	Media	Baja	
	Baja	Baja	
Alta	Alta	Media	Media (A2)
	Media	Media	
	Baja	Baja	
Media	Alta	Media	
	Media	Media	
	Baja	Baja	
Baja	Alta	Baja	
	Media	Baja	
	Baja	Baja	
Alta	Alta	Baja	Baja (A3)
	Media	Baja	
	Baja	Baja	
Media	Alta	Baja	
	Media	Baja	
	Baja	Baja	
Baja	Alta	Baja	
	Media	Baja	
	Baja	Baja	

La aptitud para las ACES está definida de acuerdo con lo que se describe a continuación.

Categorías de aptitud para la variable ACES

Rangos	Aptitud
<p>Áreas sin APC: $< -10,02$ (ln D).A</p> <p>ausencia de AICA: $(\ln(D) < -8,085)$</p>	Alta (A1)
<p>Áreas sin importancia para especies migratorias, o lo son en grado moderado o alto para especies asociadas a ambientes de bosque, y bajo para especies asociadas a ambientes contrastantes abiertos o acuáticos.</p> <p>APC con baja y muy baja densidad de especies sensibles: $-10,02$ a $-2,77$ (ln D).</p> <p>AICA con densidad muy baja o baja de especies sensibles: $(\ln(D) = -8,085$ a $-4,189)$</p>	Media (A2)
<p>Áreas de importancia moderada o alta para especies migratorias asociadas a ambientes de bosque, que también lo son en grado moderado o alto para especies asociadas a ambientes contrastantes abiertos o acuáticos.</p> <p>APC con moderada, alta y muy alta densidad de especies sensibles: $> -2,77$ - $6,42$ (ln D)</p> <p>AICA con moderada, alta y muy alta densidad de especies sensibles: $(\ln(D) = -4,189$ a $1,670)$</p> <p>Áreas de importancia baja para especies migratorias asociadas a ambientes de bosque, pero que son en grado moderado o alto para especies asociadas a ambientes abiertos o acuáticos. O áreas que, siendo importantes en grado moderado a alto para especies asociadas a ambientes de bosque, también lo son en grado alto para especies asociadas a ambientes contrastantes abiertos y acuáticos.</p>	Baja (A3)

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

No existen estudios de orden 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 diferentes metodologías y finalidades, para complementar el panorama nacional.

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

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La variable se construye a partir de los siguientes insumos: mapas de polígonos y bases de datos asociadas de áreas prioritarias de conservación, datos de presencia ausencia de especies de los modelos de probabilidad de especies y de número de registros de los biomodelos del IAVH, libro rojo de especies amenazadas en Colombia, listas áreas de importancia para la conservación de aves (AICA), y riqueza potencial para aves migratorias en agroecosistemas. Se emplea la información sobre biodiversidad asociada a las APC (IAVH y ANH, 2013), AICA (IAVH, 2015), y agroecosistemas (SELVA, 2012).

a) Áreas prioritarias de conservación (APC).

Se mide a través de la siguiente información:

- Densidad de especies sensible/km², en áreas prioritarias de conservación (APC) -que son áreas no declaradas en el SINAP-. Para esta medición, se toma de base la información generada por el IAVH y la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) en 2013 en el portafolio de áreas prioritarias de conservación (APC), escala 1:100.000 (IAVH y ANH, 2013).
- Capa geográfica de las unidades biogeográficas y biomas en Colombia que están siendo utilizadas para los Conpes nacionales ambientales con datos para 355 áreas sobre bioma y superficie (ha).
- Datos de presencia ausencia de especies de los modelos de probabilidad de especies y de número de registros de los biomodelos del IAVH.
- Listado de especies de mamíferos, peces, aves y plantas endémicas o amenazadas.

Para incorporar la información referente a la densidad de especies sensibles, se toman los Objetos de Conservación (OdC) de filtro fino y de filtro grueso del portafolio de Áreas Prioritarias de Conservación (APC), los cuales representan unidades de análisis para la conservación de elementos de la biodiversidad a nivel de especies, o ecosistemas respectivamente. Entre mayor sea el número N (riqueza) de especies sensibles o endémicas en relación con el tamaño del área que las contiene (sitios de mayor concentración o densidad de especies), menor será la compatibilidad del territorio con la actividad desarrollo de la papa industrial de acuerdo con el TUT descrito.

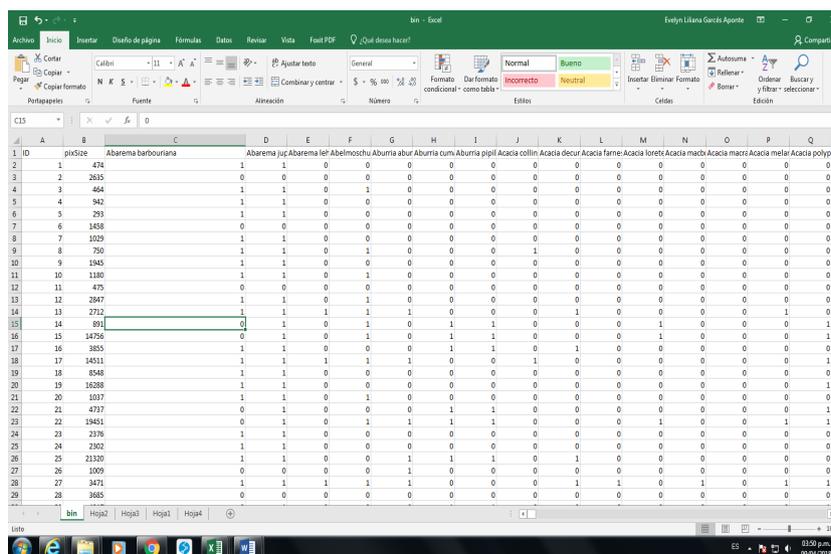
Para este análisis se asigna a cada polígono de APC (tamaño medido en km²), el valor identificado en el estudio del número de especies sensibles objeto de protección, para obtener un valor de densidad o concentración de especies.

Los rangos de aptitud para densidad de especies sensibles son:

Descripción	Aptitud por densidad de especies sensibles
Áreas sin identificación de APC $\ln(D) < -10,02$	Alta (A1)
APC con densidad muy baja de especies sensibles $\ln(D) = -10,02$ a $-5,72$	Media (A2)
APC con densidad baja de especies sensibles $\ln(D) = -5,71$ a $-2,77$	
APC con densidad moderada de especies sensibles $\ln(D) = -2,76$ a $-1,42$	Baja (A3)
APC con densidad alta de especies sensibles $\ln(D) = -1,42$ a $-0,06$	
APC con densidad muy alta de especies sensibles $\ln(D) = -0,05$ a $6,42$	

De otro lado, se emplearon la capa de las unidades biogeográficas y biomas en Colombia y los datos de presencia ausencia de especies de los modelos de probabilidad de especies y de número de registros de los biomodelos del IAVH y el listado de especies de mamíferos, peces, aves y plantas endémicas o amenazadas, para construir el parámetro denominado especies prioritarias.

Se contabilizaron por medio de los datos de presencia ausencia de especies de los modelos de probabilidad de especies y de número de registros de los biomodelos del IAVH, asignando 1 para las especies presentes y 0 para su ausencia, tal como se muestra a continuación:



Se asigna a cada unidad biogeográfica el valor de las especies amenazadas o endémicas que le corresponda. Posteriormente, se unen estas dos tablas por medio del campo "unidad biogeográfica" en el **software** ArcGis 10.3., y se obtiene una tabla que indica la cantidad de especies amenazadas o endémicas para cada unidad; finalmente, se realiza una clasificación de los valores obtenidos.

Los rangos de aptitud presencian ausencia de especies sensibles son:

Descripción	Aptitud por presencia-ausencia
Unidades biogeográficas con un número de especies amenazadas o endémicas ≤ 22	Alta (A1)
Unidades biogeográficas con un número de especies amenazadas o endémicas 23 a 44	Media (A2)
Unidades biogeográficas con un número de especies amenazadas o endémicas ≥ 45	Baja (A3)

Posteriormente, se reclasificaron los parámetros evaluados 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 los insumos de APC

Aptitud por presencia ausencia	Aptitud APC	Aptitud por densidad de especies sensibles
Alta	Alta	Alta (A1)
Media	Media	
Baja	Baja	
Alta	Media	Media (A2)
Media	Media	
Baja	Baja	
Alta	Baja	Baja (A3)
Media	Baja	
Baja	Baja	

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

Con la información de áreas de importancia para la conservación de aves del IAVH, se realizó una depuración de la información:

- Se eliminaron de la base de datos de especies las AICA que no tuvieran polígono en el **shape** entregado.
- Se organizó la información por AICA y se eliminaron duplicados de la información en cuanto a especies.
- Se obtuvo por cada AICA el número de especies por cada categoría de amenaza a nivel nacional, al igual que endemismos, distribución restringida y congregación de aves.

Para cada AICA se calculó la densidad mediante el número de especies amenazadas (en peligro crítico, en peligro y vulnerables) que se reporta en cada una, de acuerdo con la base de datos facilitada y, se dividió por el área del AICA en km².

Finalmente, para la reclasificación se calcula el logaritmo natural de la densidad obtenida y de allí se determinan los rangos para su reclasificación, las áreas donde hay AICA establecidas, se clasifican de acuerdo con el valor de ln(D), mediante el método de clasificación Natural Breaks del software ArcGis 10.3. De esta forma, a los rangos definidos se les asigna la siguiente calificación:

Calificación de la densidad (D) de especies sensibles en AICA

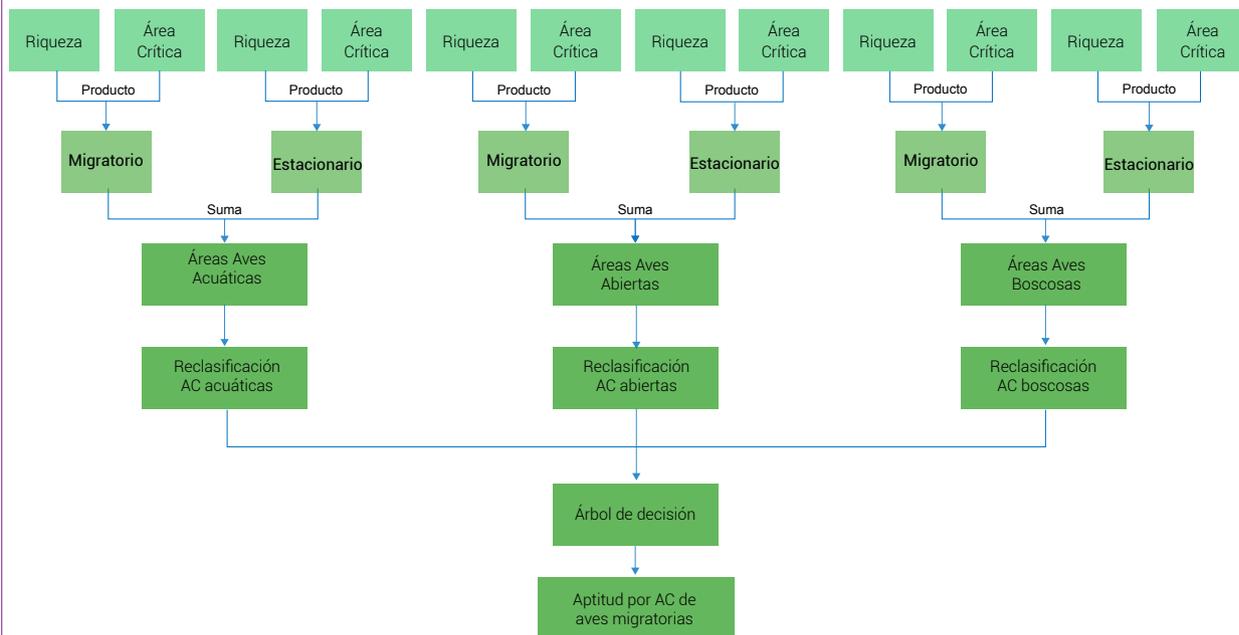
Descripción	Rango (ln D)	Aptitud por AICA
Áreas sin identificación de AICA	< -8,085	Alta (A1)
AICA con densidad muy baja de especies sensibles	-8,085 a -6,137	Media (A2)
AICA con densidad baja de especies sensibles	- 6,137 a -4,189	
AICA con densidad moderada de especies sensibles	-4,189 a -2,241	Baja (A3)
AICA con densidad alta de especies sensibles	-2,241 a -0,293	
AICA con densidad muy alta de especies sensibles	-0,293 a 1,670	

c) 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 emplean 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, así como mayor confiabilidad en el proceso de depuración de las bases de datos. Se emplean las capas de riqueza potencial del grupo taxonómico de aves asociadas a ambientes acuáticos, abiertos y de bosque, tanto en periodo migratorio como en periodo estacionario.

El procedimiento para determinar la aptitud, de acuerdo con la riqueza de especies migratorias en las áreas críticas, sigue la misma línea de la empleada en el estudio a escala 1:100.000 con leves variaciones, como se detalla a continuación:

Procedimiento para determinar la aptitud por áreas críticas para especies migratorias en agroecosistema



Fuente: elaboración propia (2016) a partir de SELVA (2012).

De esta forma, la primera acción corresponde 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.

Se combinan las capas de las áreas críticas y riqueza potencial de aves en hábitats acuáticos, abiertos y de bosque en período estacionario.

Posteriormente, para el grupo de aves de cada tipo de ambiente, se suman 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 (períodos migratorio y estacional), se realiza una suma para identificar aquellas áreas que representan ambientes críticos a lo largo de todo el ciclo migratorio.

Los valores de importancia total resultante se dividen en dos categorías mediante la utilización del método de clasificación Natural Breaks del software ArcGis 10.3. Posteriormente se asigna el mayor valor de importancia a las áreas con alta riqueza, e importancia moderada a aquellas con menor valor de riqueza potencial. Para los lugares que no existen áreas críticas, se asigna la categoría de "No aplica".

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

Reclasificación de aptitud para el desarrollo de la papa industrial de acuerdo con la importancia y preferencia del hábitat de las aves migratorias

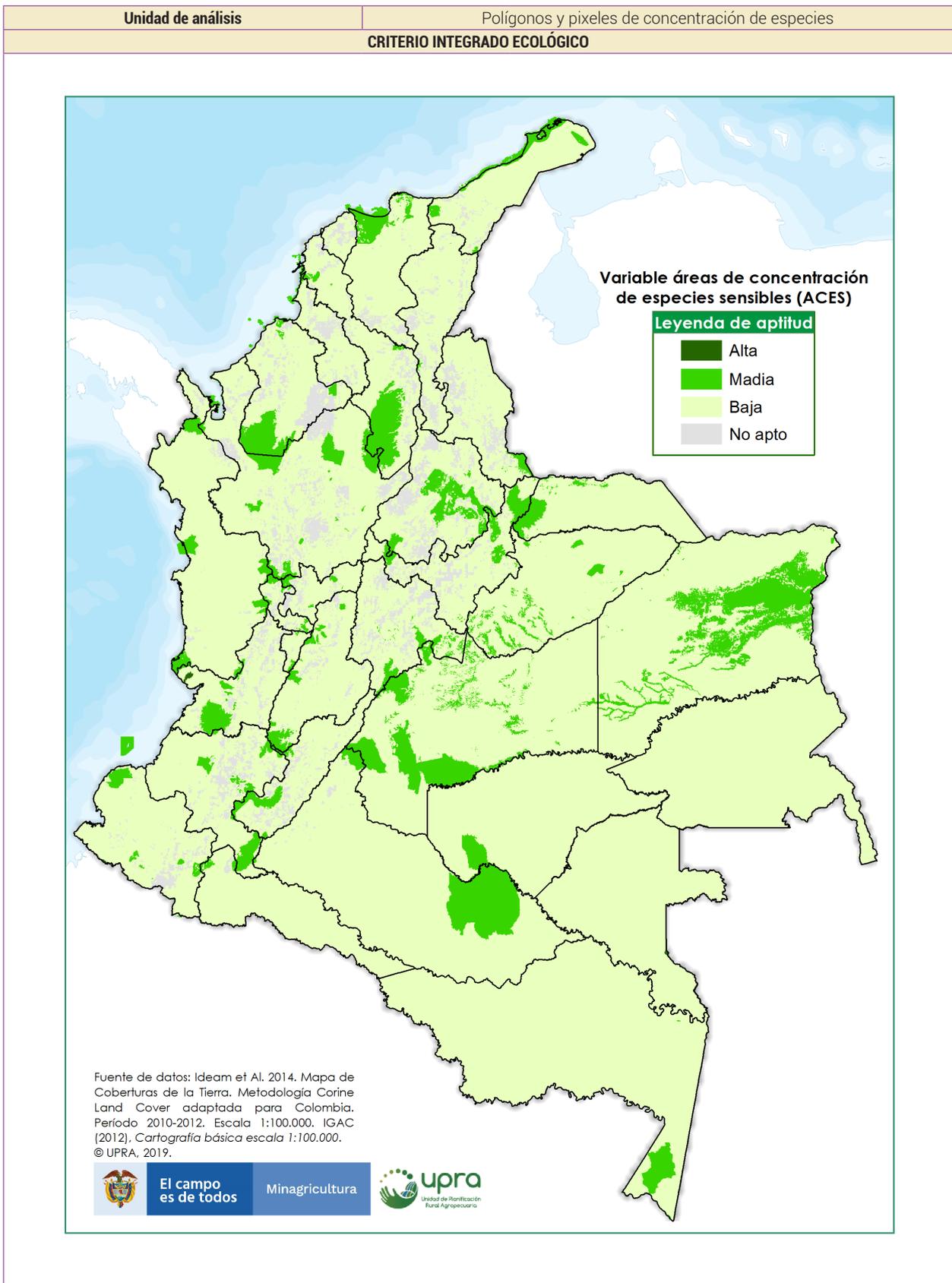
Importancia de las áreas críticas			Aptitud
Bosque	Abiertos	Acuáticos	
Alta	Alta	Alta	A3
Alta	Alta	Moderada	A2
Alta	Alta	No aplica	A2
Alta	Moderada	Alta	A2
Alta	Moderada	Moderada	A2
Alta	Moderada	No aplica	A2
Alta	No aplica	Alta	A2
Alta	No aplica	Moderada	A1
Alta	No aplica	No aplica	A1
Moderada	Alta	Alta	A2
Moderada	Alta	Moderada	A2
Moderada	Alta	No aplica	A2
Moderada	Moderada	Alta	A2
Moderada	Moderada	Moderada	A2
Moderada	Moderada	No aplica	A2
Moderada	No aplica	Alta	A2
Moderada	No aplica	Moderada	A2
Moderada	No aplica	No aplica	A1
No aplica	Alta	Alta	A2
No aplica	Alta	Moderada	A2
No aplica	Alta	No aplica	A2
No aplica	Moderada	Alta	A2
No aplica	Moderada	Moderada	A2
No aplica	Moderada	No aplica	A2
No aplica	No aplica	Alta	A1
No aplica	No aplica	Moderada	A1
No aplica	No aplica	No aplica	A1

Para integrar toda la información de ACES relacionada con biodiversidad y evitar redundancias, se combinan las capas resultantes; se realiza una reclasificación de acuerdo con un árbol de decisión, en el cual se adopta el nivel de mayor restricción, para ser consecuente con el principio de precaución.

Árbol de decisión para integración de la información de ACES

Áreas prioritarias para la conservación	Áreas de importancia para la conservación de aves	Áreas críticas para especies migratorias en paisajes agropecuarios	Aptitud
A1	A1	A1	A1
A1	A1	A2	A2
A1	A1	A3	A3
A1	A2	A1	A2
A1	A2	A2	A2
A1	A2	A3	A3
A1	A3	A1	A3
A1	A3	A3	A3

Áreas prioritarias para la conservación	Áreas de importancia para la conservación de aves	Áreas críticas para especies migratorias en paisajes agropecuarios	Aptitud
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



FUENTES DE INFORMACIÓN

Franco, A.; Devenish, C.; Barrero, M. y Romero, M. (2009). «Colombia». En: C. Devenish, D. Díaz Fernández; R. Clay; I. Davidson; I. Yépez (Eds.). *Important Bird Areas Americas - Priority sites for biodiversity conservation*. Quito: BirdLife International (BirdLife Conservation Series num. 16), p. 135-148.

García-Márquez, J.; R. Moreno y O. Sacharow. (2012). *Modelamiento de áreas críticas para especies migratorias con relación a los agroecosistemas de Colombia*. Informe final del Convenio 044 del 2012 entre Fundación SELVA: Investigación para la Conservación en el Neotrópico y UPRA. 165 p. Bogotá.

IAVH y ANH. (2010). *Áreas prioritarias para la conservación, escala 1:250.000*. Bogotá: IAVH y ANH.

Ideam. (2010). *Leyenda nacional de coberturas de la tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000*. Bogotá: Ideam. 72 p.

Instituto Alexander von Humboldt. (IAVH). (2015). Mapa de áreas importantes para la conservación de las aves - AICAS. Fuente de datos: F. Gary Stiles (Instituto de Ciencias de la Universidad Nacional), Alonso Quevedo Gil, Hermano Roque Casallas (Museo de La Salle), Mijael Brand Prada, Dr. Kristof Zyskowski (Yale University's Peabody Museum of Zoology), Dr. J. Van Remsen (Louisiana State), Asociación Calidris.

_ (2017). Base de datos ausencia y presencia correspondientes a los biomodelos de especies, escala 1:100.000. Bogotá: IAVH.

2.4. Criterio Variación del Contenido Estimado de Carbono

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO	
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL
COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO	
CRITERIO: VARIACIÓN DEL CONTENIDO ESTIMADO DE CARBONO	
TIPO DE CRITERIO	Exclusión técnica
	Análisis jerárquico
	Exclusión legal
	Condicionante
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO	
Es un criterio conformado por la sola variable: variación del contenido estimado de carbono contenido de carbono en la biomasa, cuya unidad de medida es el índice de variación del contenido estimado de carbono.	
DEFINICIÓN	
Balance entre el contenido de carbono estimado en la biomasa (aérea y subterránea) de la cobertura vegetal actual y en el suelo, frente a un potencial cambio de cobertura para el establecimiento del cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial.	
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.	
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.	
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 realizó 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 del 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 realizó a partir de la articulación entre la información contenida en el mapa de «Carga de combustible (biomasa) de las coberturas vegetales de Colombia» del MAVDT (Páramo, 2007) y el mapa «Cambios en los contenidos de biomasa – carbono en bosques» del Ideam (Phillips *et al.*, 2011).

A partir de esta información cartográfica, se realizó 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 unió con el mapa del Ideam (2011), obteniendo así el mapa de biomasa aérea (BA) para todas las coberturas vegetales del país.

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 Cairns *et al.* (1997) y Brown (1992), de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\text{Biomasa vegetal subterránea} = e^{(-1,085 + 0,925 \times \ln(BA))}$$

Igualmente, para el mapa de biomasa subterránea, se calculó el mapa de carbono en biomasa subterránea de acuerdo con IPCC (2006), mediante la ecuación:

$$C(\text{biomasa subterránea}) = \text{Biomasa subterránea} / 2$$

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.

d. Contenido de carbono en el suelo

El contenido de carbono en el suelo se estimó a partir de la información suministrada por ISRIC (Soil World information, 2015), a partir de las capas de porcentaje de C orgánico en el suelo, densidad aparente y porcentaje de fragmentos de más de 2 mm (organic carbon, bulk density, coarse fragments > 2 mm), a 30 cm de profundidad.

El mapa de carbono orgánico total en el suelo se efectúa por álgebra de mapas mediante la aplicación de la ecuación propuesta por FAO (Comisión Europea, 2013):

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

e. Contenido de carbono total

El mapa de carbono total se genera a partir de la suma de los mapas de biomasa vegetal subterránea y carbono orgánico en el suelo.

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

Por otra parte, con el fin de realizar el balance de carbono, se estima la biomasa por hectárea de un cultivo de papa, con base en una producción de tubérculos de 60 t/ha (biomasa subterránea) y, a partir del coeficiente de cultivo, una biomasa de aproximadamente 35 t/ha de ramas y hojas (biomasa aérea), para un total de 95 t/ha de biomasa por ciclo de cultivo. Estos valores representan una cantidad de carbono acumulado de 47,5 t/ha por ciclo, lo que equivale a 95 t/ha año.

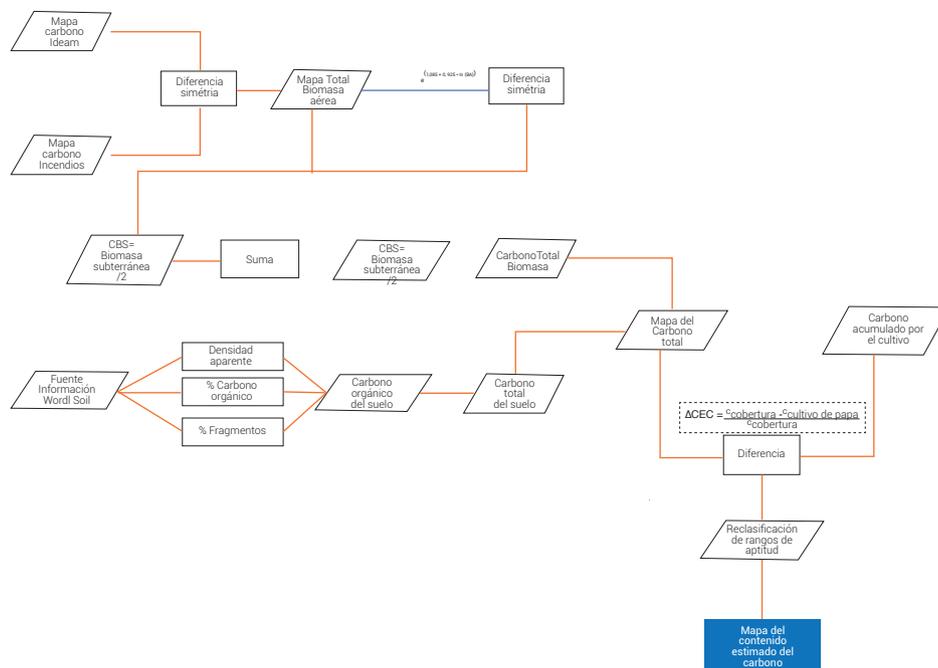
La calificación de la aptitud se lleva a cabo mediante la comparación del valor estimado de carbono (valor del pixel o de la unidad de análisis espacial), con el valor de referencia estimado de carbono que captura el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial, con el fin de obtener el mapa de diferencia en carbono total frente al cultivo.

$$\Delta CEC = C_{COBERTURA} - C_{CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO INDUSTRIAL}$$

$$C_{COBERTURA}$$

De esta forma, dependiendo de la cobertura existente, el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial por establecer puede representar una mayor cantidad de carbono almacenado en comparación con la cobertura actual, en cuyo caso el reemplazo representa una ganancia en términos de la captura (t de carbono/ha año). En otras circunstancias de cobertura actual, el reemplazo puede representar una cantidad capturada semejante o incluso, en otras condiciones, puede significar una menor cantidad de carbono, en cuyo caso se constituye una pérdida en la acumulación neta por modificación de la cobertura, lo cual se traduce en emisiones de carbono a la atmósfera en forma de CO₂.

En la siguiente 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.

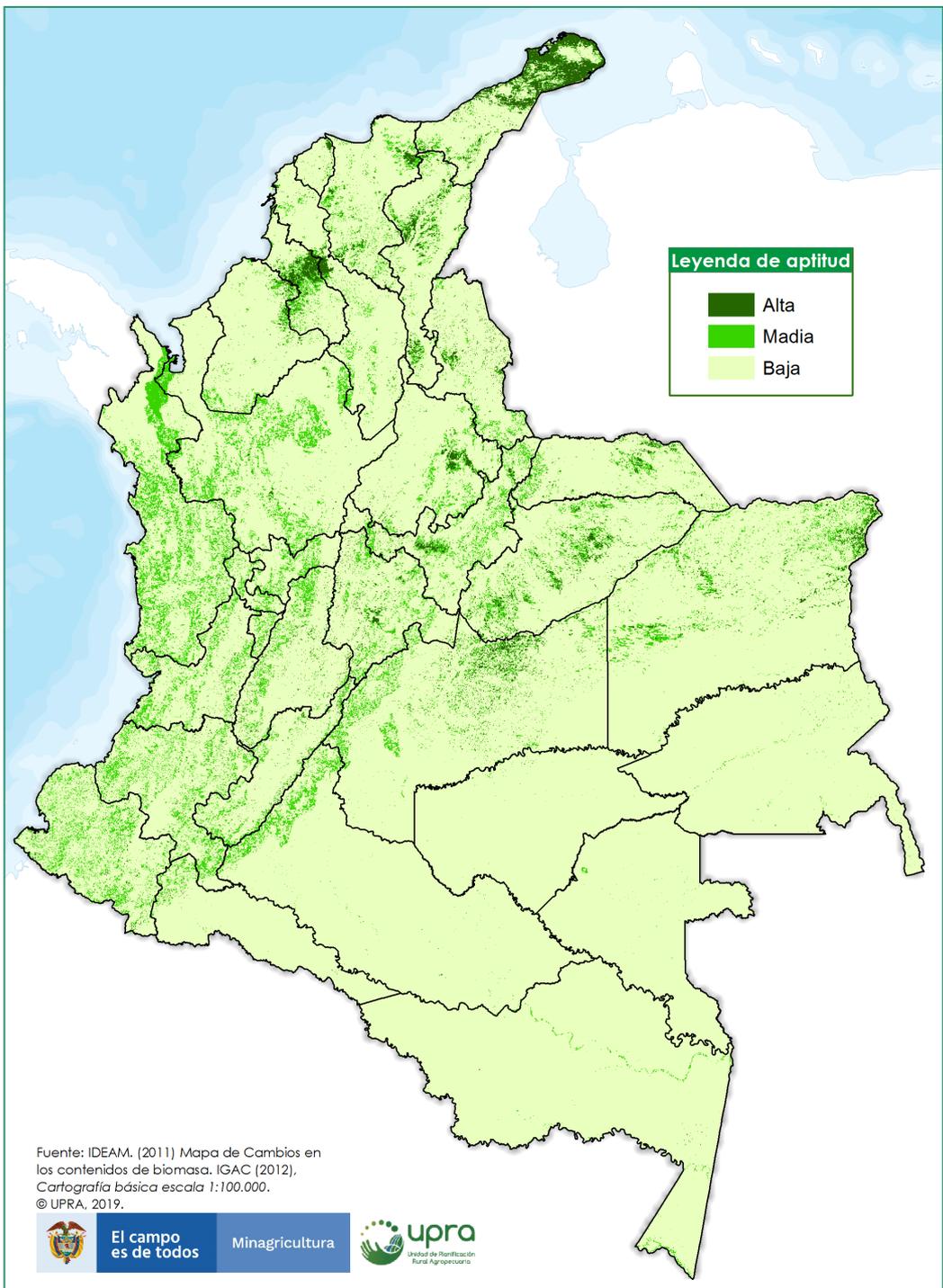
Los valores de la diferencia en carbono total frente al cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial, menor a -20 % corresponden a la categoría de aptitud alta (A1), el rango entre 0 y -20 % corresponden a la categoría de aptitud media (A2), y los mayores al 0 % se sitúan en 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 es sumidero de carbono	< -20	Alta (A1)
El cultivo está en equilibrio entre emisión y captura de carbono	-20 a 0	Media (A2)
El cultivo es fuente de emisión de carbono	> 0	Baja (A3)

VARIACIÓN DEL CONTENIDO ESTIMADO DE CARBONO



FUENTES DE INFORMACIÓN

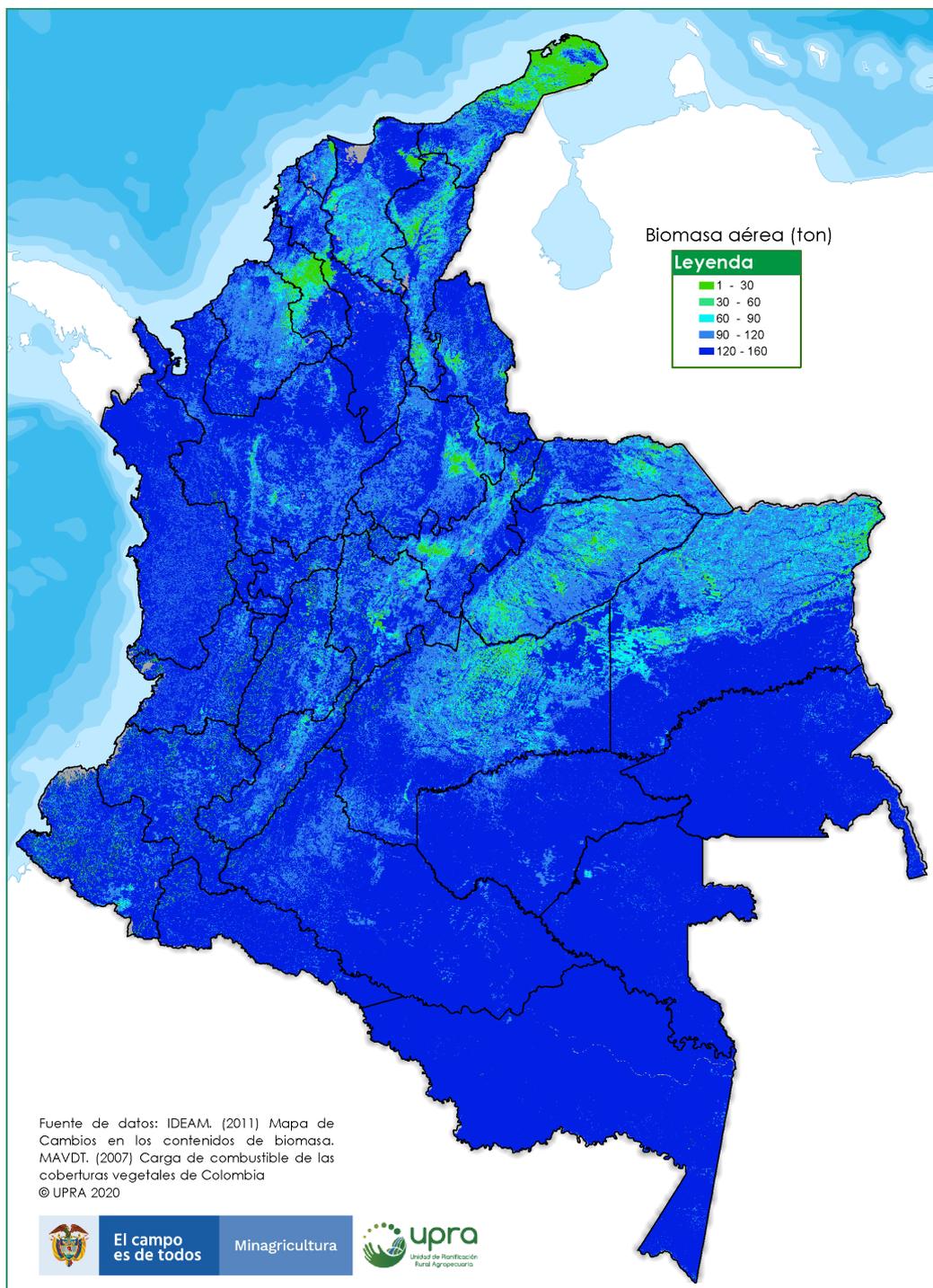
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID) – Consorcio CUE, 2012. Ministerio de Minas y Energía, proyecto «Estrategias de energía sostenible y biocombustibles para Colombia ATN/JC-10826-CO y ATN/JF-10827-CO». «Evaluación del ciclo de vida de la cadena de producción de biocombustibles en Colombia».
- 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.
- ... (2012). *Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2005-2009, escala 1:100.000*. Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2006). *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*. Vol. 4. Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra. Eggleston, H.; Buendía, L.; Miwa, K.; Ngara T. y Tanabe K. (Eds). Japón: IGES. Recuperado de <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/vol4.html>.
- ISRIC - World Soil Information. (2013). *SoilGrids: An Automated System for Global Soil Mapping*. Recuperado de: <http://soilgrids1km.isric.org>.
- ISRIC. (2015). *SoilGrids: datos de suelos*.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (MAVDT) (2007). *Carga de combustible de las coberturas vegetales de Colombia, escala 1:500.000*.
- Phillips, J.; Duque, A.; Cabrera, K.; Yepes, A.; Navarrete, D.; García, M.; Álvarez, E.; Cabrera, E.; Cárdenas, D.; Galindo, G.; Ordóñez, M.; Rodríguez, M. y Vargas, D. (2011). *Estimación de las reservas potenciales de carbono almacenadas en la biomasa aérea en bosques naturales de Colombia*. Bogotá: Ideam. 32 p.
- Stern, N. (2007). *Stern Review: The Economics of Climate Change*. Inglaterra: Cambridge University Press.

2.4.1. Variable variación del contenido estimado de carbono

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE	
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL
COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO	
CRITERIO ASOCIADO: variación del contenido estimado de carbono	
VARIABLE: variación de contenido estimado de carbono	UNIDAD DE MEDIDA: t/ha
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica
	Análisis jerárquico
	Exclusión legal
	Condicionante
DEFINICIÓN	
Balance entre el contenido de carbono estimado en la biomasa (aérea y subterránea) de la cobertura vegetal actual y en el suelo, frente a un potencial cambio de cobertura para el establecimiento del cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial.	

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE
<p>Permite determinar la sostenibilidad ambiental de un territorio en términos de la prestación del servicio ecosistémico de almacenamiento de carbono.</p> <p>De forma complementaria, esta estimación 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.</p> <p>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.</p>
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO
<p>Esta variable no genera exclusión (N1).</p>
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE
<p>De forma consecuente con las metodologías empleadas a nivel nacional e internacional, la estimación del contenido de carbono en las coberturas se realizó a partir de información general, en escala menor a la requerida.</p>
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN
<p>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 del suelo, de acuerdo con la siguiente metodología:</p> <p>a. Contenido de carbono en la biomasa vegetal aérea.</p> <p>La estimación de la biomasa vegetal aérea (BA) se realizó a partir de la articulación entre la información contenida en el mapa de «Carga de combustible (biomasa) de las coberturas vegetales de Colombia» del MAVDT (Páramo, 2007) y el mapa «Cambios en los contenidos de biomasa – carbono en bosques» del Ideam (Phillips <i>et al.</i>, 2011).</p> <p>A partir de esta información cartográfica, se realizó 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 unió con el mapa del Ideam (2011), obteniendo así el mapa de biomasa aérea (BA) para todas las coberturas vegetales del país.</p> <p>El contenido de carbono se estima a partir de la siguiente ecuación (IPCC, 2006):</p> $C_{BA} = \frac{BA}{2}$

Biomasa aérea

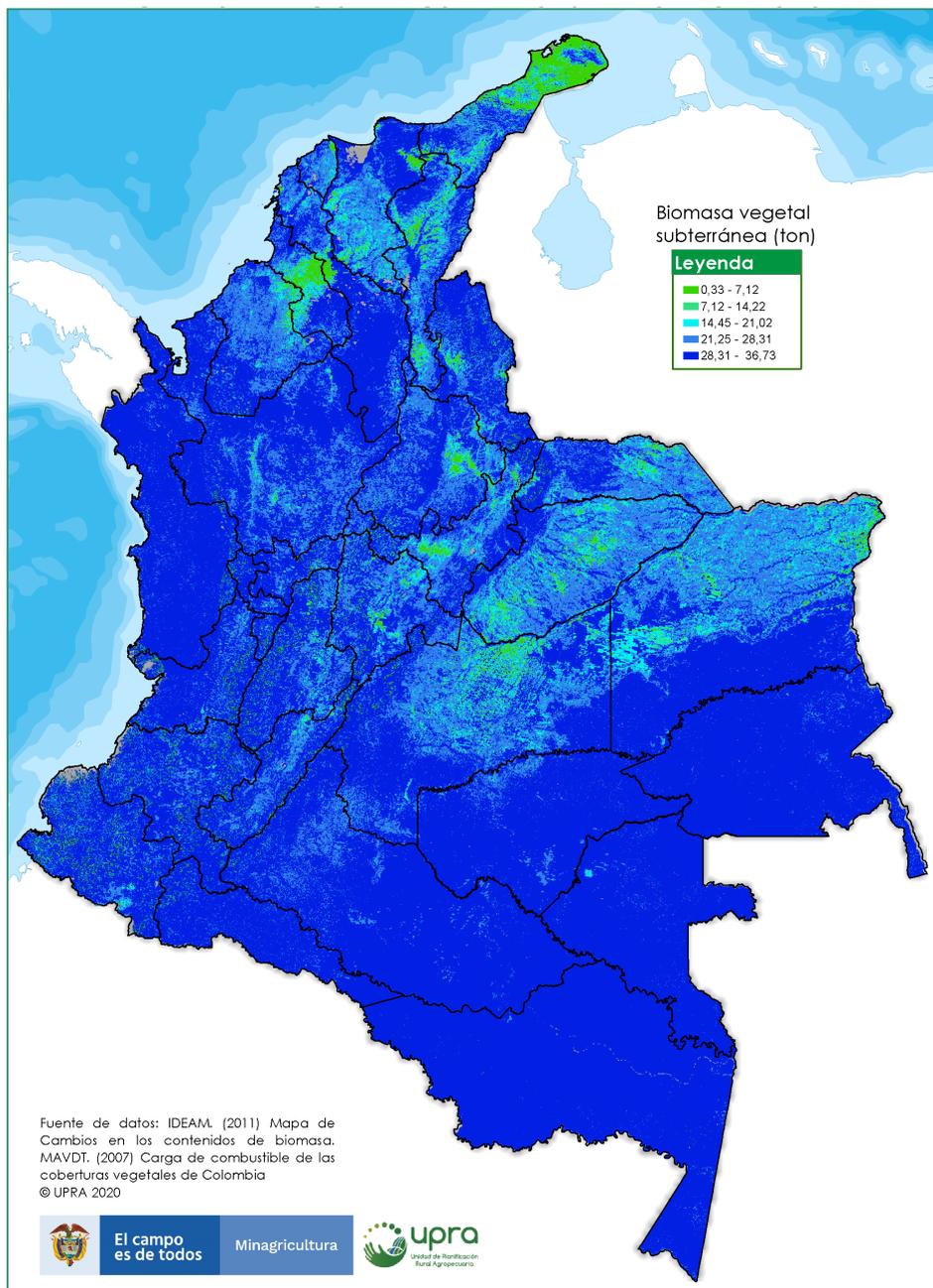


b. Contenido de carbono en la biomasa vegetal subterránea

Por su parte, la estimación de la biomasa subterránea se efectúa de acuerdo con los fundamentos planteados por Cairns *et al.* (1997) y Brown (1992), de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\text{Biomasa vegetal subterránea} = e^{(-1,085 + 0,925 \times \ln(BA))}$$

Biomasa vegetal subterránea



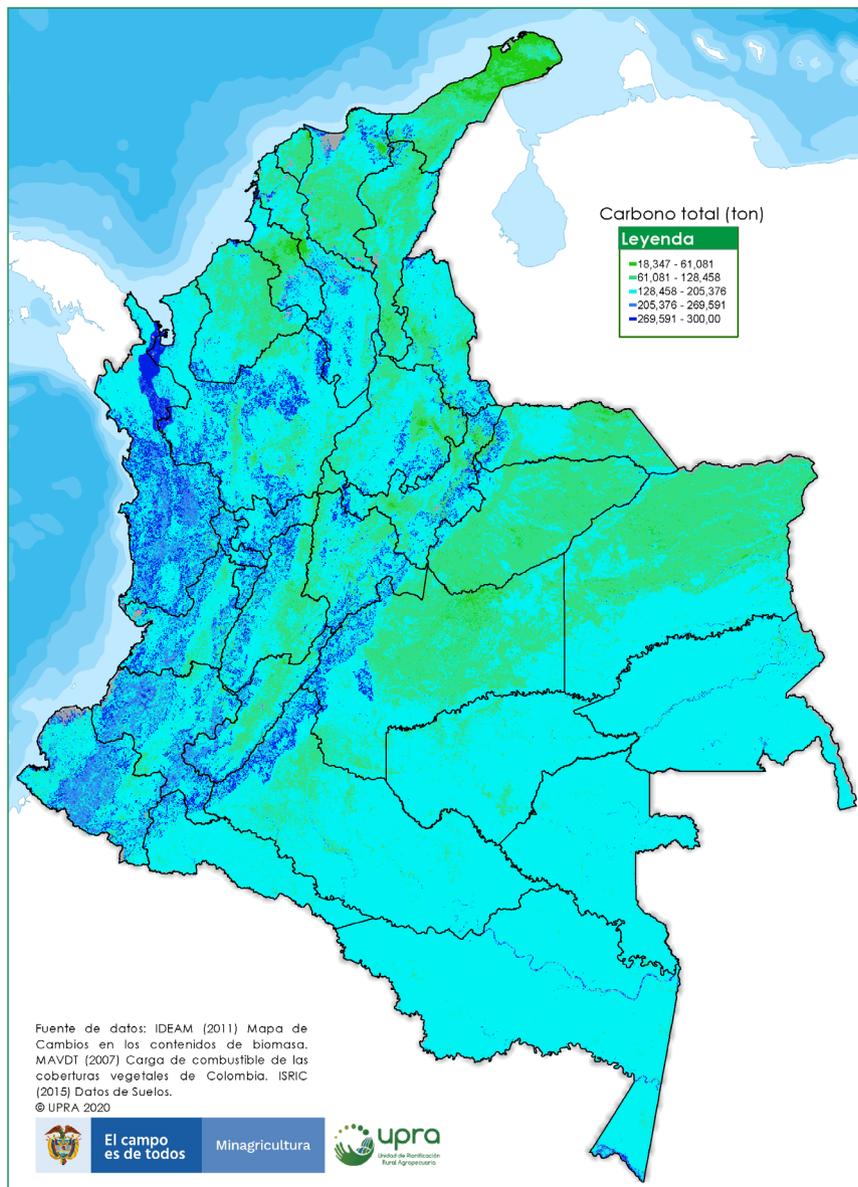
Igualmente, para el mapa de biomasa subterránea, se calculó el mapa de carbono en biomasa subterránea de acuerdo con IPCC (2006), mediante la ecuación:

$$C(\text{biomasa subterránea}) = \text{Biomasa subterránea} / 2$$

C. Contenido de carbono en la biomasa.

Posteriormente, mediante la suma de los mapas de carbono en biomasa aérea y de carbono en biomasa subterránea, se calcula el mapa de carbono total contenido en la biomasa.

Carbono total en la biomasa



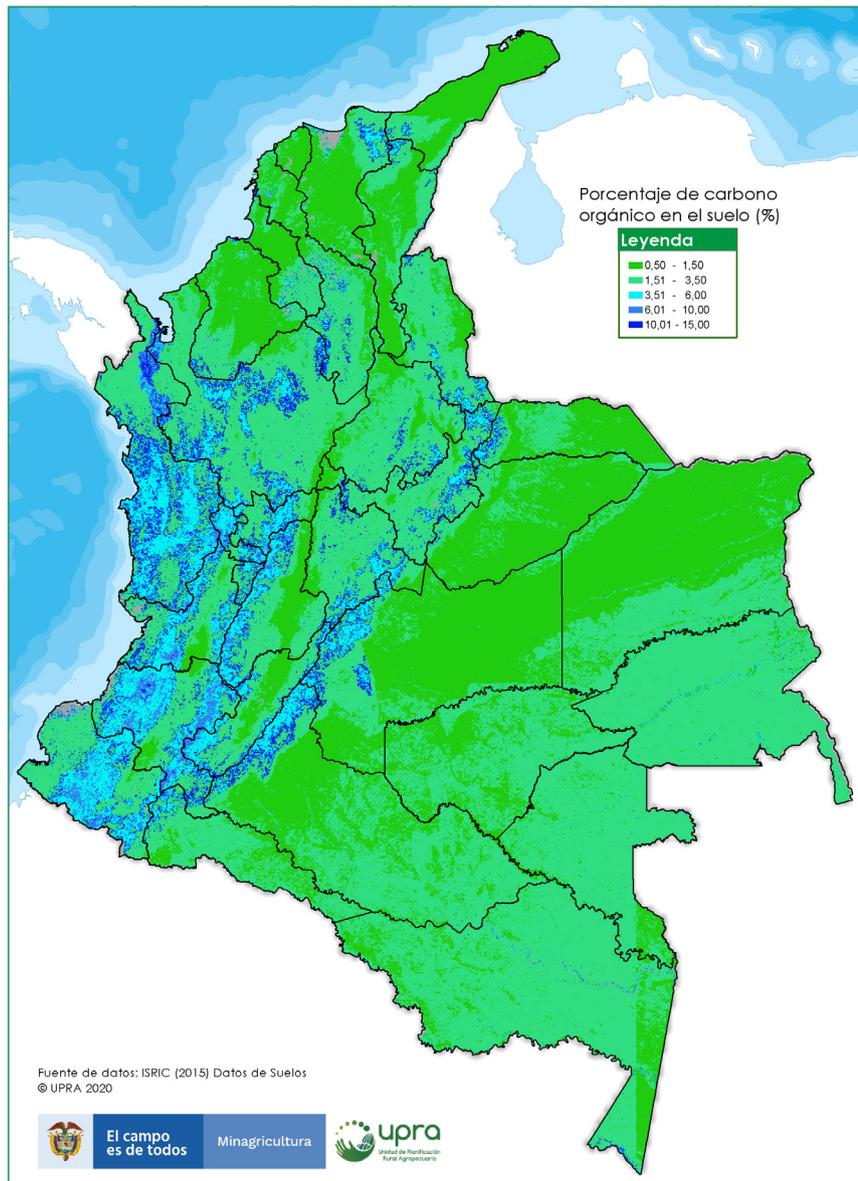
d. Contenido de carbono en el suelo

El contenido de carbono en el suelo se estimó a partir de la información suministrada por ISRIC (Soil World information, 2015), a partir de las capas de porcentaje de C orgánico en el suelo, densidad aparente y porcentaje de fragmentos de más de 2 mm (organic carbon, bulk density, coarse fragments > 2 mm), a 30 cm de profundidad.

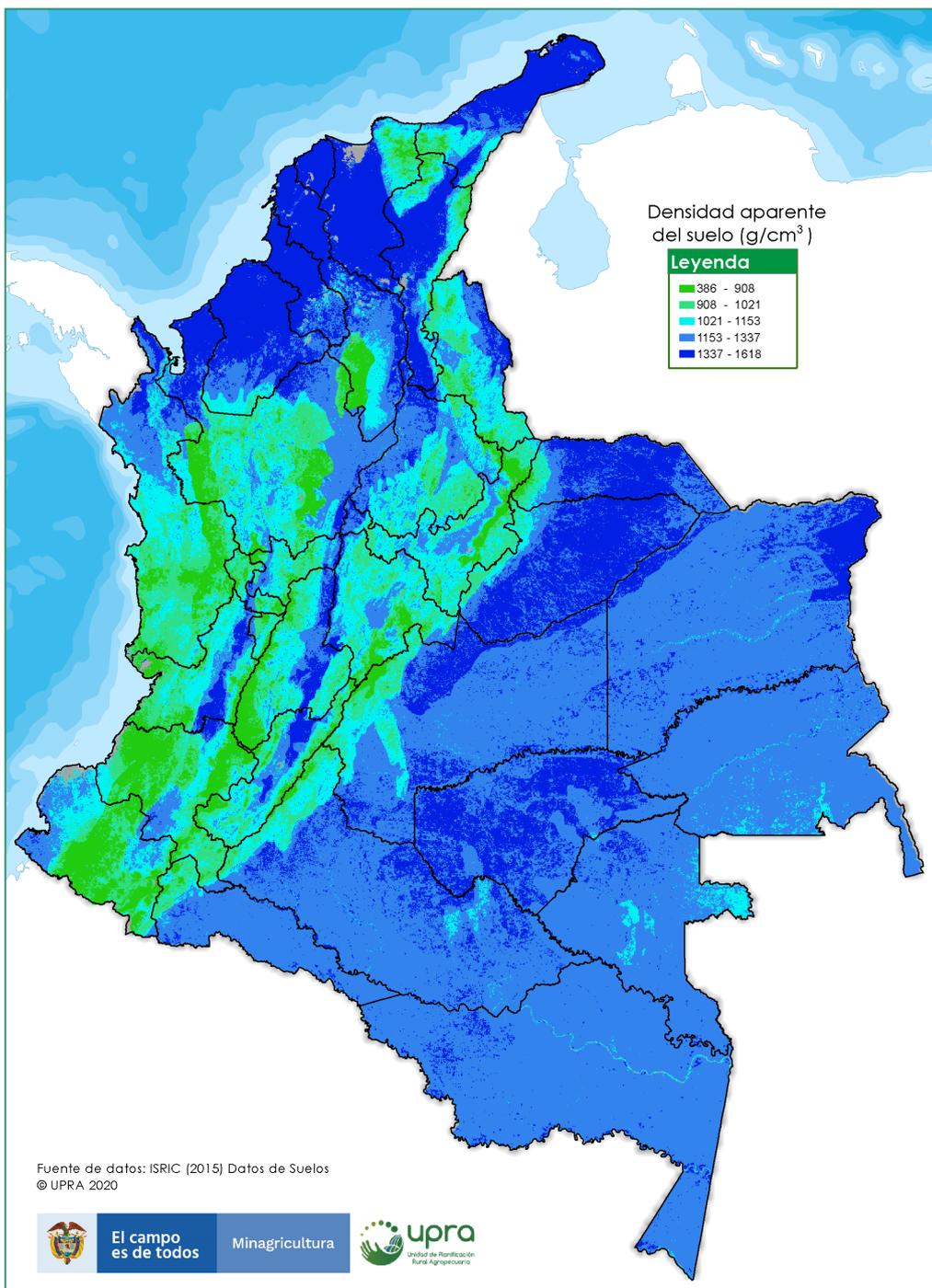
El mapa de carbono orgánico total en el suelo se efectúa por álgebra de mapas mediante la aplicación de la ecuación propuesta por FAO (Comisión Europea, 2013):

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

Porcentaje de carbono orgánico en el suelo

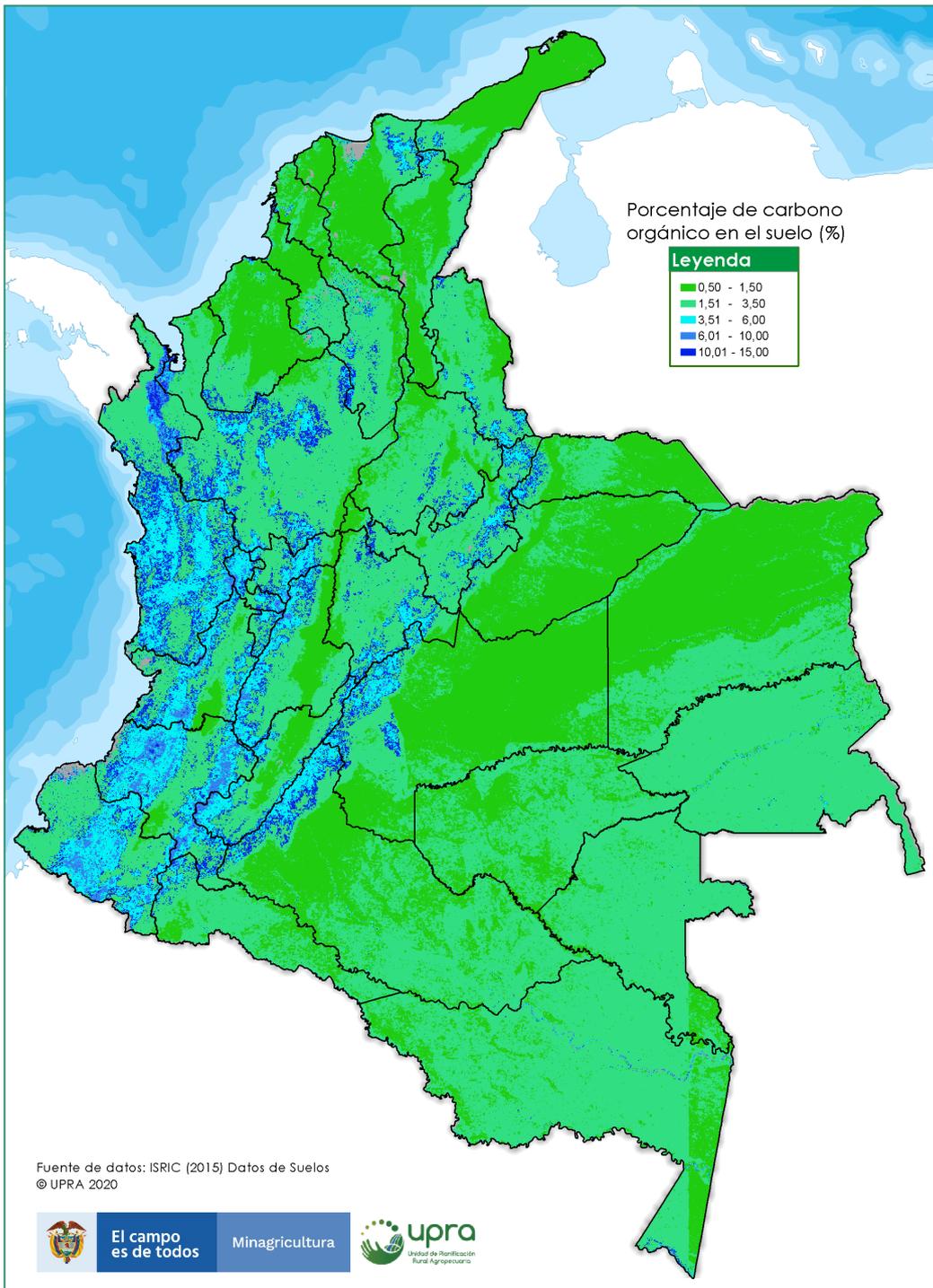


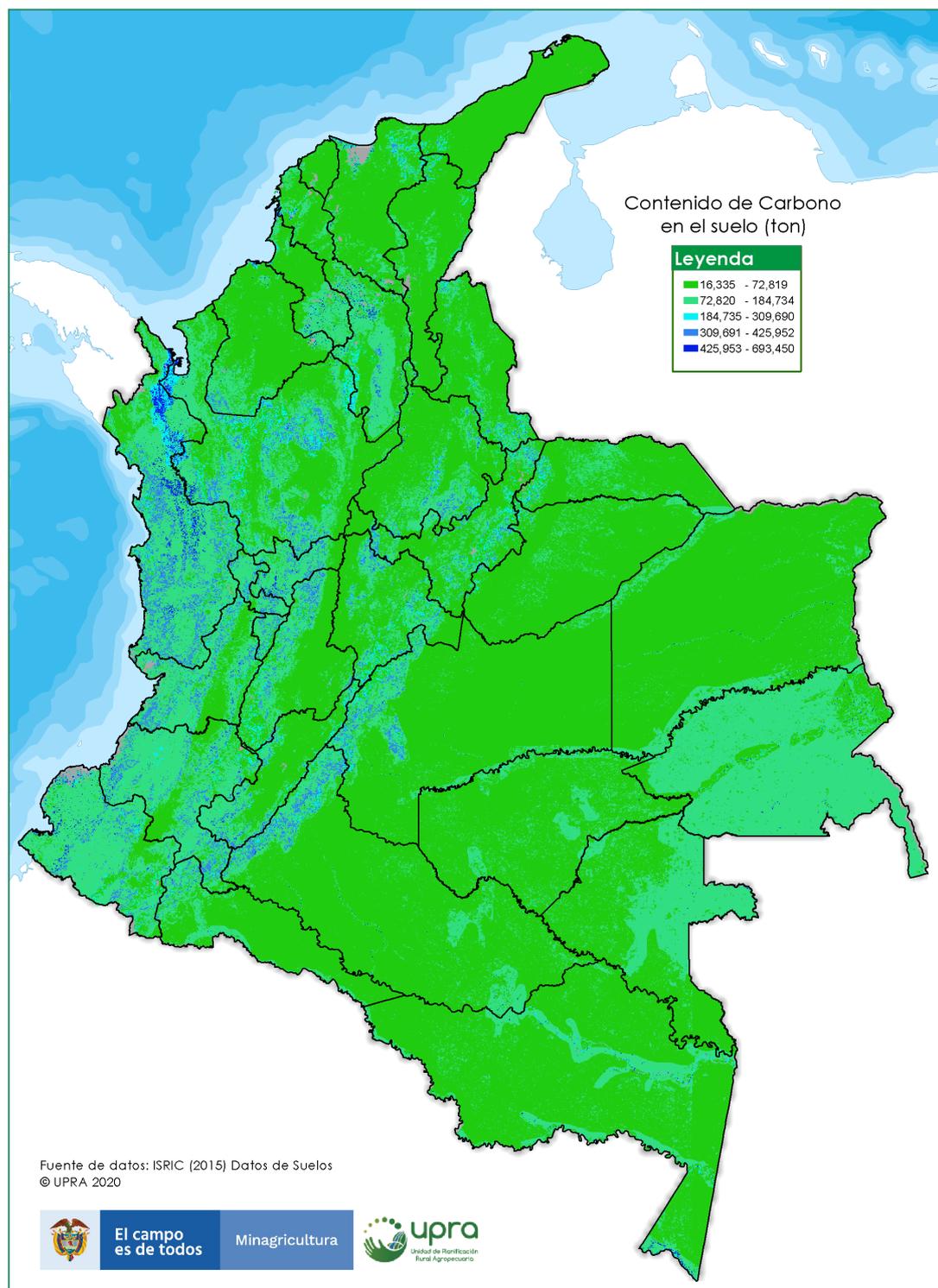
Densidad aparente del suelo



Porcentaje de fragmentos gruesos (> 2 mm) en el suelo

Contenido de carbono en el suelo

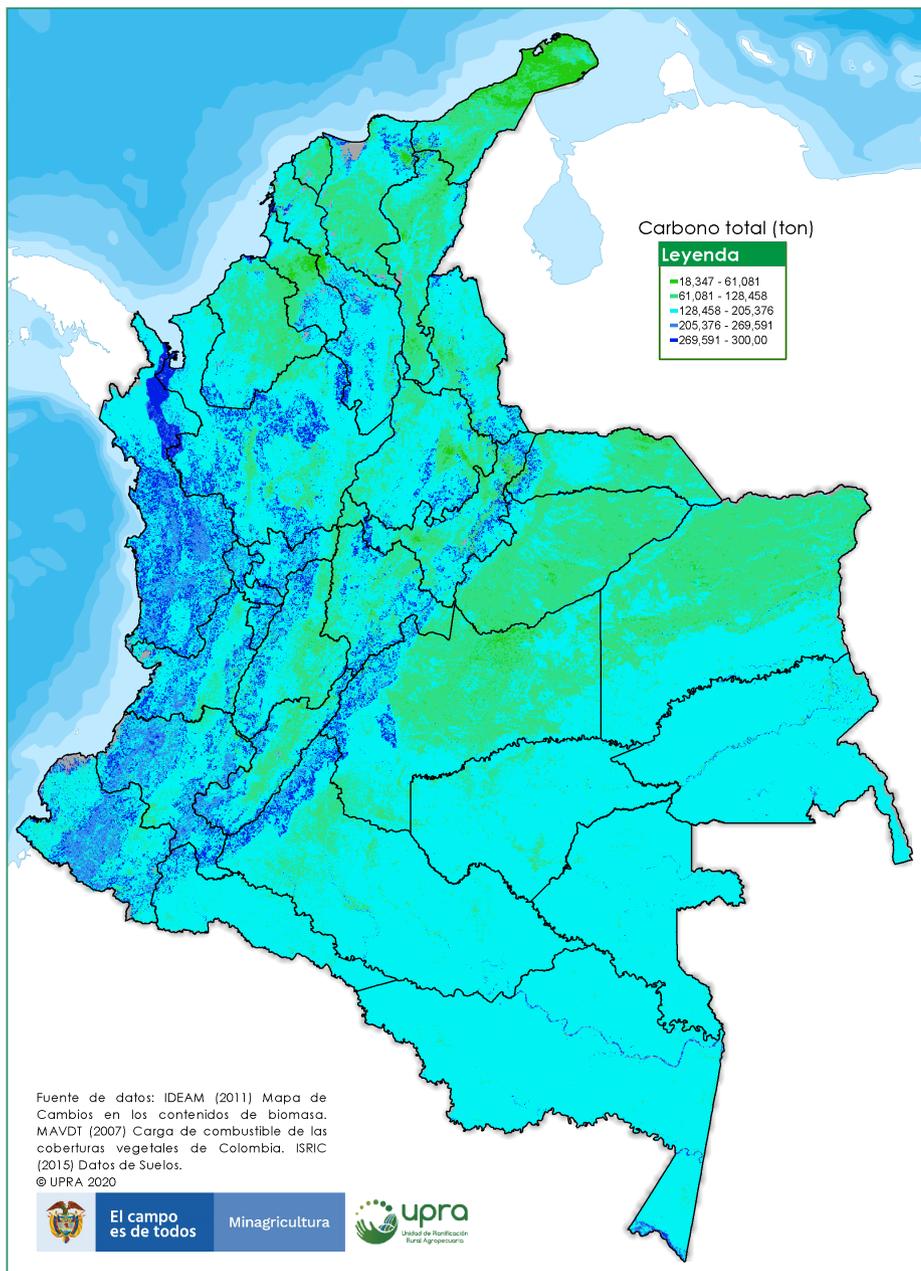




e. Contenido de carbono total

El mapa de carbono total se genera a partir de la suma de los mapas de biomasa vegetal subterránea y carbono orgánico en el suelo.

Contenido de carbono total



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

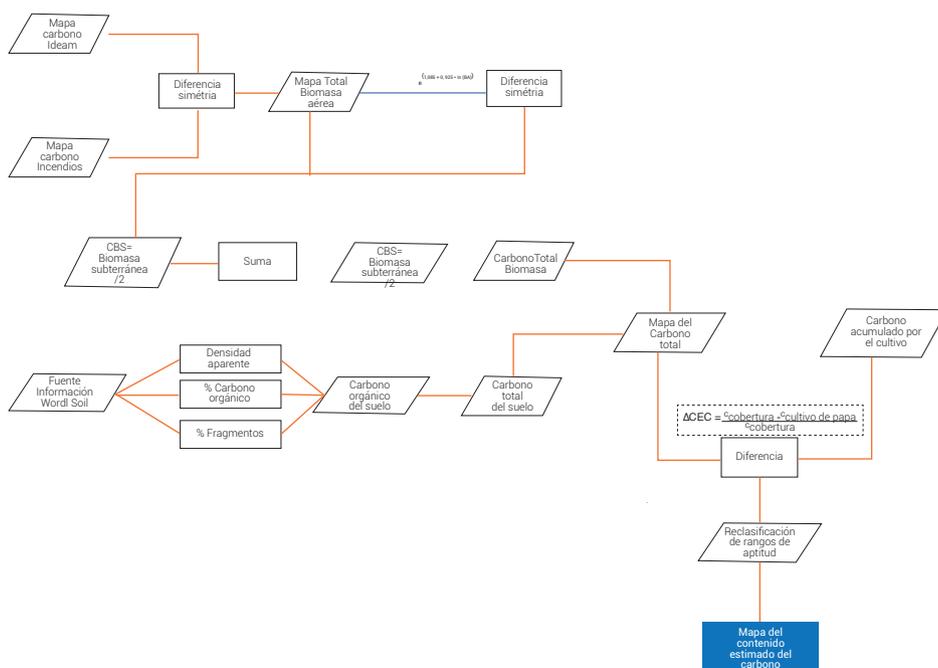
Por otra parte, con el fin de realizar el balance de carbono, se estima la biomasa por hectárea de un cultivo de papa, con base en una producción de tubérculos de 60 t/ha (biomasa subterránea) y, a partir del coeficiente de cultivo, una biomasa de aproximadamente 35 t/ha de ramas y hojas (biomasa aérea), para un total de 95 t/ha de biomasa por ciclo de cultivo. Estos valores representan una cantidad de carbono acumulado de 47,5 t/ha por ciclo, lo que equivale a 95 t/ha año.

La calificación de la aptitud se lleva a cabo mediante la comparación del valor estimado de carbono (valor del pixel o de la unidad de análisis espacial), con el valor de referencia estimado de carbono que captura el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial, con el fin de obtener el mapa de diferencia en carbono total frente al cultivo.

$$\Delta CEC = \frac{C_{COBERTURA} - C_{CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VERIEDAD DIACOL CAPIRO INDUSTRIAL}}{C_{COBERTURA}}$$

De esta forma, dependiendo de la cobertura existente, el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial por establecer puede representar una mayor cantidad de carbono almacenado en comparación con la cobertura actual, en cuyo caso el reemplazo representa una ganancia en términos de la captura (t de carbono/ha año). En otras circunstancias de cobertura actual, el reemplazo puede representar una cantidad capturada semejante o incluso, en otras condiciones, puede significar una menor cantidad de carbono, en cuyo caso se constituye una pérdida en la acumulación neta por modificación de la cobertura, lo cual se traduce en emisiones de carbono a la atmósfera en forma de CO₂.

En la siguiente se presenta un diagrama de flujo que resume la metodología:



RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

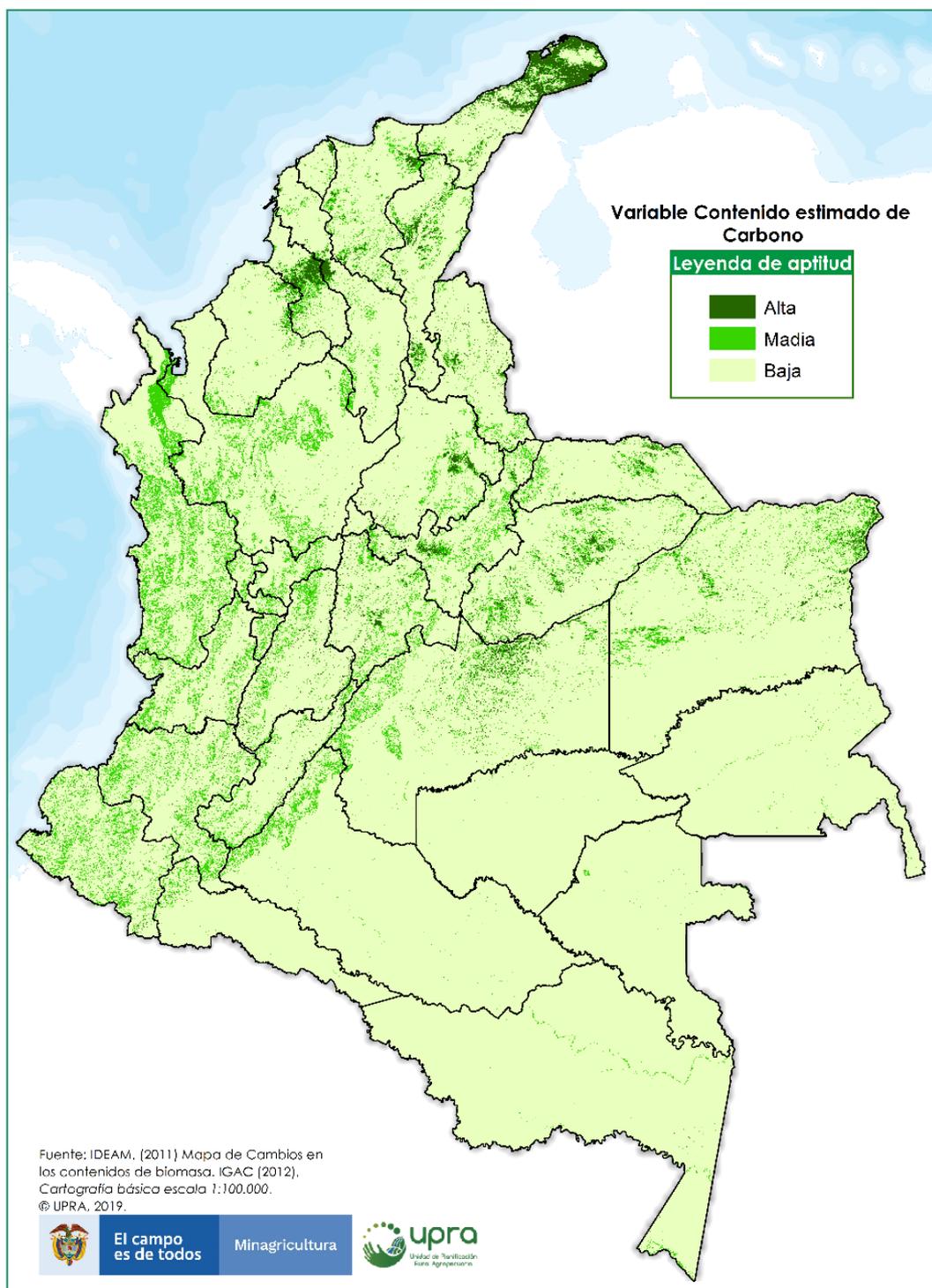
La calificación de la aptitud para el cultivo, desde el punto de vista de esta variable se establece siguiendo los siguientes preceptos:

Descripción	Variación del contenido estimado de carbono (%)	Aptitud
El cultivo es sumidero de carbono	< -20	Alta (A1)
El cultivo está en equilibrio entre emisión y captura de carbono	-20 a 0	Media (A2)
El cultivo es fuente de emisión de carbono	> 0	Baja (A3)

Unidad de análisis

Unidad de Coberturas

VALORACIÓN DEL CONTENIDO ESTIMADO DE CARBONO



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Banco Interamericano de Desarrollo (BID) – Consorcio CUE, 2012. Ministerio de Minas y Energía, proyecto «Estrategias de energía sostenible y biocombustibles para Colombia ATN/JC-10826-CO y ATN/JF-10827-CO». «Evaluación del ciclo de vida de la cadena de producción de biocombustibles en Colombia».
- 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.
- ... (2012). *Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2005-2009, escala 1:100.000*. Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2006). *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*. Vol. 4. Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra. Eggleston, H.; Buendía, L.; Miwa, K.; Ngara T. y Tanabe K. (Eds). Japón: IGES. Recuperado de <<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/vol4.html>>.
- ISRIC - World Soil Information. (2013). *SoilGrids: An Automated System for Global Soil Mapping*. Recuperado de: <<http://soilgrids1km.isric.org>>.
- ISRIC. (2015). *SoilGrids: datos de suelos*.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (MAVDT) (2007). *Carga de combustible de las coberturas vegetales de Colombia, escala 1:500.000*.
- Phillips, J.; Duque, A.; Cabrera, K.; Yepes, A.; Navarrete, D.; García, M.; Álvarez, E.; Cabrera, E.; Cárdenas, D.; Galindo, G.; Ordóñez, M.; Rodríguez, M. y Vargas, D. (2011). *Estimación de las reservas potenciales de carbono almacenadas en la biomasa aérea en bosques naturales de Colombia*. Bogotá: Ideam. 32 p.
- Stern, N. (2007). *Stern Review: The Economics of Climate Change*. Inglaterra: Cambridge University Press.

3. Fichas metodológicas del componente socioeconómico

3.1. Criterio Dinámica del Mercado de Tierras

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO	
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL
COMPONENTE: socioeconómico SUBCOMPONENTE: económico	
CRITERIO ASOCIADO: dinámica del mercado de tierras	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica
	Análisis jerárquico
	Exclusión legal
	Condicionante
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO	
<ul style="list-style-type: none"> • Tamaño predial, expresado como predios (ha). • Avalúo catastral rural, expresado en pesos/ha. • Arriendo rural, expresado en pesos/ha. • Tendencia a la formalidad, expresada como predios. 	
DEFINICIÓN	
<p>Busca mostrar el impacto del tamaño, la formalidad, el arriendo rural y el precio de los predios a través de la utilización del avalúo catastral como un <i>proxi</i> de su tendencia, en la actividad agrícola, con el fin de focalizar las inversiones en este sector.</p>	
IMPORTANCIA DEL CRITERIO	
<p>Permite orientar al productor o inversionista sobre las posibilidades de acceso a la tierra –a través de compra o arriendo– para el desarrollo rentable de la actividad productiva, además de entregar una presunción de predios que puedan brindar seguridad al acceso de derechos de propiedad, orientando a un nuevo actor, de sus posibilidades de acceso a tierra o a los ya propietarios, para que puedan ampliar sus áreas productivas y así ser más competitivos.</p> <p>Un productor busca predios de un tamaño óptimo para la actividad, formal y económico, para desarrollar su actividad. La dinámica inmobiliaria del país, en general, no permite esta combinación.</p>	
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO	
<p>En el país no se dispone de información sobre precios comerciales del suelo, por lo que se debe acudir al avalúo catastral como un <i>proxi</i> que, a pesar de haber sido indexado a 2016, parte de información desactualizada en la mayoría de los municipios.</p> <p>Asimismo, la desactualización de la información, limita los análisis realizados de formalidad, ya que la fuente es la misma: los registros 1 y 2 de los catastros nacionales.</p> <p>También se limita por la existencia de zonas del país, donde aún no se cuenta con procesos de formación catastral; por ende, no hay información física, económica, ni jurídica. Estas zonas corresponden a 12 corregimientos y 68 municipios, ubicados en 15 departamentos.</p> <p>En la actualidad, tampoco se cuenta con información de arriendos compilada, organizada y georreferenciada a nivel nacional.</p>	
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO	
<p>En el análisis de cada una de las variables, ninguna presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).</p>	

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

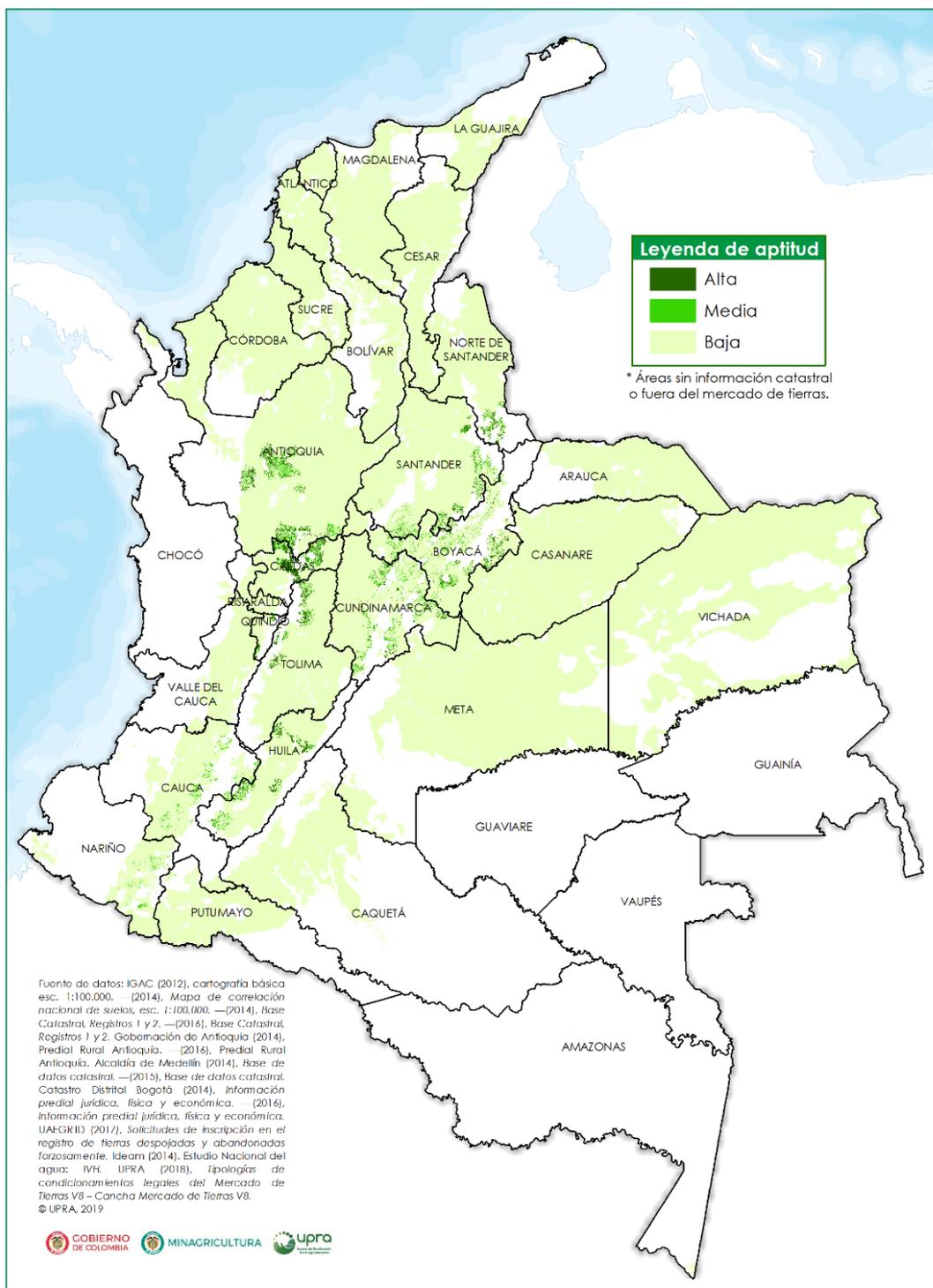
El criterio se construyó a partir de las variables que lo componen, calificando por el más limitante. Las variables califican los municipios según categorías de aptitud así: aptitud alta (A1); aptitud media: (A2) y aptitud baja (A3).

Criterio de Calificación	Aptitud
Municipios con todas las variables en A1	Alta (A1)
Municipios A2 en cualquier variable que no tenga A3	Media (A2)
Municipios A3 en cualquier variable	Baja (A3)

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Variables	Unidad de medida	Aptitud		
		Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)
Tamaño predial	Pedios (ha)	20-340	5-20	< 5 y > 340
Avalúo catastral rural	Pesos/ha	< 4 millones	4 millones - 10 millones	> 10 millones
Arriendo rural	Pesos/ha	< 1,2 millones	1,2 millones - 2 millones	> 2 millones
Tendencia a la presunta formalidad	Pedios	Con matrícula inmobiliaria sin presunción de informalidad	-	Sin interrelación catastro - registro, predios sin matrícula inmobiliaria; predios con falsa tradición, predios con mejoras y predios con Resolución de inscripción en el registro 1 de la Ley de tierras despojadas y abandonadas forzosamente

CRITERIO DINÁMICA DEL MERCADO DE TIERRAS



FUENTES DE INFORMACIÓN	
•	Alcaldía de Medellín. (2014). <i>Base de datos catastral</i> .
•	... (2015). <i>Base de datos catastral</i> .
•	Catastro Distrital Bogotá. (2014). <i>Información predial jurídica, física y económica</i> .
•	... (2016). <i>Información predial jurídica, física y económica</i> .
•	DANE. (2018). SIPSA. <i>Arrendamientos trimestrales</i> . Bogotá: DANE.
•	Gobernación de Antioquia. (2014). <i>Predial Rural Antioquia</i> .
•	... (2016). <i>Predial Rural Antioquia</i> .
•	IGAC. (2012). <i>Cartografía básica escala 1:100.000</i> . Bogotá: IGAC.
•	... (2014). <i>Base catastral, Registros 1 y 2</i> .
•	... (2016). <i>Base catastral, Registros 1 y 2</i> .
•	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (Minagricultura). (2017). <i>Resolución 128 de 2017. «Por medio de la cual se adoptan las Bases para la Gestión del Territorio para usos agropecuarios y los Lineamientos de su estrategia de planificación sectorial agropecuaria»</i> Artículo 5 numeral 6. Recuperado de: https://www.upra.gov.co/documents/10184/13821/POL%C3%8DTICA+DE+ORDENAMIENTO+PRODUCTIVO+Y+SOCIAL+DE+LA+PROPIEDAD+RURAL+%28RESOLUCI%C3%93N+128+DE+2017+DEL+MADR%29/af61b286-7e3e-447e-aebd-5c892b5bb407
•	UAEGRTD. (2017). <i>Solicitudes de inscripción en el registro de tierras despojadas y abandonadas forzosamente</i> .
•	UPRA. (2018). <i>Tipologías de condicionantes legales del mercado de tierras V8 – cancha mercado de tierras V8</i> . Bogotá: UPRA.

3.1.1. Variable tamaño predial

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE	
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO SUBCOMPONENTE: ECONÓMICO	
CRITERIO ASOCIADO: DINÁMICA DEL MERCADO DE TIERRAS	
VARIABLE: tamaño predial	UNIDAD DE MEDIDA: área de predios (ha)
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica
	Análisis jerárquico
	Exclusión legal
	Condicionante
DEFINICIÓN	
Superficie de terreno en rangos de tamaños definidos de acuerdo con las dimensiones consideradas óptimas para una productividad competitiva.	
Para efectos de la presente zonificación de aptitud, se considera el tamaño de los predios, asignada a partir de la información catastral vigente con información predio a predio del ámbito rural (IGAC, 2016).	
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, la cual a su vez tiene una estrecha relación con el tamaño de la unidad de producción.	
Por tratarse de una explotación tecnificada con destino industrial, a mayor extensión del predio, se mejoran las condiciones de competitividad de esta actividad agrícola.	

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

Los rangos adoptados para la espacialización de los valores de la variable se clasificaron de acuerdo al grado de aptitud: alta (A1), media (A2) y baja (A3).

Área de predios (ha)	Aptitud
20-340	Alta (A1)
5-20	Media (A2)
< 5 y > 340	Baja (A3)

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La fuente de información para la medición de la variable es la base predial del IGAC, que en muchos municipios esta desactualizada; no cuenta con datos para 84 municipios.

Las áreas registradas en el catastro en la mayoría de casos corresponden a las indicadas en los títulos de dominio, bajo la figura de cuerpo cierto, y no a la superficie real sobre la cual se ejerce dominio o posesión.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**1. Información.**

IGAC. 2012. Cartografía básica, escala 1:100.000,

IGAC. 2016. Base predial, registros 1 y 2, vigencia 2016.

2. Precisiones de la información.

Para la definición del tamaño tipo de los predios rurales a nivel municipal, se tuvieron en cuenta únicamente los predios con destino económico agropecuario, los cuales representan el 81,89 % de la base total del predial municipal de 2016 y el 90,29 % del área total registrada en el catastro.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

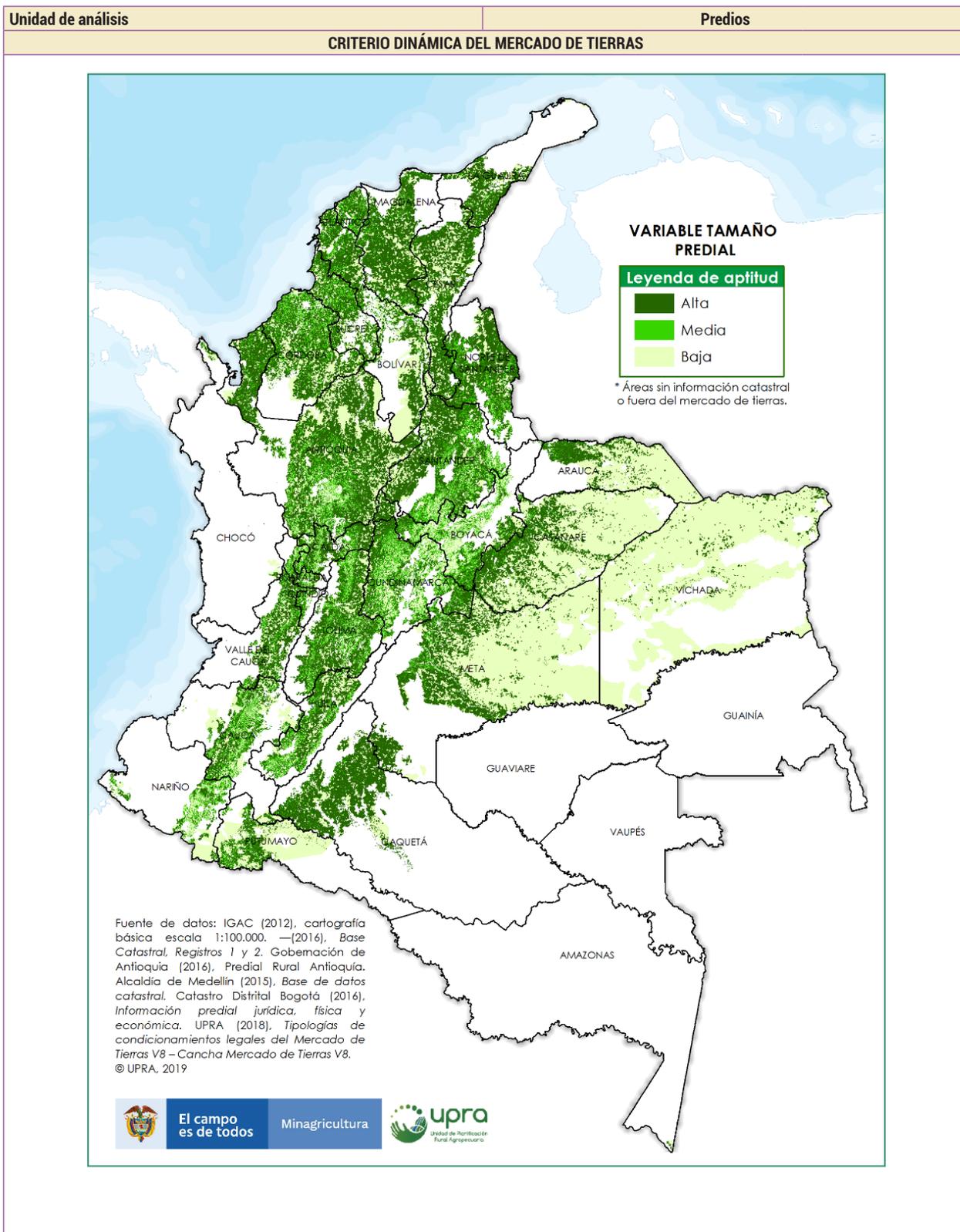
Los puntos de corte para las categorías de aptitud se definieron teniendo en cuenta la información de profesionales vinculados a las industrias de procesamiento de papa y los técnicos de Fedepapa que explican que el área mínima para que permita mecanización, se obtengan beneficios de la tecnificación en labores culturales, que la industria tenga de un solo predio suficiente materia prima de la calidad exigida para el cultivo de papa Diacol.

Dicha área es suficiente para dejar al productor un equivalente de dos salarios mínimos mensuales legales vigentes, cálculo que se realiza para la fecha de este ejercicio.

Como una forma de dar soporte y validar lo antes expuesto y con el fin de poder proponer un área máxima predial para el desarrollo rentable de la actividad se realizó el siguiente ejercicio, se revisaron las área reportada por el censo nacional agropecuario del cultivo, se consultó la cobertura *Corine Land Cover*, ambas fuentes se cruzaron con las bases catastrales del IGAC y catastros descentralizados de predios privados sin afectación por exclusiones legales, esto permitió evidenciar áreas promedios, modas y máximas de los predios sembrados de papa en el país actualmente, con base en esta información se determinó el área de 340 hectáreas como máxima, –que corresponde al predio más grande sembrado en el país actualmente con papa–, realizando la presunción de que los costos de producción se incrementarían tanto que ya no serían óptimos para el desarrollo competitivo de la actividad por encima de esta área.

4. Clasificación por categoría de aptitud.

El tamaño de los predios rurales se definió de acuerdo a los siguientes rangos de aptitud: aptitud alta (A1): mayor de 20 ha y menor de 340 ha; aptitud media (A2): entre 5 ha y 20 ha, y aptitud baja (A3): menor de 5 ha y mayor de 340 ha.



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Alcaldía de Medellín. (2015). *Base de datos catastral*.
- Catastro Distrital Bogotá. (2016). *Información predial jurídica, física y económica*.
- Gobernación de Antioquia. (2016). *Información Predial Rural Antioquia*.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _ (2016). *Base Catastral, Registros 1 y 2*. Bogotá: IGAC.
- UPRA. (2018). *Tipologías de condicionantes legales del mercado de tierras V8 – cancha mercado de tierras V8*. Bogotá: UPRA.

3.1.2. Variable avalúo catastral rural

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE	
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO SUBCOMPONENTE: ECONÓMICO	
CRITERIO ASOCIADO: DINÁMICA DEL MERCADO DE TIERRAS	
VARIABLE: avalúo catastral rural	UNIDAD DE MEDIDA: pesos/ha
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica
	Análisis jerárquico
	Exclusión legal
	Condicionante
DEFINICIÓN	
<p>Determinación, por entidad pública competente, del valor de los predios obtenido mediante investigación y análisis estadístico del mercado inmobiliario. Se determina por la adición de los avalúos parciales practicados independientemente para los terrenos y para las edificaciones en él comprendidos (IGAC, 2011).</p> <p>Esta variable se utiliza como un <i>proxi</i> del precio comercial posible de intercambio de las tierras rurales por hectárea, en ausencia de información de precios comerciales a nivel nacional actualizados, recientes o tomados de fuente directa.</p> <p>El intercambio se entiende como «<i>El conjunto de transacciones o acuerdos, libres de coerción, mediante el cual se realiza el intercambio parcial o total de alguno(s) de los componentes del derecho de propiedad (uso, goce y disposición) de predios rurales que no han sido objeto de exclusiones legales.</i>» (Minagricultura, 2017).</p>	
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE	
<p>Tiene relación directa con el costo de acceso al recurso tierra, con la competitividad de la papa Diacol Capiro, dado que, a menores precios de la tierra (representados por el avalúo catastral), se pueden disminuir los costos de producción (pago por rentas del suelo). Por el contrario, los altos precios de la tierra, originan barreras de entrada a la actividad productiva por ser más exigente en la inversión inicial, generando mayores costos.</p> <p>Las anteriores afirmaciones cuentan con documentación de estudios como los de la UPRA (2014) que considera que «<i>la formación de los precios del suelo tiene en cuenta las rentas del suelo (diferencial, absoluta o monopólica), como la diferencia entre el precio del bien producido y los costos de producirlo, así como el tipo de interés.</i>». De acuerdo con Jaramillo (1998) «<i>los precios de la tierra tienden a reflejar las rentas asociadas a las actividades agropecuarias, incluyendo aquellas derivadas de subsidios, tratamientos preferenciales o acceso a programas gubernamentales.</i>».</p>	
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO	
<p>En el análisis de la variable, no presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).</p>	

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

A la fecha, el país no cuenta con información compilada de precios comerciales del suelo a nivel nacional, por lo que se deben utilizar como un **proxi** de la misma, los avalúos catastrales, que si bien es cierto no pueden dar una información directa de precios, sí muestran una tendencia de los mismos. La UPRA, a 2019, cuenta con precios comerciales de referencia escala 1:100.000 para suelos rurales agropecuarios en 202 municipios del país; sin embargo, la variable requiere una cobertura nacional.

La relación monetaria entre el valor catastral y el precio comercial no es posible determinarla ya que no hay información precisa del porcentaje de adopción entre el comercial y el catastral de los municipios y los catastros rurales en su mayoría están muy desactualizados lo que genera aún mayores brechas entre estos dos valores, sin embargo, el valor catastral sí nos indica una tendencia del precio comercial, es decir indica en dónde puede ser más costoso y en dónde puede ser más económico el precio de la tierra.

Adicionalmente de los 335 municipios actualizados con posterioridad a la expedición de la ley, no se tiene un registro público de cómo manejaron dicho porcentaje entre el 100 % y el 60 %, y si lo aplicaron tal como lo indicó la ley, por lo que no es posible con certeza definir una aproximación nacional de este valor. Estos datos fueron reportados por el IGAC para 2017 en su aplicativo SIGOT.

En cuanto a la información catastral utilizada, en la mayoría de los municipios está desactualizada y existen zonas del país, donde aún no se cuenta con procesos de formación catastral; por ende, no se cuenta con información económica, física y jurídica. Estas zonas corresponden a 12 corregimientos y 68 municipios, ubicados en 15 departamentos, como lo reporta en su estado de gestión catastral rural de 2017, el IGAC.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La fuente de información para la medición de la variable, es la base predial IGAC (2016), Base catastral, registros 1 y 2. Gobernación de Antioquia (2016), Información Predial Rural Antioquía. Alcaldía de Medellín (2015), Base de datos catastral. Catastro Distrital Bogotá (2016). En la actualidad no se encuentran formados 80 municipios de los 1122 del país, por lo que de estos, no se cuenta con información.

La determinación del valor catastral por hectárea, se calculó a partir del avalúo catastral total dividido por el área de terreno, obviando los valores de construcción, partiendo del supuesto que para los predios rurales agropecuarios esta tiene un peso muy bajo y en ausencia de tener los datos desagregados de terreno y construcción de la información fuente.

Teniendo en cuenta que cada uno de los municipios del país tiene una vigencia de actualización catastral diferente, se indexaron todos los avalúos catastrales a 2016, a través de un índice departamental calculado por la UPRA a partir de las tasas de crecimiento del avalúo catastral rural municipal entre vigencias.

Una vez procesada la información y obtenido el valor catastral por hectárea de cada uno de los predios de la base catastral, se agrupan por los rangos señalados según el parámetro establecido.

Adicionalmente, y con el fin de mostrar los predios que permitan una forma eficiente de acceso, se marcan los predios identificados como excluidos del mapa de Condicionamientos legales para el estudio del mercado de tierras V8, clasificando estos predios como en aptitud baja (A3), pero mostrándolos gráficamente en color blanco, para facilitar la lectura del usuario.

Estos condicionamientos legales, permiten establecer, donde es permitido, condicionado – restringido o prohibido efectuar transacciones sobre predios rurales de forma libre y autónoma de acuerdo con la constitución colombiana y las leyes vigentes, definiendo los territorios excluidos o fuera del mercado de tierras, a todos aquellos espacios geográficos del país en los que por expresas prohibiciones de la ley, no se pueden desarrollar actividades agrícolas o agropecuarias, ya que los territorios están dedicados a la preservación, restauración, conocimiento y disfrute o presentan restricciones legales que impiden que se puedan comprar o vender libremente en el mercado por su carácter de inalienables.

Los condicionantes aquí mencionados se relacionan a continuación.

Territorios excluidos del mercado de tierras
Zonas urbanas
Resguardos indígenas
Comunidades negras
Sistema de Parques Nacionales Naturales

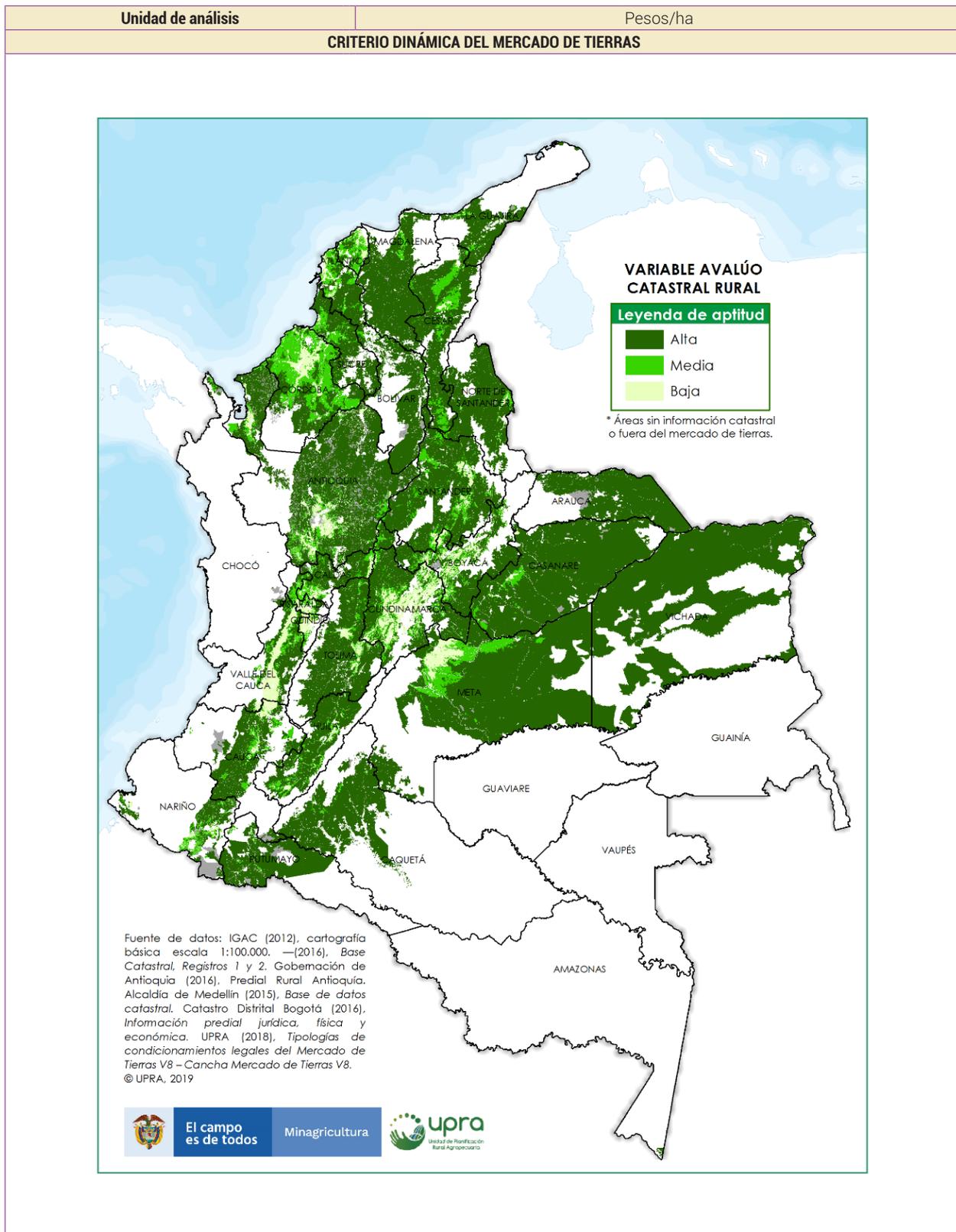
Territorios excluidos del mercado de tierras
Parques Nacionales Naturales
Área Única Natural
Santuario de Flora
Santuario de Flora y Fauna
Vía Parque
Reserva Natural
Áreas protegidas registradas en el RUNAP
Parque Natural Regional
Áreas Arqueológicas
AMEM Preservación (Áreas de manejo especial de la Macarena, Meta)
Reservas Forestales de la Ley 2 sin categorizar y categoría A
Páramos
Áreas de influencia hidrográfica

Es importante indicar que los valores catastrales por hectárea de los predios de las zonas rurales del país, no reflejan el precio comercial y están muy distantes, y que la información que se consulta con gremios y expertos es el precio comercial. Para poder utilizar esta información como insumo de la determinación de los rangos de aptitud del mapa de avalúos catastrales, se aplicó un índice que se calcula con base a la información determinada por el IGAC de porcentaje de adopción de avalúo catastral por departamento.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

Pesos/ha	Aptitud
< 4 millones	Alta (A1)
4 millones - 10 millones	Media (A2)
> 10 millones	Baja (A3)



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Alcaldía de Medellín. (2015). *Base de datos catastral*.
- Catastro Distrital Bogotá. (2016). *Información predial jurídica, física y económica*.
- Gobernación de Antioquia. (2016). *Predial Rural Antioquía*.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- ... (2016). *Base Catastral, Registros 1 y 2*. Bogotá: IGAC.
- ... (2017). *Zonificación de la gestión catastral, actualización rural 2017. Número de municipios actualizados con posterioridad a la expedición de la ley*. SIGOT.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (Minagricultura). (2017). *Resolución 128 de 2017. «Por medio de la cual se adoptan las Bases para la Gestión del Territorio para usos agropecuarios y los Lineamientos de su estrategia de planificación sectorial agropecuaria»*. Artículo 5, numeral 6. Bogotá: MADR
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria. (UPRA). (2018). *Mapa de tipologías de condicionamientos legales del mercado de tierras. V8*. Bogotá: UPRA.
- ... (2018). *Tipologías de condicionantes legales del mercado de tierras V8 – cancha mercado de tierras V8*. Bogotá: UPRA.

3.1.3. Variable arriendo rural

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE	
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO SUBCOMPONENTE: ECONÓMICO	
CRITERIO ASOCIADO: DINÁMICA DEL MERCADO DE TIERRAS	
VARIABLE: arriendo rural	UNIDAD DE MEDIDA: pesos/ha
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica
	Análisis jerárquico
	Exclusión legal
	Condicionante
DEFINICIÓN	
Valor del pago en dinero establecido de manera conjunta, por el propietario quien concede el goce de un predio por un tiempo determinado y el arrendatario quien paga por este goce un precio determinado.	
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE	
Permite estimar el valor del uso del suelo, como factor de costos para un cultivo. La papa de la variedad Diacol Capiro es un cultivo semestral y los productores buscan permanentemente suelos descansados, libres de enfermedades para su desarrollo. El arrendamiento es una de las principales formas para acceder a la tierra.	
VALOR DE EXCLUSIÓN SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO	
En el análisis de la variable no presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).	
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE	
En la actualidad el país no cuenta con información organizada, georreferenciada y pública de cobertura nacional, contando únicamente con la información de arriendos recogida por el DANE, a través del SIPSA, dentro de la información de factores de producción en aproximadamente 142 municipios, siendo esta cobertura una de las mayores limitantes de la variable en ausencia de más información relacionada con el tema.	

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

El DANE tiene como una de sus funciones, brindar información básica para la toma de decisiones en todos los sectores de la economía. El SIPSA es el encargado de informar los precios mayoristas de los productos agroalimentarios que se comercializan en el país, así como la información de insumos y factores asociados a la producción agrícola y el nivel de abastecimiento de alimentos en las ciudades.

2. Precisiones de la información.

El método de recolección de la información del SIPSA se basa en el documento técnico «Metodología general Sistema de Información de Precios y Abastecimiento del Sector Agropecuario –SIPSA_P» (DANE, 2017).

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Dentro del proceso de supervisión y análisis de la información de SIPSA_P se cuenta con una serie de actividades y de acompañamientos aleatorios para detectar comportamientos especiales o atípicos que produzcan variaciones en la información de precios. Con esto se busca ejecutar y garantizar el control de calidad de la información.

El comportamiento de la dinámica en arriendos muestra que, a mejor calidad de la tierra y menor disponibilidad a su acceso para ser arrendada, el canon tiende a ser mayor; es decir, a menor oferta y mayor calidad de suelo, mayores precios de arriendo, comportamiento que no se relaciona directamente con el precio de la tierra sino con la rentabilidad del producto para el cual se requiere.

Es así como en la zona sur del país donde la tierra tiene potencialidades para el cultivo de papa y en la que por tradición el arriendo en términos monetarios no es muy común, se reportan por parte del SIPSA, los valores más altos de arriendo anual, hecho que también se relaciona con la limitada cantidad de tierra agropecuaria sin condicionantes legales disponible para el mercado de tierras. Por ejemplo, en la zona nariñense la tierra disponible para actividades agropecuarias es de menos del 30 % del total de su territorio.

4. Clasificación por aptitud.

El proceso para la clasificación por aptitud se realizó de la siguiente manera. Se tomó como base de la información económica los arriendos levantados por el SIPSA para el año 2018 relacionados con el cultivo de papa y con el cultivo genérico agrícola, para los municipios reportados en la EVA como productores de papa.

Una vez seleccionados los datos, se depuro la base dejándolos todos en la misma unidad.

Estos datos fueron convertidos en 14 rangos de valor de arrendamiento por municipio resultantes del análisis de los datos por pendiente y si tenían agua o no. Estos rangos se clasificaron en alta (A1); media (A2) y baja (A3), por criterio experto, siendo los más bajos los de mejor aptitud.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Se seleccionaron de la base del SIPSA, los municipios relacionados en la EVA como productores de papa; se llevó toda la información a hectárea por año y se generaron 14 rangos, estos relacionados directamente con los datos reportados de pendiente y agua.

Rango	Valor/ha	Aptitud
1	\$ 500.000 - \$ 600.000	A1
2	\$ 700.000 - \$ 800.000	A1
3	\$ 900.000 - \$ 1.000.000	A1
4	\$ 1.100.000 - \$ 1.200.000	A2
5	\$ 1.300.000 - \$ 1.400.000	A2
6	\$ 1.500.000 - \$ 1.600.000	A2
7	\$ 1.700.000 - \$ 1.900.000	A2
8	\$ 1.800.000 - \$ 2.000.000	A3
9	\$ 2.700.000 - \$ 2.900.000	A3
10	\$ 3.000.000 - \$ 3.200.000	A3
11	\$ 3.300.000 - \$ 3.500.000	A3
12	\$ 3.600.000 - \$ 3.900.000	A3
13	\$ 4.000.000 - \$ 4.200.000	A3
14	\$ 4.300.000 - \$ 4.500.000	A3

Para realizar la georreferenciación de los datos se realizaron las siguientes clasificaciones.

Dato SIPSA	Clasificación final
Plano	Pendiente del (0-7) fases (a-b)
Plano inclinado	Pendiente del (7-12) fase (c)
Inclinado ondulado	Pendiente del (12-25) fase (d)
Quebrado pendiente	Pendiente mayor del (25) fases (e-f-g)

En cuanto al tema del agua, se clasificó tomando el mapa de apropiación de agua para papa de la variedad Diacol Capiro.

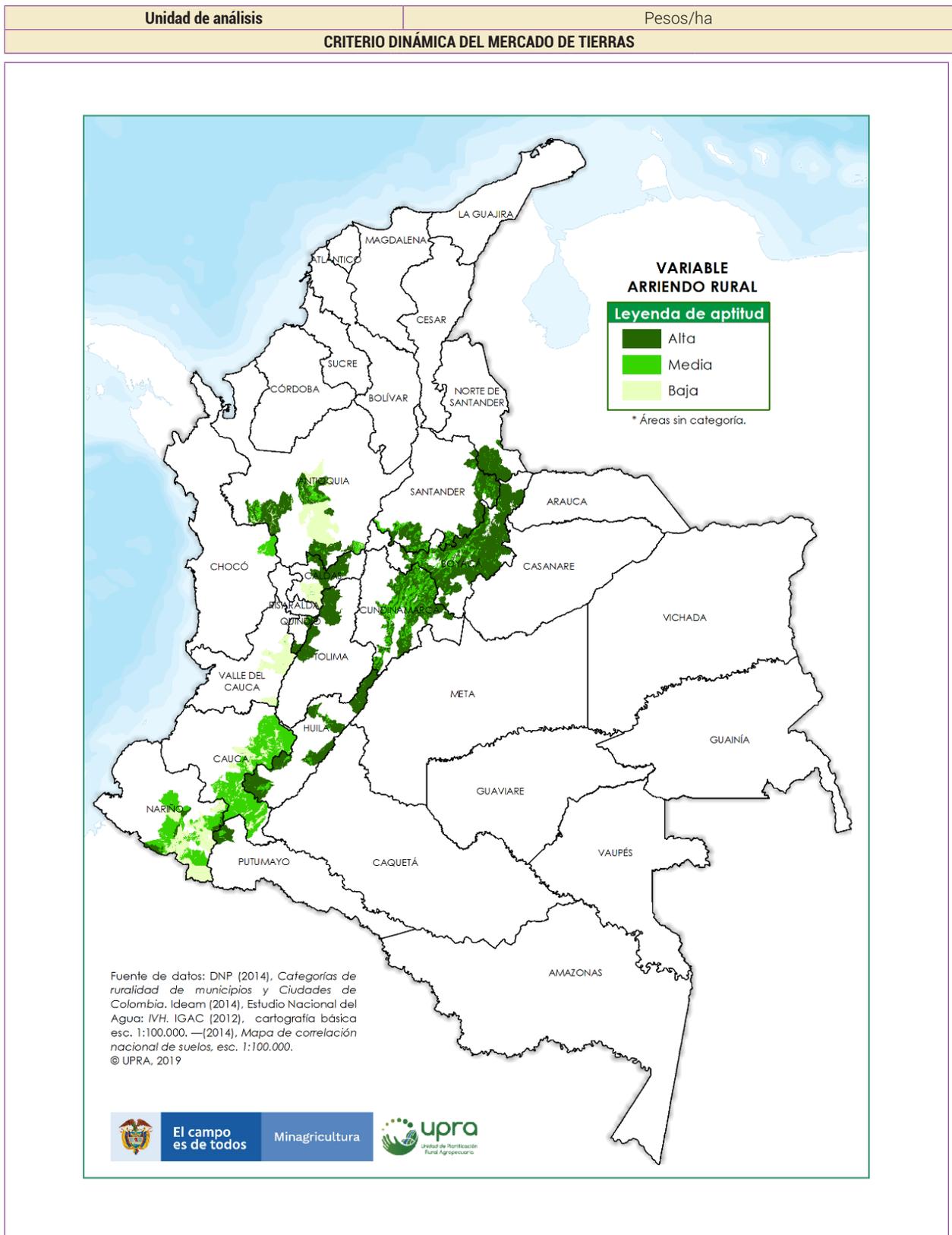
Dato SIPSA	Clasificación
Con agua	A1, A2
Sin agua	A3

Como no todos los municipios productores reportan información, se proyectó mediante el vínculo de región y categoría de ruralidad del DNP.

Regiones	Categorías de ruralidad
Eje Cafetero Caribe Bogotá Centro Oriente Centro Sur Pacífico Llanos	Rural Rural disperso Intermedios Ciudades y aglomeraciones

La aptitud resultante se relaciona en la siguiente tabla:

Pesos/ha	Aptitud
< 1,2 millones	Alta (A1)
1,2 millones - 2 millones	Media (A3)
> 2 millones	Baja (A3)



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Departamento Nacional de Estadística. (DANE). (2019). *SIPSA, información de insumos y factores asociados a la producción agrícola*. Bogotá: DANE
- Departamento Nacional de Planeación. (DNP). (2015). *El campo colombiano: un camino hacia el bienestar y la paz. Informe detallado de la Misión para la Transformación del Campo*. Bogotá: DNP
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- ... (2014). *Mapa de correlación de suelos. Fases por pendiente*. Bogotá: IGAC
- UPRA. (2019). Mapa de la variable apropiación de agua para el cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial. Bogotá: UPRA.

3.1.4. Variable tendencia a la formalidad

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE	
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO SUBCOMPONENTE: ECONÓMICO	
CRITERIO ASOCIADO: DINÁMICA DEL MERCADO DE TIERRAS	
VARIABLE: tendencia a la formalidad	UNIDAD DE MEDIDA: predios
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica
	Análisis jerárquico
	Exclusión legal
	Condicionante
DEFINICIÓN	
<p>Conjunto de situaciones inmobiliarias, técnicas y jurídicas sobre la propiedad de los predios tanto públicos como privados, que proporciona seguridad jurídica a la propiedad, acorde al principio constitucional del derecho a la propiedad privada.</p> <p>Por el contrario, «la informalidad puede ser legal o ilegal, o estar en una frontera ambigua entre ambas. La inestabilidad e irregularidad de los ingresos en el sector informal de trabajo, activa una lógica particular de los circuitos monetarios y formas de intercambio en los mercados informales, basada precisamente en la confianza.» (UPRA, 2015).</p>	
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE	
<p>Contribuye al sector brindando una orientación para la inversión en compra, arriendo u otras formas de acceso a la tierra, pues indica cuales son los predios que, podrían garantizar el derecho a la propiedad y cuáles pueden presentar algunas o muchas dificultades, al suministrar información sobre la seguridad y accesibilidad a los derechos de propiedad, pudiendo propiciar el aumento a los incentivos para invertir y facilita el acceso al crédito y beneficios agropecuarios, ya que los derechos de propiedad incentivan el uso eficiente de la tierra y las inversiones, porque reducen las asimetrías de la información y facilitan las transacciones en los mercados financieros (Cepal, 2003).</p> <p>«La seguridad y accesibilidad a los derechos de propiedad sobre la tierra afectan el crecimiento económico de distintas maneras debido principalmente a que: (i) la seguridad aumenta los incentivos para invertir y facilita el acceso al crédito; y (ii) la dificultad en el acceso o inequidad en la distribución de la tierra reduce la productividad en agriculturas rudimentarias (Deiningner, 2003).» (UPRA, 2015).</p> <p>Sin la propiedad jurídica sobre la tierra, los productores rurales tienen poco o ningún acceso al crédito y servicios agropecuarios. La inestabilidad que ocasiona la informalidad de la tenencia, potencia la vulnerabilidad, el riesgo social y los conflictos sociales, económicos y políticos, especialmente en las áreas rurales.</p>	
VALOR DE EXCLUSIÓN SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO	
En el análisis de la variable no presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).	

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Existen zonas del país, donde aún no cuentan con procesos de formación catastral; por ende, no se cuenta con información y los polígonos se representarán cartográficamente en blanco. Estas zonas corresponden a 12 corregimientos y 68 municipios, ubicados en 15 departamentos, reportados en la página del IGAC para la vigencia 2017, en el estado de la gestión catastral rural, así:

Municipios reportados en el SIGOT-2017 del IGAC como no formados

Departamento	Número de municipios o corregimientos
Amazonas	9 corregimientos
Antioquia	1 municipio
Arauca	1 municipio
Boyacá	2 municipios
Cauca	1 municipio
Chocó	21 municipios
Guainía	9 municipios
Guaviare	4 municipios
Huila	3 municipios

Departamento	Número de municipios o corregimientos
Meta	1 municipio
Nariño	19 municipios
Norte de Santander	2 municipios
Putumayo	2 municipios
Tolima	1 municipio
Vaupés	1 municipio y 3 corregimientos

La desactualización de los catastros, la existencia de un número considerable de títulos sin registrar, muchas veces por el desconocimiento de las personas de formalizar los derechos de propiedad con la inscripción de los títulos en registro y catastro, y la falta de interrelación entre el catastro y registro, dificulta que los predios cuenten con la información jurídica actualizada en las bases de datos, para realizar este tipo de ejercicios.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**1. Información.**

Alcaldía de Medellín. 2014. Base de datos catastral.

Catastro Distrital Bogotá. 2016. Información predial jurídica, física y económica.

Gobernación de Antioquia. 2015, Predial rural Antioquia.

IGAC. 2016. Base predial registros 1 y 2, vigencia 2016.

IGAC. 2014. Predios sin interrelación catastro registro, predios con falsa tradición.

URT. 2017. Puntos de los centroides, de los polígonos de las solicitudes que se encuentran espacializadas a octubre 17 de 2017 de los polígonos en estado D (definitivos), hacen referencia a las solicitudes con Resolución de Inscripción en el registro 1 Ley de tierras despojadas y abandonadas forzosamente.

2. Precisiones de la información.

«La informalidad en el país se presenta en ocupaciones sobre terrenos públicos, en posesiones sobre predios ajenos, títulos no registrados, sucesiones ilíquidas, en falsas tradiciones o en posesiones. Al observar los datos del programa de formalización de la propiedad rural del Minagricultura, el 48 % de los 3.946.376 predios rurales que están inscritos en el catastro nacional, no tiene títulos formales» (UPRA, 2015).

Por lo tanto, un alto porcentaje de predios rurales que no tienen título de propiedad válido registrado. Las variables para determinar que los predios tienen formalidad fueron:

1. Predios que en las bases tiene matrícula inmobiliaria y que no cumplen ninguna de las demás variables.
2. Predios que en la base catastral no poseen una matrícula inmobiliaria.
3. Predios identificados en la base catastral 2014 que no tienen interrelación catastro registro.
4. Predios identificados con «Mejoras en predio ajeno» dentro de la base catastral.
5. Predios identificados en la base 2014 con falsa tradición.
6. Predios con Resolución de Inscripción en el registro 1 Ley de tierras despojadas y abandonadas forzosamente.

El argumento considerado para identificar dentro de la base catastral los predios con tendencia a ser informales, es que presentaran alguna de las variables descritas en los numerales del 2 al 6, mientras por exclusión, los primeros serían los que se pueden considerar como formales según las bases.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Se tomó la información jurídica reportada en las bases catastrales nacionales predio a predio con el fin de determinar su tendencia a la formalidad.

4. Clasificación por aptitud.

Los cortes para los rangos de aptitud se definen teniendo en cuenta el criterio experto del grupo de formalización de la UPRA, adquirido del manejo de la información catastral dentro de los estudios realizados para la elaboración del mapa del índice municipal de formalidad y el mapa de áreas disponibles para la formalización de propiedad privada.

Los predios contenidos en aptitud alta (A1), evidencien una condición de formalidad registrada en las bases catastrales ya que tienen matrícula inmobiliaria y son el resultado de excluir de las bases todas las condiciones que se citan para la siguiente aptitud.

La aptitud baja (A3), corresponde a predios con mejoras, falsa tradición y predios con resolución de inscripción en el registro 1 de la Ley de tierras despojadas y abandonadas forzosamente que evidencian, directamente, inconvenientes jurídicos con su titulación y, por ende, se considera que es más probable que tengan problemas en sus condiciones jurídicas y no garantizan seguridad jurídica al productor.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Para este proceso se hace la selección de la base de datos empezando por los predios que tienen mejoras, no interrelacionan en las bases de catastro y registro, predios con falsa tradición, ya que estos son predios que tienen un inconveniente en su titulación y deben necesariamente pasar por un proceso judicial para poder volver a la formalidad; luego se seleccionan los predios que no tienen matrícula inmobiliaria, y finalmente quedan los demás predios que se presumen formales.

Se incluye la información de la URT, de los predios que se encuentran dentro marcados con estado D (definitivos), que hacen referencia a las solicitudes con resolución de inscripción en el registro 1 de la Ley de tierras despojadas y abandonadas forzosamente.

La dinámica del proceso de restitución de tierras que consta de varias fases definidas en los siguientes estados G (georreferenciados), son los polígonos que ya cuentan con trabajo de georreferenciación en campo realizado con la participación del solicitante o de una persona que conozca el predio y sea autorizada por el solicitante, los polígonos en estado D (definitivos), hacen referencia a las solicitudes con Resolución de Inscripción en el registro 1 Ley de tierras despojadas y abandonadas forzosamente; y por último los que tienen estado F (final) corresponden a aquellos que se encuentran en etapa judicial y ya cuentan con sentencia.

Adicionalmente y con el fin de mostrar los predios que permitan una forma eficiente de acceso se incorpora la exclusión del mapa de Condicionamientos legales para el estudio del mercado de tierras, clasificando estos predios con aptitud baja (A3), pero mostrándolos gráficamente en color blanco.

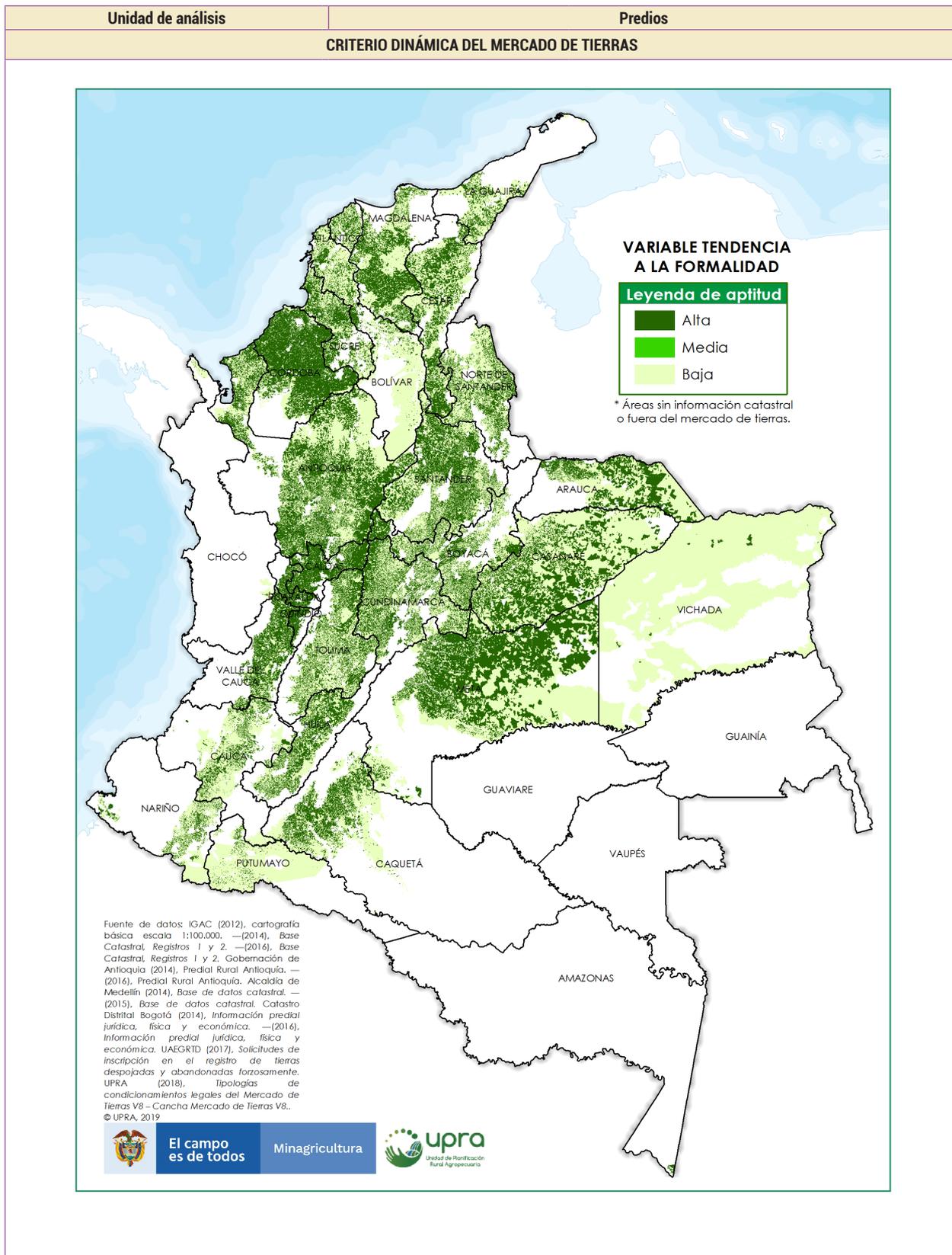
Estos condicionamientos legales, permiten establecer, donde es permitido, condicionado –restringido o prohibido efectuar transacciones sobre predios rurales de forma libre y autónoma de acuerdo con la constitución colombiana y las leyes vigentes. Definiendo los territorios excluidos o fuera del mercado de tierras, a todos aquellos espacios geográficos del país en los que por expresas prohibiciones de la ley, no se pueden desarrollar actividades agrícolas o agropecuarias. Ya que los territorios están dedicados a la preservación, restauración, conocimiento y disfrute o presentan restricciones legales que impiden que se puedan comprar o vender libremente en el mercado por su carácter de inalienables.

Los condicionantes aquí mencionados se relacionan a continuación.

Territorios excluidos del mercado de tierras
Zonas urbanas
Resguardos indígenas
Comunidades negras
Sistema de Parques Nacionales Naturales
Parques Nacionales Naturales
Área Única Natural
Santuario de Flora
Santuario de Flora y Fauna
Vía Parque
Reserva Natural
Áreas protegidas registradas en el RUNAP
Parque Natural Regional
Áreas arqueológicas
AMEM Preservación (Áreas de manejo especial de la Macarena, Meta)
Reservas Forestales de la Ley 2 Sin categorizar y categoría A
Páramos
Áreas de influencia hidrográfica

Zonas urbanas
Resguardos indígenas
Comunidades negras
Sistema de Parques Nacionales Naturales
Parques Nacionales Naturales
Área Única Natural
Santuario de Flora
Santuario de Flora y Fauna
Vía Parque
Reserva Natural
Áreas protegidas registradas en el RUNAP
Parque Natural Regional
Áreas arqueológicas
AMEM Preservación (Áreas de manejo especial de la Macarena, Meta)
Reservas Forestales de la Ley 2 Sin categorizar y categoría A
Páramos
Áreas de influencia hidrográfica

Información jurídica (predios)	Aptitud
Con matrícula inmobiliaria sin presunción de informalidad	Alta (A1)
Sin interrelación catastro – registro, sin matrícula inmobiliaria, con falsa tradición, con mejoras y con resolución de inscripción en el registro 1 de la Ley de tierras despojadas y abandonadas forzosamente.	Baja (A3)



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Alcaldía de Medellín. (2015). *Base de datos catastral*. Medellín: Catastro.
- Catastro Distrital Bogotá. (2016). *Información predial jurídica, física y económica*. Bogotá: UAEDC.
- Gobernación de Antioquia. (2015). *Predial Rural Antioquia*. Medellín: Gobernación Antioquia.
- IGAC. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC.
- _ (2016). *Base predial Registros 1 y 2, vigencia 2016*. Bogotá: IGAC.
- _ (2014). *Predios sin interrelación catastro registro y con falsa tradición*. Bogotá: IGAC.
- _ (2017). *Zonificación de la gestión catastral, actualización rural_2017*. Número de municipios actualizados con posterioridad a la expedición de la ley 1450 de 2011. Resolución 128 de 2017 y anexos del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. SIGOT.
- Unidad administrativa especial de gestión de restitución de tierras despojadas (URT). (2017). *Puntos de los centroides, de los polígonos de las solicitudes que se encuentran espacializadas a octubre 17 de 2017 de los polígonos en estado D (definitivos)*.
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria. (UPRA). (2015). *Mercado de tierras rurales productivas en Colombia. Caracterización, marco conceptual, jurídico e institucional*. Bogotá: UPRA.

3.2. Criterio Infraestructura Y Logística

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO	
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO SUBCOMPONENTE: ECONÓMICO	
CRITERIO ASOCIADO: INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica
	Análisis jerárquico
	Exclusión legal
	Condicionante
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO	
<ul style="list-style-type: none"> • Existencia de cultivos, expresada en área sembrada (ha/año) por municipio. • Cercanía a plantas de transformación, expresada en tiempo de desplazamiento (horas). • Distritos de riego, expresados en polígonos. • Cercanía a centros de servicios, expresada como tiempo de desplazamiento (horas). 	
DEFINICIÓN	
Conjunto de bienes y servicios necesarios para la movilidad y el desarrollo de las actividades de producción, comercialización y distribución de la papa Diacol Capiro con destino al procesamiento industrial.	
IMPORTANCIA DEL CRITERIO	
Indica a los agentes económicos las condiciones de movilidad frente a la cadena de suministros en especial los centros de servicios, las plantas de transformación, la existencia del cultivo, distritos de riego, que pueden limitar o promover la competitividad de la actividad del cultivo de la papa Diacol Capiro con destino al procesamiento industrial, en la interacción con los mercados nacionales.	
Existe una relación directa entre la infraestructura y logística, y la aptitud de una zona. Regiones con mayores facilidades para la movilidad del aparato productivo, ofrecen mejores condiciones para que el cultivo tecnificado de la papa Diacol Capiro para uso industrial, se desarrolle en forma eficiente.	

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

La selección de los centros de servicios se realizó con base en las proyecciones de la población realizadas por el DANE para el año 2016 estimada a partir del censo general de población y vivienda realizado del año 2005 y se tuvieron en cuenta los municipios con población mayor a 30 mil habitantes.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

En el análisis de cada una de las variables, ninguna presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La ponderación del criterio se construyó a partir de la metodología AHP (*Analytic Hierarchy Process*), condensada en la matriz de comparaciones pareadas de 4 variables, de acuerdo con la siguiente tabla:

VARIABLES	Existencia de cultivos	Cercanía plantas de transformación	Distritos de riego	Cercanía a centros de servicios
Existencia de cultivos	1			
Cercanía plantas de transformación	1/3	1		
Distritos de riego	1/5	1/5	1	
Cercanía a centros de servicios	1/5	1/5	1/5	1

La escala de importancia dentro del proceso AHP tiene cuenta la valoración entre pares de variables:

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	

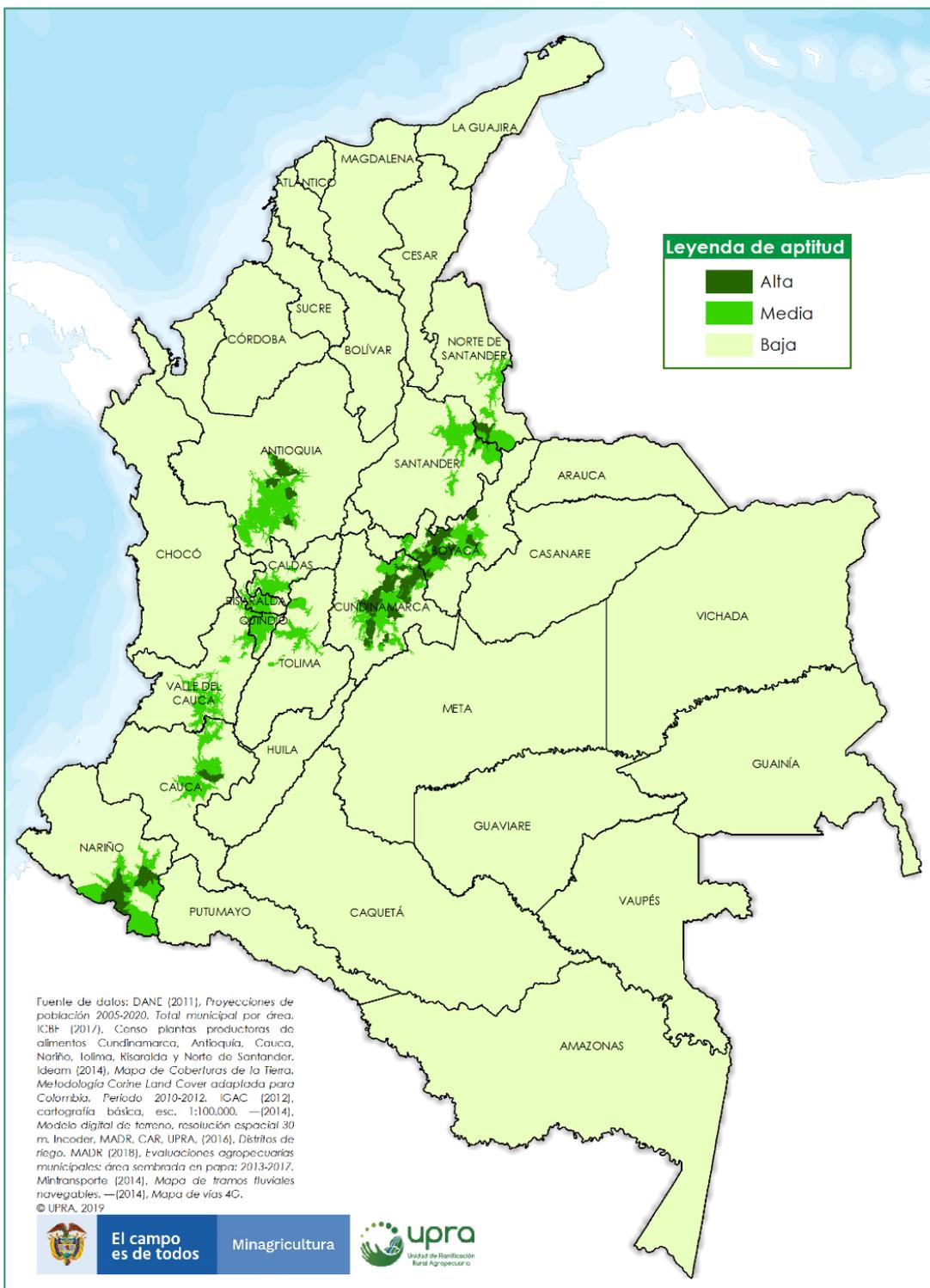
Teniendo en cuenta el software PriEsT (*Priority Estimation Tool*), se calcularon las ponderaciones de cada variable dentro del criterio, de acuerdo con la calificación de los municipios, según categorías de aptitud y para cada categoría de aptitud se asignó un valor así: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

Criterio	Variable	Ponderación (%)
Infraestructura y logística	Existencia de cultivos	51,7
	Cercanía plantas de transformación	30,5
	Distritos de riego	12,4
	Cercanía a centros de servicios	5,4
Total, ponderación		100,0

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Variables	Unidad de medida	Aptitud		
		Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)
Existencia de cultivos	Área sembrada (ha/año) por municipio	$\geq 384,1$	0,67-384,1	Sin información
Cercanía a plantas de transformación	Tiempo de desplazamiento (horas)	$\leq 1/2$ hora	1/2 hora - 1 hora	≥ 1 hora
Distritos de riego	Polígonos	Distritos de riego activos	Distritos de riego inactivos	Sin distritos
Cercanía a centros de servicios	Tiempo de desplazamiento (horas)	$\leq 1/2$ hora	1/2 hora - 1 hora	≥ 1 hora

CRITERIO INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA



FUENTES DE INFORMACIÓN

- DANE (2011), *Proyecciones de población 2005-2020*. Total por municipio 2018.
- ICBF. (2017). *Censo plantas productoras de alimentos Cundinamarca, Antioquia, Cauca, Nariño, Tolima, Risaralda y Norte de Santander* Recuperado de:
<https://www.icbf.gov.co/censo-plantas-alimentos-y-beneficio-animal-cundinamarca>,
<https://www.icbf.gov.co/censo-plantas-alimentos-y-beneficio-animal-antioquia>,
<https://www.icbf.gov.co/censo-plantas-alimentos-y-beneficio-animal-cauca>,
<https://www.icbf.gov.co/censo-plantas-alimentos-y-beneficio-animal-narino>,
<https://www.icbf.gov.co/censo-plantas-alimentos-y-beneficio-animal-tolima>,
<https://www.icbf.gov.co/censo-plantas-alimentos-y-beneficio-animal-risaralda>,
<https://www.icbf.gov.co/censo-plantas-alimentos-y-beneficio-animal-norte-de-santander>
- Ideam. (2014). *Mapa nacional de cobertura de la tierra, Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia. Período 2010-2012*. Bogotá: Ideam
- IGAC. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC.
- Incoder, MADR, CAR, UPRA (2018), Distritos de riego. Minagricultura. (2018). *Evaluaciones agropecuarias municipales: área sembrada en papa 2013-2017*.
- Mintransporte. (2014). *Mapa de tramos fluviales navegables*.
- ... (2014). *Mapa de vías 4G*. Bogotá: Mintransporte.

3.2.1. Variable existencia de cultivos

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE	
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO SUBCOMPONENTE: ECONÓMICO	
CRITERIO ASOCIADO: INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA	
VARIABLE: existencia de cultivos	UNIDAD DE MEDIDA: área sembrada (ha/año) por municipio
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica
	Análisis jerárquico
	Exclusión legal
	Condicionante
DEFINICIÓN	
Registro promedio municipal anual del área sembrada de papa en Colombia entre 2013 y 2017.	
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE	
Incide en la percepción de los agentes económicos con respecto al desarrollo de la producción de papa como un indicador de la oferta de materia prima para las industrias de procesamiento.	
Municipios donde que registran cultivos de papa, se consideran más competitivos porque ofrecen condiciones más propicias para el desarrollo del sector industrial de procesamiento.	
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO	
En el análisis de la variable, no presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).	
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE	
Dificultad al conseguir información de predios georreferenciados. El registro oficial no discrimina variedades por lo que se tomó el área sembrada promedio por municipio.	

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

Minagricultura. 2018. Evaluaciones agropecuarias municipales: área sembrada en papa 2013-2017.

2. Precisiones de la información.

Área promedio sembrada en papa, desde el año 2013 al 2017.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Los puntos de corte para la definición de los agrupamientos por niveles de aptitud en la variable existencia de cultivos se utilizaron, un procedimiento mixto entre el principio de Pareto y el uso de k-medias.

Inicialmente se utiliza el Principio de Pareto para la definición de los municipios con aptitud alta (A1). El principio de Pareto establece una regla 80-20 en la distribución estadística de las variables que describen las causas y consecuencias de un fenómeno.

Inicialmente se organizan en orden descendente los datos de las consecuencias (producción municipal de papa en área) y se analiza el porcentaje acumulado de municipios que reportan producción de papa. Según este principio, el 20 % de las causas (vitales) explica el 80 % de las consecuencias, mientras que el 80 % restante (triviales) explica tan solo el 20 % de las consecuencias.

Se evaluó a los principales municipios productores de papa que acumulan el 80 % del total y se comprobó que el porcentaje acumulado del total del área dedicado a la producción es muy cercano al 20 % del total de municipios que registran producción (67 de 298) (22 %) que fueron calificados con aptitud alta (A1) en esta variable.

Sobre los restantes 221 municipios se aplicó lo propuesto en la metodología de evaluación de tierras, en la que se evalúa la existencia de datos atípicos mediante el criterio de Tukey, que consiste en señalar como atípico aquel dato que se encuentra 1,5 veces el rango intercuartílico por encima del tercer cuartil o por debajo del primer cuartil. Es decir, un dato es atípico si se encuentra por fuera del intervalo:

$$[Q_1 - 1,5 \cdot RI, Q_3 + 1,5 \cdot RI]$$

Donde Q_1 y Q_3 son el primer y tercer cuartil de la distribución de los datos respectivamente y RI es el rango intercuartílico que corresponde a la diferencia $Q_3 - Q_1$. Dado que el resultado es que más del 5 % de datos atípicos la decisión es utilizar el método de k-medias. Para la estimación de los rangos de aptitud media (A2) y aptitud baja (A3) se utiliza la metodología de agrupamientos de las variables socioeconómicas que en este caso indica la necesidad de utilizar el método de K-Medias.

El algoritmo de K-Medias, como otros métodos de agrupamiento parte de una función de aprendizaje no supervisado donde no existen clases predefinidas y sus resultados están fuertemente determinados por el conjunto de datos disponibles y las medidas de similitud o distancia utilizadas para comparar datos. Se busca minimizar la distancia intra-clústeres y maximizar la distancia inter-clústeres, partiendo de la distancia como medida de similitud. Si $d(i,j) > d(i,k)$ indica que el objeto i es más parecido a k que a j . El método de K-medias desarrollado por MacQueen (1967) se basa un único parámetro (número de grupos), definido en este caso en 2, y por tratarse de un agrupamiento univariado no está sesgado por el orden de presentación inicial de los datos.

Los pasos para la estimación del clúster de K-medias fueron los siguientes:

- Se ordenan los datos de mayor a menor o de menor a mayor según incidencia del fenómeno socioeconómico en estudio y su supuesta relación con los niveles de aptitud para la cadena productiva.
- De manera inicial se divide en dos grupos el total de datos disponibles se calcula el centroide (centro geométrico del clúster) que se calcula como base para la construcción de la variable objetivo (distancia). El centroide propuesto es el promedio aritmético de cada agrupamiento.
- Dado que el algoritmo de K-medias busca minimizar la distancia interna (suma de las distancias de los datos de su centroide), se calcula para cada dato el cuadrado de las diferencias de este con los centroides de los clústeres inicialmente calculados (2) y se suman dichos valores para todos los datos del mismo clúster.
- Se asigna cada elemento al clúster cuyo dato sea el mínimo de los dos posibles y se recalculan los centroides con los nuevos agrupamientos.
- Iterativamente, se van actualizando los centroides en función de las asignaciones de puntos a clúster, hasta que los centroides dejen de cambiar.

Como parte del mismo proceso, el procedimiento de K-medias considera una fase de validación que consiste en lo siguiente:

- Evaluar la existencia de clúster que solo están integrados por datos extremos (*outliers*).
- Comparar dos conjuntos de clúster alternativos evaluando su consistencia con los fenómenos socioeconómicos.
- Comparar los resultados de los agrupamientos con los derivados de otras técnicas de agrupamiento para determinar si los resultados están describiendo el fenómeno socioeconómico en estudio.
- La validación se puede desarrollar tanto por criterios internos como externos que aporte información adicional como los relacionados con la entropía y la pureza, como también por criterios internos generados a partir de los propios datos como la suma de los cuadrados de las distancias al interior y entre clúster (cohesión y separación).

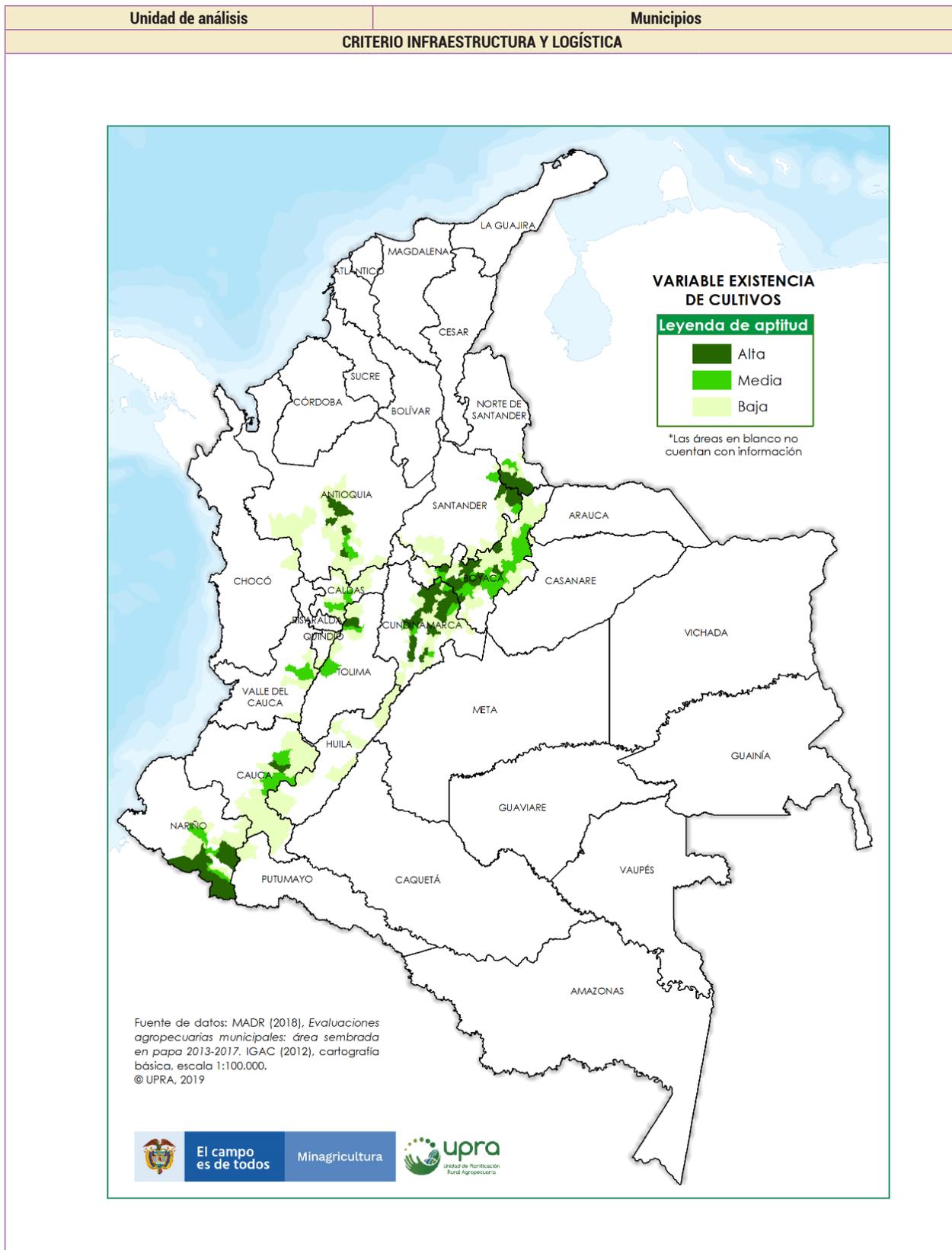
4. Clasificación de los municipios por aptitud.

Al realizar el procedimiento para la variable existencia de cultivos de papa el resultado fue tres agrupamientos, a los que se le asignó la calificación de aptitud, de modo que los rangos quedan definidos de la siguiente manera: aptitud alta (A1): > 384,1 ha; aptitud media (A2): entre 0,67 ha y 384,1 ha, y aptitud baja (A3): municipios sin información.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

Área sembrada (ha/año) por municipio	Aptitud
$\geq 384,1$	Alta (A1)
0,67-384,1	Media (A2)
Sin información	Baja (A3)



FUENTES DE INFORMACIÓN	
•	IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
•	Minagricultura. (2018). Evaluaciones agropecuarias municipales: área sembrada en papa 2013-2017.

3.2.2. Variable cercanía a plantas de transformación

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE	
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO SUBCOMPONENTE: ECONÓMICO	
CRITERIO ASOCIADO: INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA	
VARIABLE: cercanía a plantas de transformación	UNIDAD DE MEDIDA: tiempo de desplazamiento (horas)
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica
	Análisis jerárquico
	Exclusión legal
	Condicionante
DEFINICIÓN	
Facilidad con la que se accede, desde un punto del territorio a una planta de procesamiento industrial donde se transforma el tubérculo fresco en bastones, hojuelas y otros.	
Para efectos de la zonificación de aptitud, esta variable se incorpora como el área de influencia para un tiempo de desplazamiento en horas, a las plantas de transformación.	
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE	
Incide en la percepción de los agentes económicos con respecto a la industrialización de la papa. Zonas más cercanas a las industrias de procesamiento, cuentan con mayores oportunidades para la transformación industrial de la papa variedad Diacol Capiro, en bastones, hojuelas y otros productos.	
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO	
En el análisis de la variable, no presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).	
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE	
Falta de información acerca de la capacidad instalada de las industrias que daría lugar a una clasificación entre grandes, medianas y pequeñas, facilitarían una mejor interpretación de la demanda de materia prima en las zonas.	
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	
<p>1. Información.</p> <p>ICBF. (2017). Censos plantas productoras de alimentos Cundinamarca, Antioquia, Cauca, Nariño, Tolima, Risaralda y Norte de Santander.</p> <p>Fedepapa-FNFP (2019). Base de datos.</p>	
<p>2. Precisiones de la información.</p> <p>Se utilizó la metodología de isócronas empleadas por la UPRA que involucra todos los tipos de vías terrestres, las pendientes de estas, dada su influencia en la velocidad y los tramos fluviales navegables que existían para 2014.</p> <p>Tipos de vías terrestres empleadas en el algoritmo de isócronas:</p> <p>Tipo 1: pavimentada, carretera de dos o más carriles, transitable todo el año.</p> <p>Tipo 2: sin pavimentar, carretera de dos o más carriles, transitable todo el año.</p> <p>Tipo 3: pavimentada, carretera angosta, transitable todo el año.</p> <p>Tipo 4: sin pavimentar, carretera angosta, transitable todo el año.</p> <p>Tipo 5: sin pavimentar, transitable en tiempo seco.</p> <p>Tipo 6: sin afirmado, transitable en tiempo seco.</p>	

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

La cabecera municipal donde se localizan las industrias, son los puntos de referencia.

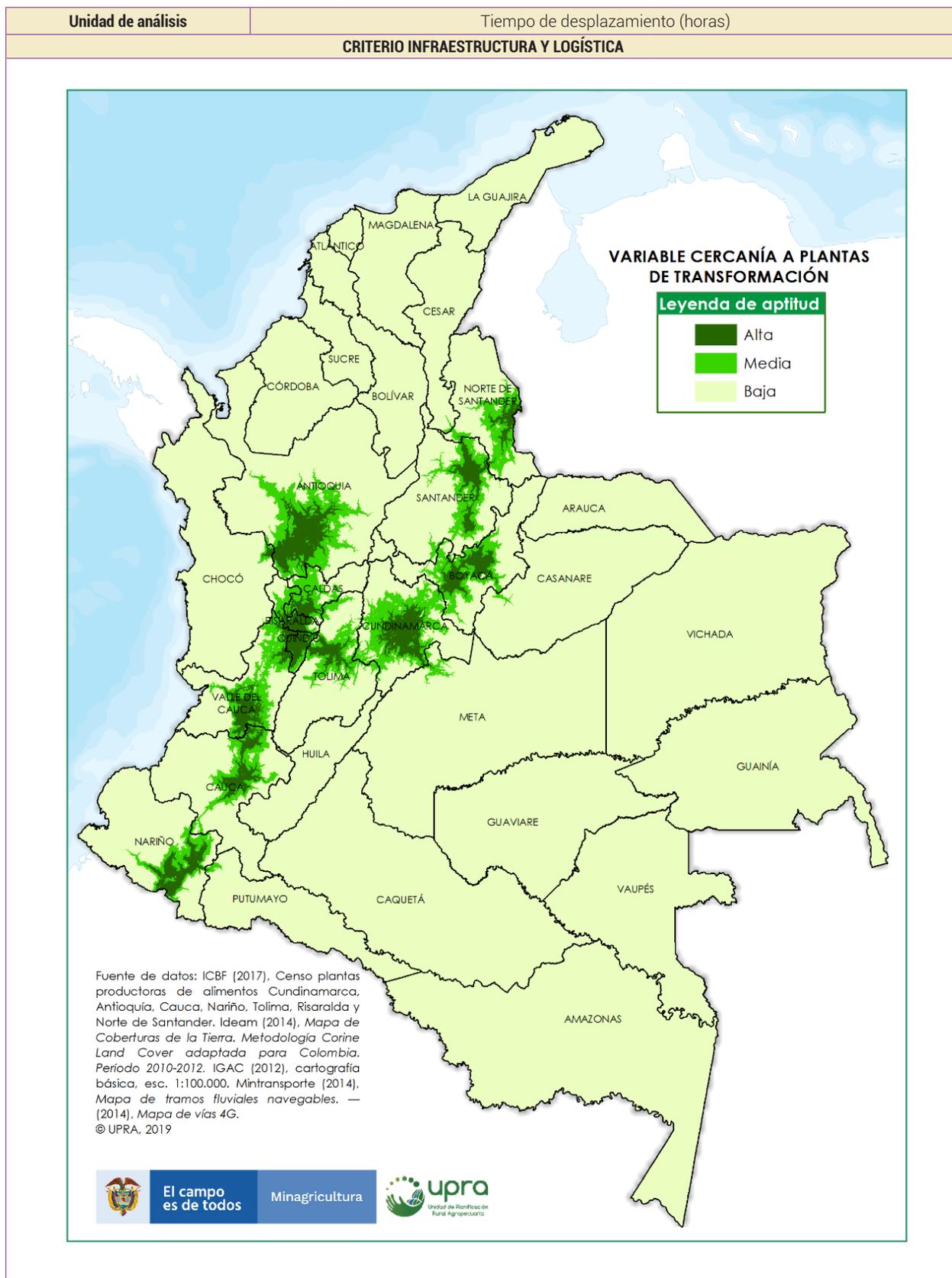
4. Clasificación por aptitud

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definieron teniendo en cuenta los tiempos de desplazamiento hasta las plantas de transformación industrial, así: aptitud alta (A1): plantas de procesamiento industrial de papa a menos de media hora para acceder a la industria de procesamiento. Aptitud media (A2): plantas de procesamiento industrial de papa entre media y una hora para acceder a la industria de transformación. Aptitud baja (A3): plantas de procesamiento industrial de papa a más de una hora, para acceder a la industria.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

Tiempo de desplazamiento (horas)	Aptitud
$\leq 1/2$ hora	Alta (A1)
1/2 hora - 1 hora	Media (A2)
≥ 1 hora	Baja (A3)



FUENTES DE INFORMACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> ICBF. (2017). <i>Censo plantas productoras de alimentos Cundinamarca, Antioquia, Cauca, Nariño, Tolima, Risaralda y Norte de Santander</i> Recuperado de: https://www.icbf.gov.co/censo-plantas-alimentos-y-beneficio-animal-cundinamarca, https://www.icbf.gov.co/censo-plantas-alimentos-y-beneficio-animal-antioquia, https://www.icbf.gov.co/censo-plantas-alimentos-y-beneficio-animal-cauca, https://www.icbf.gov.co/censo-plantas-alimentos-y-beneficio-animal-narino, https://www.icbf.gov.co/censo-plantas-alimentos-y-beneficio-animal-tolima, https://www.icbf.gov.co/censo-plantas-alimentos-y-beneficio-animal-risaralda, https://www.icbf.gov.co/censo-plantas-alimentos-y-beneficio-animal-norte-de-santander <p>Ideam. (2014). <i>Mapa de coberturas de la tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia. Periodo 2010-2012.</i></p> <p>IGAC. (2012). <i>Cartografía básica, escala 1:100.000.</i> Bogotá: IGAC.</p> <p>Mintransporte. (2014). <i>Mapa de tramos fluviales navegables.</i> Bogotá: Mintransporte.</p> <p>...(2014), <i>Mapa de vías 4G.</i> Bogotá: Mintransporte</p>

3.2.3. Variable distritos de riego

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE	
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO SUBCOMPONENTE: ECONÓMICO	
CRITERIO ASOCIADO: INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA	
VARIABLE: distritos de riego	UNIDAD DE MEDIDA: polígonos
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica
	Análisis jerárquico
	Exclusión legal
	Condicionante
DEFINICIÓN	
Delimitación del área de influencia de obras de infraestructura destinadas a dotar un área determinada con riego, drenaje, o protección contra inundaciones o para el desarrollo de actividades agropecuarias (Ley 41 de 1993).	
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE	
Incide en la toma de decisiones de los agentes económicos con respecto a la posibilidad de disponer de infraestructura de riego suplementario que mejore las condiciones del uso eficiente del recurso suelo y agua para la producción de papa industrial.	
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO	
En el análisis de la variable, no se presentan límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).	
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE	
La sola información sobre distritos de riego, no permite identificar las zonas donde se hace riego suplementario como parte del manejo agronómico que aumenta la productividad del cultivo de papa variedad Diacol Capiro con destino a la transformación industrial.	
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	
<p>1. Información.</p> <p>ADR. 2018. Base de datos DAT.</p> <p>CAR. 2016. Información georreferenciada de distritos de riego.</p> <p>INCODER. 2015. Base de datos DAT del país.</p> <p>IGAC. 2012. Cartografía básica, escala 1:100.000</p> <p>IGAC. 2018. Georreferenciación de distritos de adecuación de tierras de mediana y gran escala.</p>	

Minagricultura. (2015). Documentos e información georreferenciada de distritos de riego.

2. Precisiones de la información.

Registro de polígonos activos y no activos de distritos de riego de usuarios del Incoder.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Clasificación de los distritos.

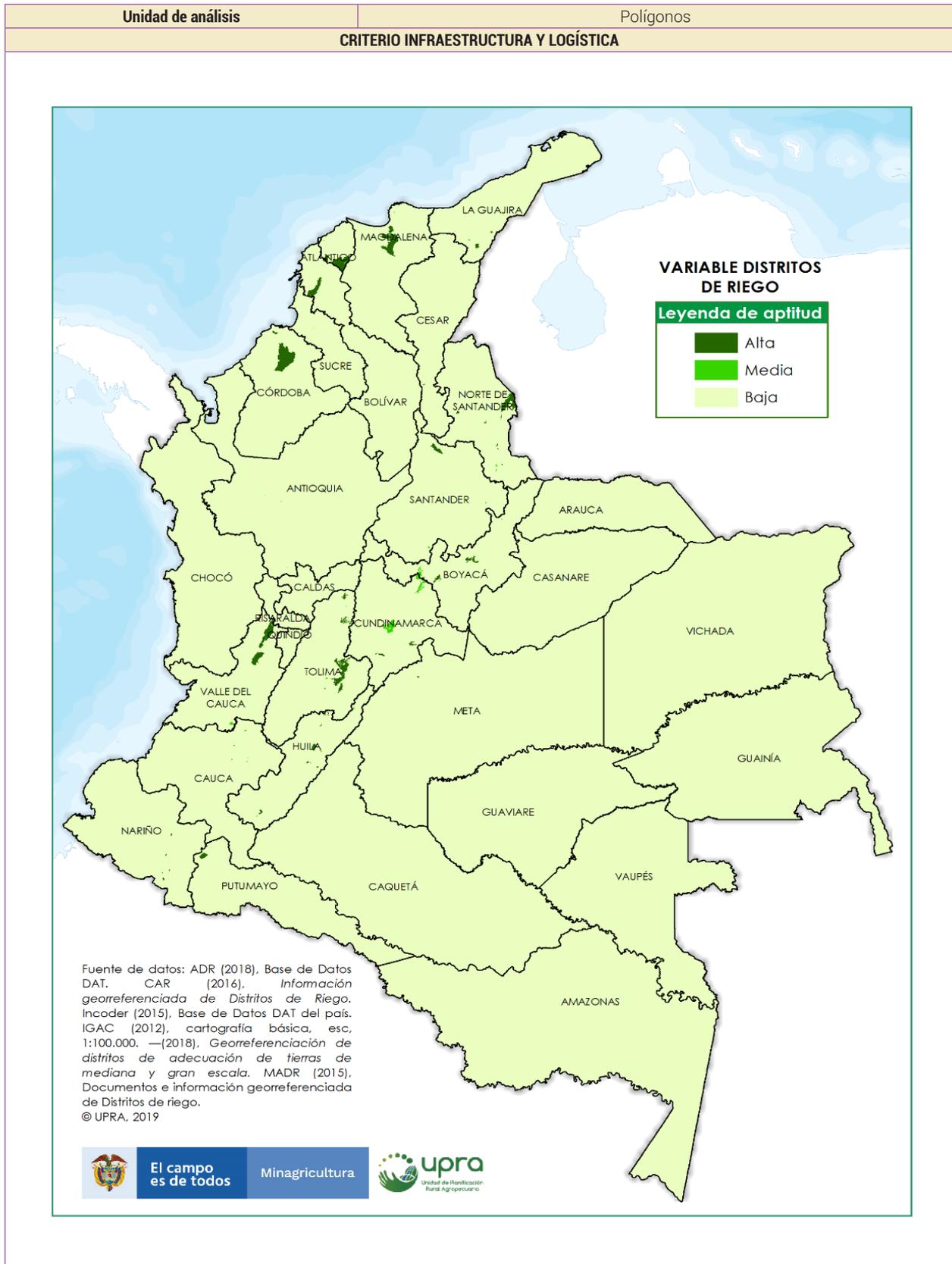
4. Clasificación por aptitud.

Los puntos de corte para las categorías de aptitud se definieron: aptitud alta (A1): distritos de riego activos; aptitud moderada (A2), distrito de riego inactivos, y aptitud baja (A3), sin distritos.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

Polígonos	Aptitud
Distrito de riego activos	Alta (A1)
Distrito de riego inactivos	Media (A2)
Sin distritos	Baja (A3)



FUENTES DE INFORMACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> • ADR. (2018). <i>Base de datos DAT</i>. • CAR. (2016). <i>Información georreferenciada de distritos de riego</i>. • IGAC. (2012). <i>Cartografía básica, escala 1:100.000</i>. Bogotá: IGAC. • ... (2018). <i>Georreferenciación de distritos de adecuación de tierras de mediana y gran escala</i>. • Incoder. (2015). <i>Base de datos DAT del país</i>. • Minagricultura. (2015). <i>Documentos e información georreferenciada de Distritos de riego</i>.

3.2.4. Variable cercanía a centros de servicios

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE									
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL								
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO SUBCOMPONENTE: ECONÓMICO									
CRITERIO ASOCIADO: INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA									
VARIABLE: cercanía a centros de servicios	UNIDAD DE MEDIDA: tiempo de desplazamiento (horas)								
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: center;">Exclusión técnica</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Análisis jerárquico</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Exclusión legal</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Condicionante</td> <td></td> </tr> </table>	Exclusión técnica		Análisis jerárquico		Exclusión legal		Condicionante	
Exclusión técnica									
Análisis jerárquico									
Exclusión legal									
Condicionante									
DEFINICIÓN									
Facilidad con la que se puede alcanzar áreas donde existe oferta de bienes y servicios para abastecer las necesidades del cultivo de la papa Diacol Capiro con fines de transformación industrial.									
El centro de servicios se define como poblaciones con más de 30.000 habitantes. Sintetiza sus oportunidades de contacto e interacción.									
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE									
Incide en la competitividad para el desarrollo de la producción de papa, al facilitar el acceso a insumos y servicios necesarios para el productor.									
La accesibilidad hace referencia al tiempo de desplazamiento, el cual viene determinado por la oferta y el estado de las redes de transporte vial, fluvial y de la distancia entre dos puntos, uno de ellos el centro de servicios (tomando como referencia la cabecera municipal).									
Zonas más cercanas a los centros de servicios, son más competitivas que aquellas más distantes o con vías en mal estado o sin vías de acceso.									
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO									
En el análisis de la variable, no presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).									
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE									
La selección de los centros de servicios se realiza con base en las proyecciones de la población realizadas por el DANE para el año 2010, estimada a partir del censo de población y vivienda del año 2005. Hay centros de servicios importantes que podrán omitirse por no contar con más de 30.000 habitantes.									
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN									
<p>1. Información.</p> <p>DANE. 2011. Proyecciones de población 2005-2020. Total por municipio 2018.</p> <p>Ideam. 2012. Mapa de coberturas de la tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia. Período 2010-2012.</p> <p>IGAC. 2012. Cartografía básica, escala 1:100.000.</p> <p>Mintransporte. 2014. Mapa de tramos fluviales navegables y mapa de vías 4G.</p>									

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 dada su influencia en la velocidad y los tramos fluviales navegables que existían para 2014.

Tipos de vías terrestres empleadas en el algoritmo de isócronas:

- Tipo 1: pavimentada, carretera de dos o más carriles, transitable todo el año.
- Tipo 2: sin pavimentar, carretera de dos o más carriles, transitable todo el año.
- Tipo 3: pavimentada, carretera angosta, transitable todo el año.
- Tipo 4: sin pavimentar, carretera angosta, transitable todo el año.
- Tipo 5: sin pavimentar, transitable en tiempo seco.
- Tipo 6: sin afirmado, transitable en tiempo seco.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Para la zonificación del cultivo tecnificado de la papa variedad Diacol Capiro con destino industrial, los centros de servicios se definen como los municipios que cuentan con una población mayor a 30.000 habitantes para el año 2014.

Clasificación 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. Aptitud alta (A1): centros de servicios a media hora para acceder a los servicios. Aptitud media (A2): centros de servicios entre media hora y una hora para acceder a los servicios. Aptitud baja (A3): centros de servicios a más de una hora para acceder a los servicios.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

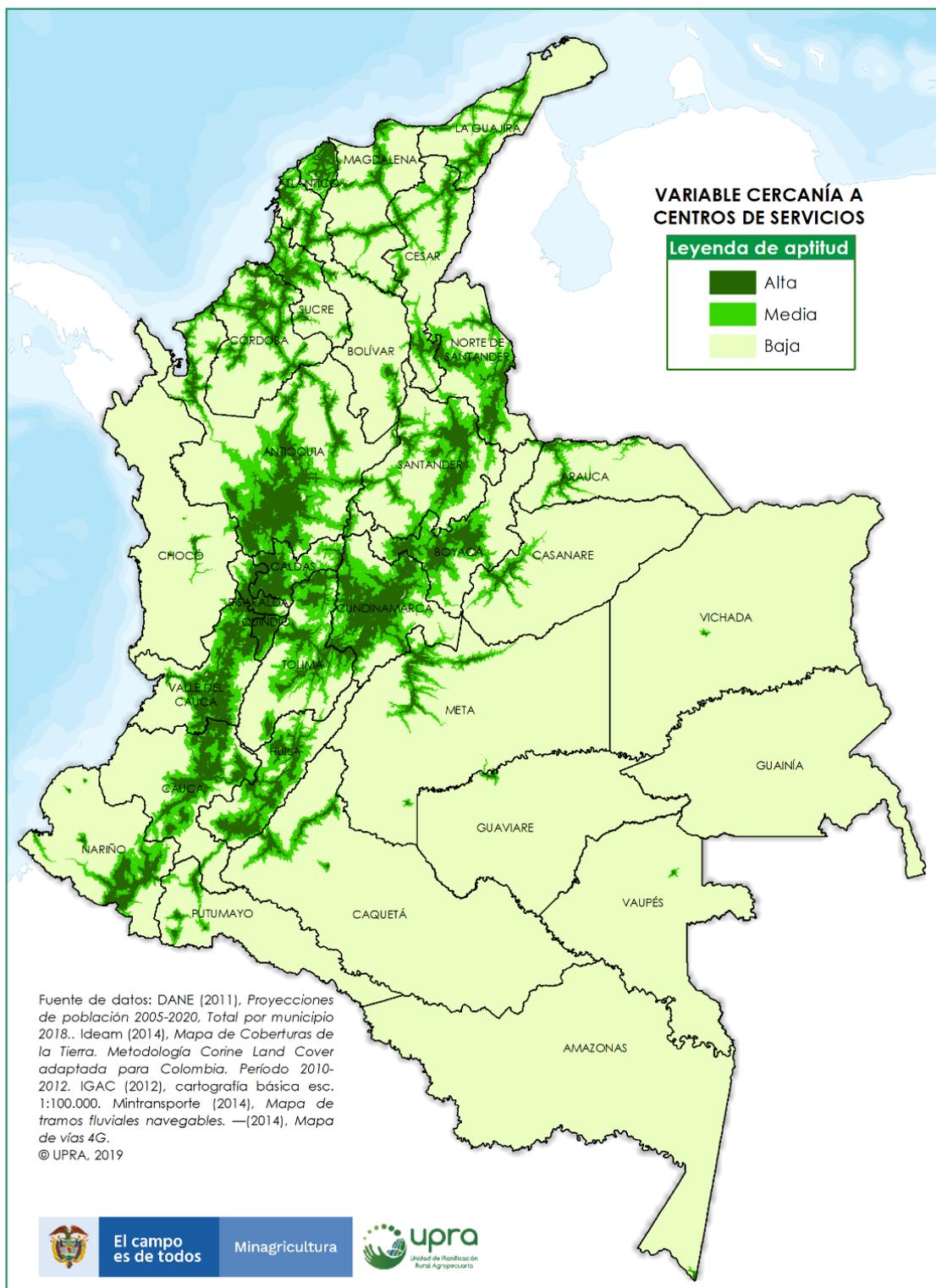
Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

Tiempo de desplazamiento (horas)	Aptitud
≤ 1/2 hora	Alta (A1)
1/2 hora - 1 hora	Media (A2)
≥ 1 hora	Baja (A3)

Unidad de análisis

Tiempo de desplazamiento (horas)

CRITERIO INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA



El campo es de todos

Minagricultura



FUENTES DE INFORMACIÓN	
•	DANE. (2011). <i>Proyecciones de población 2005-2020</i> . Total por municipio 2018.
•	Ideam. (2014). <i>Mapa de coberturas de la tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia. Período 2010-2012</i> .
•	IGAC. (2012). <i>Cartografía básica, escala 1:100.000</i> . Bogotá: IGAC.
•	Mintransporte. (2014). <i>Mapa de tramos fluviales navegables</i> .
•	... (2014). <i>Mapa de vías 4G</i> .

3.3. Criterio Disponibilidad de Mano de Obra

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO	
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO SUBCOMPONENTE: SOCIAL	
CRITERIO ASOCIADO: DISPONIBILIDAD DE MANO DE OBRA	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica
	Análisis jerárquico
	Exclusión legal
	Condicionante
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO	
<p>Densidad de población rural en edad de trabajar/km², expresada como el número de personas de las zonas rurales de los municipios en edad de trabajar/km², frente a las necesidades de mano de obra para el cultivo de papa.</p> <p>Oferta educativa técnica y tecnológica, expresada en tiempo de desplazamiento en horas a programas técnicos y tecnológicos.</p> <p>Oferta educativa universitaria, expresada en tiempo de desplazamiento en horas a centros educativos con Agronomía e Ingeniería Agronómica.</p>	
DEFINICIÓN	
<p>Identifica las condiciones que afectan la disponibilidad de mano de obra rural para la producción agrícola en un municipio, teniendo en cuenta su nivel de cualificación y las posibilidades de acceso a programas de formación académica, acorde a las necesidades de los productores de papa industrial Diacol Capiro.</p>	
IMPORTANCIA DEL CRITERIO	
<p>Brinda información sobre la potencial disponibilidad de mano de obra rural de un municipio en función del número de habitantes en edad productiva y de la capacidad para dotarlos de habilidades y transferirles conocimientos que les permita desempeñarse en actividades propias del sector agrícola, capacidad relacionada con la posibilidad de acceder a programas de formación académica para su capacitación. Estos elementos hacen posible que las unidades productivas de papa Diacol Capiro incrementen su productividad y la competitividad, al implementar de mejor manera procesos técnicos sin limitarse por la ausencia de personal suficiente e idóneo.</p> <p>Por su parte, permite a los agentes económicos proyectar y dimensionar la permanencia del capital humano en un municipio y sus posibilidades de especialización, factores que determinan la competitividad de la producción en los territorios.</p>	
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO	
<p>La información disponible para determinar la población rural en edad de trabajar, corresponde a proyecciones del censo general de población y vivienda del DANE (2005) vigente, lo que no permite conocer la dinámica demográfica actual, por su distribución etárea y por ubicación urbano-rural de los municipios.</p> <p>Adicionalmente la base del sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES) proporciona datos sobre la ubicación geográfica de los programas académicos (técnicos, tecnológicos y universitarios) y de las sedes donde tienen autorizado impartir dicha formación, pero con las nuevas metodologías de la información y la comunicación, la ubicación real de sus estudiantes puede distanciarse de las cabeceras municipales donde están autorizados a funcionar.</p>	
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO	
<p>En el análisis de cada una de las variables, ninguna presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).</p>	

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La ponderación del criterio se construyó a partir de la metodología AHP (*Analytics Hierarchy Process*), condensada en la matriz de comparaciones pareadas de tres variables, de acuerdo con la siguiente tabla:

Criterio	Variables	Densidad de población rural en edad de trabajar/km ²	Oferta educativa técnica y tecnológica	Oferta educativa universitaria
DISPONIBILIDAD DE MANO DE OBRA	Densidad de población rural en edad de trabajar/km ²	1		
	Oferta educativa técnica y tecnológica	1/3	1	
	Oferta educativa universitaria	1/7	1/5	1

La escala de importancia dentro del proceso AHP tiene cuenta la valoración entre pares de variables:

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		

Teniendo en cuenta el software PriEsT (*Priority Estimation Tool*), se calcularon las ponderaciones de cada variable dentro del criterio, de acuerdo con la calificación de los municipios, según categorías de aptitud y para cada categoría de aptitud se asignó un valor así: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

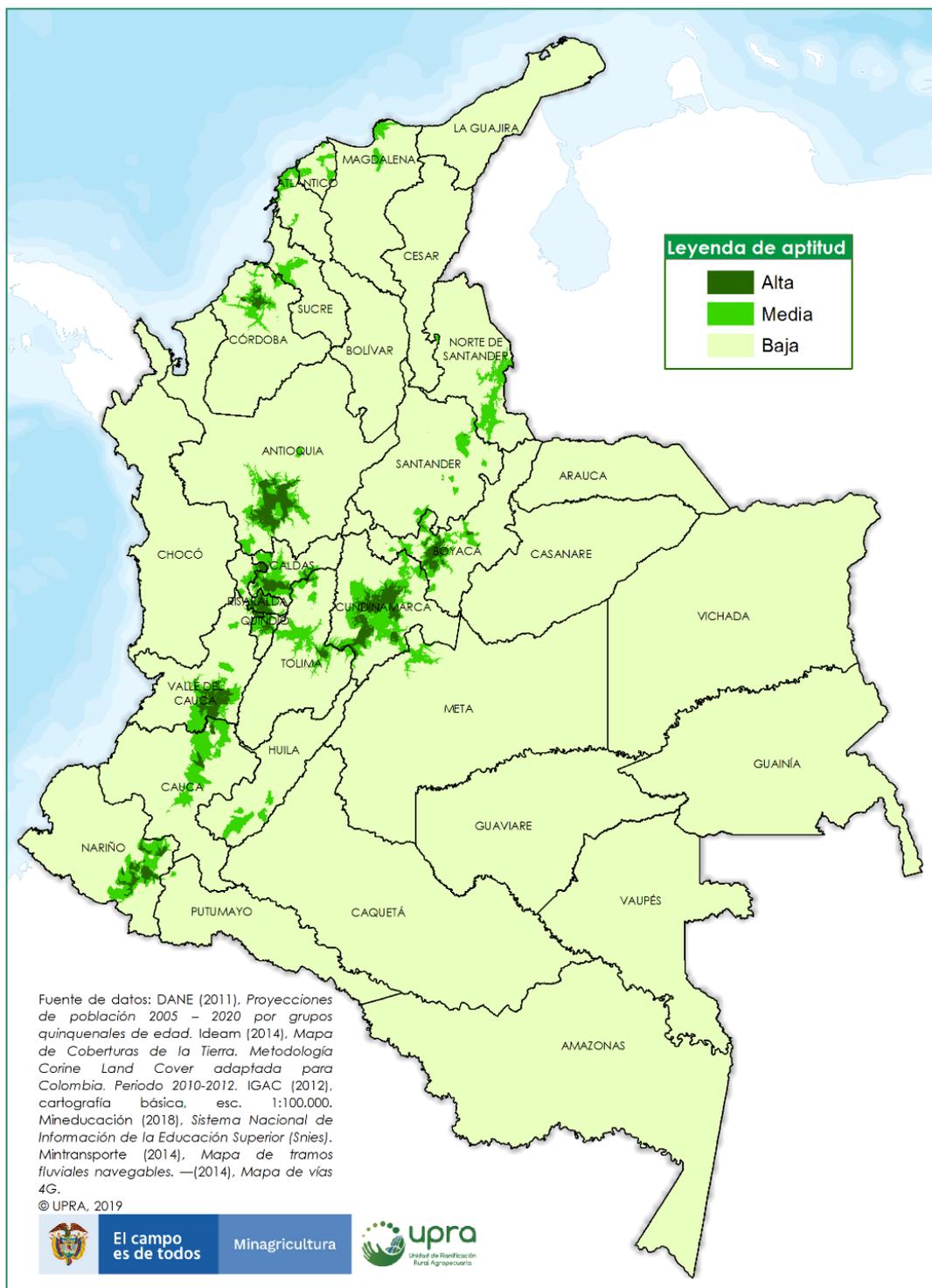
Criterio	Variable	Ponderación (%)
Disponibilidad de mano de obra	Densidad de población rural en edad de trabajar	64,9
	Oferta educativa técnica y tecnológica	27,9
	Oferta educativa universitaria	7,2
Total, ponderación		100,0

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Para cada categoría se realizó una reclasificación numérica, la cual consiste en asignar un peso o valor en tres categorías de aptitud para el criterio: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

Variables	Unidad de medida	Aptitud		
		Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)
Densidad de población rural en edad de trabajar/ km2	Número de personas en las zonas rurales municipales/ km2	≥ 78	25,7-78	$< 25,7$
Oferta educativa tecnica y tecnológica	Tiempo de desplazamiento en horas a programas técnicos y tecnológicos	$\leq 1/2$ hora	1/2 hora - 1 hora	≥ 1 hora
Oferta educativa universitaria	Tiempo de desplazamiento en horas a centros educativos con Agronomía e Ingeniería Agronómica	$\leq 1/2$ hora	1/2 hora - 1 hora	≥ 1 hora

CRITERIO DISPONIBILIDAD MANO DE OBRA



FUENTES DE INFORMACIÓN	
•	DANE. (2011), <i>Proyecciones de población municipal por grupos quinquenales de edad 2005-2020</i> . Bogotá: DANE.
•	Ideam. (2014). <i>Mapa de coberturas de la tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia. Período 2010-2012</i> .
•	IGAC. (2012). cartografía básica escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
•	Mineducación. (2018). Sistema Integrado de Matrícula (Simat). <i>Matrículas oficiales y no oficiales; Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (Snies) a 2018</i> . Mintransporte. (2014), <i>Mapa de tramos fluviales navegables</i> .
•	... (2014). <i>Mapa de vías 4G</i> .

3.3.1. Variable densidad de población rural en edad de trabajar/km²

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE									
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL								
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO SUBCOMPONENTE: SOCIAL									
CRITERIO ASOCIADO: DISPONIBILIDAD DE MANO DE OBRA									
VARIABLE: densidad de población rural en edad de trabajar/km ²	UNIDAD DE MEDIDA: número de personas en las zonas rurales municipales/km ²								
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica								
	Análisis jerárquico								
	Exclusión legal								
	Condicionante								
DEFINICIÓN									
Número de personas de las zonas rurales de los municipios en edad de trabajar/km ² , frente a las necesidades de mano de obra para el cultivo de papa.									
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE									
Permite a los productores y agentes económicos identificar la disponibilidad de mano de obra (oferta laboral) en un municipio, frente a las necesidades del cultivo de papa.									
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), según los resultados de la aplicación de la metodología de agrupamientos de variables socioeconómicas por el método de K-medias. Los resultados de dichos agrupamientos fueron los siguientes.									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Número personas en las zonas rurales municipales/km²</th> <th>Aptitud</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>≥ 78</td> <td>Alta (A1)</td> </tr> <tr> <td>25,7-78</td> <td>Media (A2)</td> </tr> <tr> <td>< 25,7</td> <td>Baja (A3)</td> </tr> </tbody> </table>		Número personas en las zonas rurales municipales/km ²	Aptitud	≥ 78	Alta (A1)	25,7-78	Media (A2)	< 25,7	Baja (A3)
Número personas en las zonas rurales municipales/km ²	Aptitud								
≥ 78	Alta (A1)								
25,7-78	Media (A2)								
< 25,7	Baja (A3)								
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE									
La población rural en edad de trabajar calculada puede diferir de la real en el sentido que no existe la forma técnica de considerar los porcentajes poblacionales dedicados de tiempo completo a su educación o al trabajo del hogar, o que presentan condiciones especiales de discapacidad que limiten su capacidad productiva.									
Adicionalmente, no se cuenta con la posibilidad de distinguir a aquellos individuos que no ofrecen su fuerza laboral por vivir de rentas o pertenecer a un régimen pensional que aún en su fase de vida productiva les permita recibir ingresos sin ofrecer su mano de obra.									
Por otra parte, la distinción urbana y rural de la población por su residencia, no excluye la posibilidad de que las mismas ofrezcan su capacidad productiva en la zona rural cuando viven en el casco urbano, o que viviendo en la zona rural se desplacen al casco urbano para trabajar, incluso existiendo la posibilidad de un desplazamiento a otro municipio cercano.									

Para el análisis de la variable un limitante analítico es el supuesto, que se hace respecto a que la población en edad de trabajar está distribuida dentro del total de la población municipal, de la misma manera tanto para el territorio rural como para el urbano. El anterior supuesto es el que permite estimar el porcentaje de población rural en edad de trabajar en cada municipio.

Finalmente, las áreas territoriales utilizadas para la estimación de la densidad espacial son muy sensibles a la existencia de territorios excluidos tanto de la frontera agrícola como de otras limitaciones y condicionantes físicas y legales, por lo que, aunque se supone una distribución homogénea de la población rural en edad de trabajar dentro del territorio municipal, en la mayoría de los casos dicho supuesto no se cumple.

El cálculo de demanda de mano de obra para una hectárea de papa es general y no responde a la particularidad de la variedad Diacol Capiro con fines industriales que reemplaza en muchas ocasiones los jornales, por labores mecanizadas.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

DANE. 2018. Proyecciones de población municipal a 2017, por grupos quinquenales de edad y por ubicación en cabecera municipal y zona rural, basado en los resultados del censo poblacional 2005.

DANE. 2018. Extensión territorial municipal.

IGAC. 2012. Cartografía básica, escala 1:100.000.

2. Precisiones de la información.

La fuente para la estimación de la población en edad de trabajar (PET) rural son las proyecciones de población de mediano plazo (2005-2020) del DANE. Sin embargo, debido a que la información de la PET está disponible únicamente por grupos quinquenales y para el conjunto municipal, se toma la información de los 13 rangos de población correspondientes a edades entre 20 y 64 años, tanto para hombres como para mujeres, los que se suman para estimar la población municipal en edad de trabajar.

Por otra parte, se estima la participación rural de la población dentro del total municipal, porcentaje que es aplicado a la población municipal en edad de trabajar, bajo el supuesto, que la distribución etaria es igual en lo urbano como en lo rural. El resultado es la población rural en edad de trabajar. Finalmente, dicho resultado es dividido en el área territorial del municipio reportada por el DANE y consolidada por el DNP en el portal Terridata.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Se realiza un análisis de consistencia en la que se observa la disponibilidad de información para todos los municipios del país y se ordena de mayor a menor para determinar el mejor método estadístico de agrupamiento.

Siguiendo la metodología de evaluación de tierras, se evalúa la existencia de datos atípicos mediante el criterio de Tukey, que consiste en señalar como atípico aquel dato que se encuentra 1,5 veces el rango intercuartílico por encima del tercer cuartil o por debajo del primer cuartil. Es decir, un dato es atípico si se encuentra por fuera del intervalo:

$$[Q_1 - 1,5 \cdot RI, Q_3 + 1,5 \cdot RI]$$

Donde Q_1 y Q_3 son el primer y tercer cuartil de la distribución de los datos respectivamente y RI es el rango intercuartílico que corresponde a la diferencia. Dado que el resultado es que más del 5% de datos atípicos la decisión es utilizar el método de k-medias.

Clasificación por aptitud

Para definir los rangos de aptitud se establecen un punto de corte inicial definido por el requerimiento de mano de obra por hectárea del cultivo de Papa Diacol Capiro, en los que se considera lo siguiente:

- Número de jornales requeridos por ciclo productivo en 1 ha: 110
- Número de días del ciclo productivo: 140
- Numero de jornales día/ha: $(110/140) = 0,7857$

Dicha información se pasa a la escala de kilómetro cuadrado y el resultado es que se estima que el cultivo de papa Diacol Capiro demanda 78,57 personas por kilómetro cuadrado. Este punto de corte es el que define los municipios con aptitud alta (A1) sobre los cuales se espera las mejores condiciones de oferta de mano de obra rural.

Para la estimación de los rangos de aptitud media (A2) y aptitud baja (A3) se utiliza la metodología de agrupamientos de las variables socioeconómicas que en este caso indica la necesidad de utilizar el método de K-Medias.

El algoritmo de K-medias, como otros métodos de agrupamiento parte de una función de aprendizaje no supervisado donde no existen clases predefinidas y sus resultados están fuertemente determinados por el conjunto de datos disponibles y las medidas de similitud o distancia utilizadas para comparar datos. Se busca minimizar la distancia intra-clusters y maximizar la distancia

inter-clústeres, partiendo de la distancia como medida de similitud. Si $d(i,j) > d(i,k)$ indica que el objeto i es más parecido a k que a j . El método de K-Medias desarrollado por MacQueen (1967) se basa un único parámetro (número de grupos), definido en este caso en 2, y por tratarse de un agrupamiento univariado no está sesgado por el orden de presentación inicial de los datos.

Los pasos para la estimación del clúster de K-medias fueron los siguientes:

1. Se ordenan los datos de mayor a menor o de menor a mayor según incidencia del fenómeno socioeconómico en estudio y su supuesta relación con los niveles de aptitud para la cadena productiva.
2. De manera inicial se divide en dos grupos el total de datos disponibles se calcula el centroide (centro geométrico del clúster) que se calcula como base para la construcción de la variable objetivo (distancia). El centroide que se propone es el promedio aritmético de cada agrupamiento.
3. Dado que el algoritmo de K-medias busca minimizar la distancia interna (suma de las distancias de los datos de su centroide), se calcula para cada dato el cuadrado de las diferencias de este con los centroides de los clúster inicialmente calculados (2) y se suman dichos valores para todos los datos del mismo clúster.
4. Se asigna cada elemento al clúster cuyo dato sea el mínimo de los dos posibles y se recalculan los centroides con los nuevos agrupamientos.
5. Iterativamente, se van actualizando los centroides en función de las asignaciones de puntos a clúster, hasta que los centroides dejen de cambiar.

Como parte del mismo proceso, el procedimiento de k-medias considera una fase de validación que consiste en lo siguiente:

1. Evaluar la existencia de clúster que solo están integrados por datos extremos (*outliers*).
2. Comparar dos conjuntos de clúster alternativos evaluando su consistencia con los fenómenos socioeconómicos.
3. Comparar los resultados de los agrupamientos con los derivados de otras técnicas de agrupamiento para determinar si los resultados están describiendo el fenómeno socioeconómico en estudio.

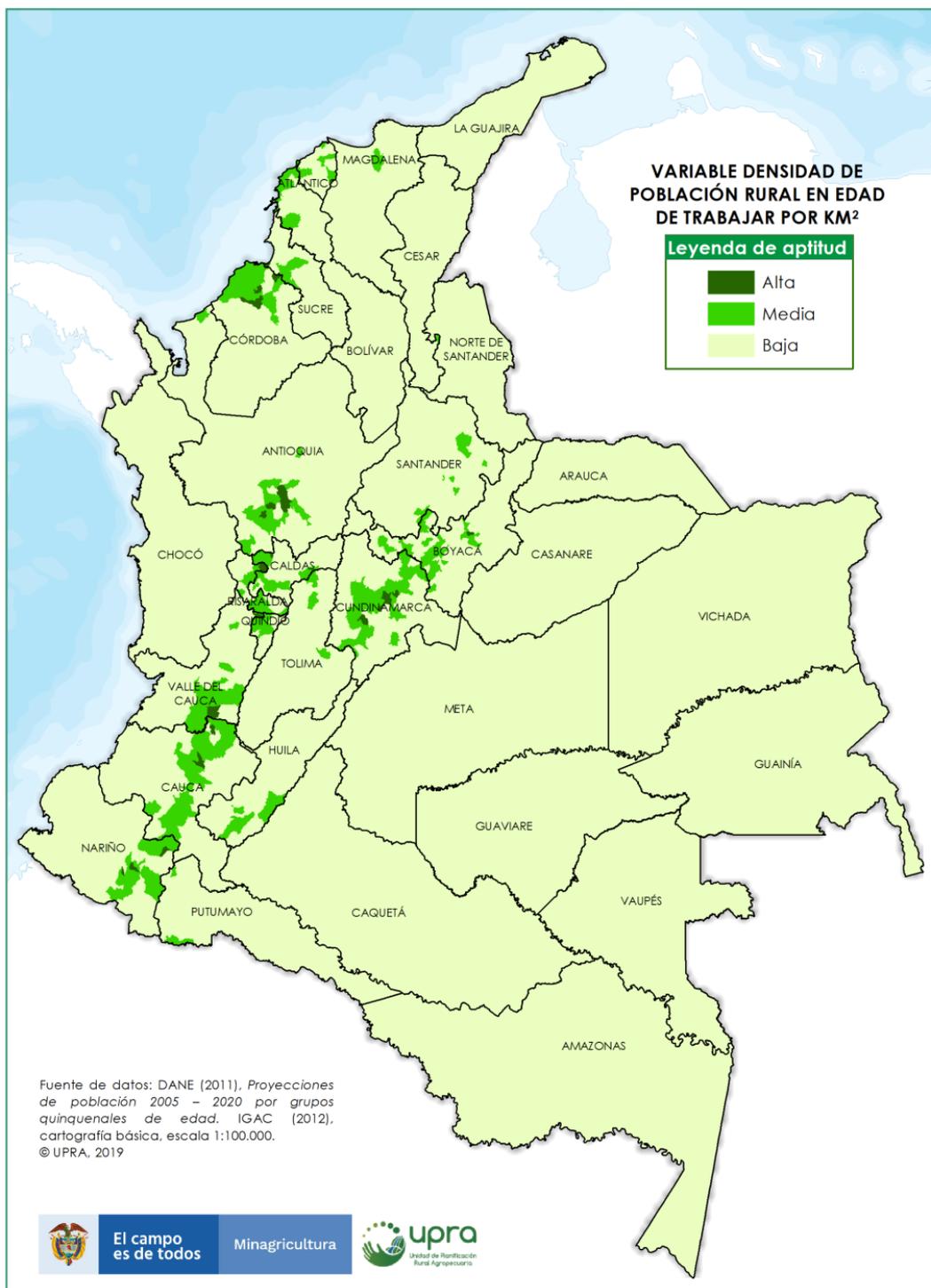
La validación se puede desarrollar tanto por criterios internos como externos que aporte información adicional como los relacionados con la entropía y la pureza, como también por criterios internos generados a partir de los propios datos como la suma de los cuadrados de las distancias al interior y entre clúster (cohesión y separación).

Al realizar el procedimiento para la variable densidad de población rural en edad de trabajar el resultado fueron tres agrupamientos, a los que se le asignó la calificación de aptitud, de modo que los rangos quedan definidos de la siguiente manera: aptitud alta (A1): municipios con más de 78,5 habitantes rurales en edad de trabajar/km². Aptitud media (A2): municipios entre 25,7 y 78,5 habitantes rurales en edad de trabajar/km². Aptitud baja (A3): municipios con menos 25,7 habitantes rurales en edad de trabajar/km².

Unidad de análisis

Número de personas en las zonas rurales municipales en edad de trabajar/km²

CRITERIO DISPONIBILIDAD MANO DE OBRA



FUENTES DE INFORMACIÓN	
<ul style="list-style-type: none"> DANE. (2011), Proyecciones de población municipal por grupos quinquenales de edad 2005-2020. IGAC. (2012). cartografía básica escala 1:100.000. Bogotá: IGAC. 	

3.3.2. Variable oferta educativa técnica y tecnológica

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE									
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL								
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO SUBCOMPONENTE: SOCIAL									
CRITERIO ASOCIADO: DISPONIBILIDAD DE MANO DE OBRA									
VARIABLE: oferta educativa técnica y tecnológica	UNIDAD DE MEDIDA: tiempo de desplazamiento en horas a programas técnicos y tecnológicos								
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica								
	Análisis jerárquico								
	Exclusión legal								
	Condicionante								
DEFINICIÓN									
Cercanía a programas de educación técnica y/o tecnológica, relacionados con la producción agrícola en Colombia.									
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE									
Permite a los trabajadores agrícolas acceder a programas de formación técnica y tecnológica para elevar sus competencias y productividad laboral.									
Esta dimensión representa especial importancia en la zonificación de aptitud socioeconómica, dado que eleva las condiciones y capacidades de la población rural trabajadora y brinda la posibilidad a los futuros inversores de disponer de talento humano, con destrezas y/o conocimientos técnicos y tecnológicos que pueden incrementar la productividad y mejorar la competitividad de la cadena de la papa industrial.									
Por tanto, la competitividad de los territorios es proporcional a la cobertura y facilidad de acceso a la oferta educativa a nivel técnico y tecnológico en áreas relacionadas a la agricultura. Los territorios donde existe mayor posibilidad de acceder presencialmente a programas de formación académica, son más aptos por poseer mayor potencial de cualificación de mano de obra en temas afines a la producción agrícola, potenciando las condiciones de la oferta de mano de obra y la competitividad municipal.									
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO									
Los rangos para la espacialización de la variable se clasifican de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1), media (A2) y baja (A3), así:									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tiempo de desplazamiento en horas a programas técnicos y tecnológicos</th> <th>Aptitud</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">≤ 1/2 hora</td> <td style="text-align: center;">Alta (A1)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1/2 hora - 1 hora</td> <td style="text-align: center;">Media (A2)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">≥ 1 hora</td> <td style="text-align: center;">Baja (A3)</td> </tr> </tbody> </table>	Tiempo de desplazamiento en horas a programas técnicos y tecnológicos	Aptitud	≤ 1/2 hora	Alta (A1)	1/2 hora - 1 hora	Media (A2)	≥ 1 hora	Baja (A3)	
Tiempo de desplazamiento en horas a programas técnicos y tecnológicos	Aptitud								
≤ 1/2 hora	Alta (A1)								
1/2 hora - 1 hora	Media (A2)								
≥ 1 hora	Baja (A3)								
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE									
El área de influencia de los programas académicos presenciales depende de la distancia y tiempo de desplazamiento que los estudiantes deben recorrer para asistir a las actividades académicas, pero también del número de programas, su tamaño, capacidad de atención de estudiantes y por sobre todo de la calidad, prestigio y nivel de formación impartidos a sus estudiantes. Esto hace que no necesariamente los estudiantes acudan a los programas de educación superior que se encuentran más cerca, sino que responden a otras lógicas e intereses. Estas últimas dimensiones no están siendo medidas con esta variable, dada la disponibilidad de información actual.									

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**1. Información.**

SNIES. 2018. Lugar de oferta de programas técnicos y tecnológicos agrícolas activos.

IGAC. 2012. Cartografía básica, escala 1:100.000.

2. Precisiones de la información.

Programas académicos ofertados relacionados con la producción agrícola por municipio, reportados en el SNIES de Mineducación. Se tiene en cuenta la totalidad de programas relacionados a las áreas agrícolas con formación técnica y tecnológica, filtrando los programas activos para el año 2018.

Se construyó una base de datos en la que se identifican los municipios donde al menos exista un programa activo y partiendo de su casco urbano se estimó isócrona según rangos de distancia para definir los niveles de aptitud.

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, transitables 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.

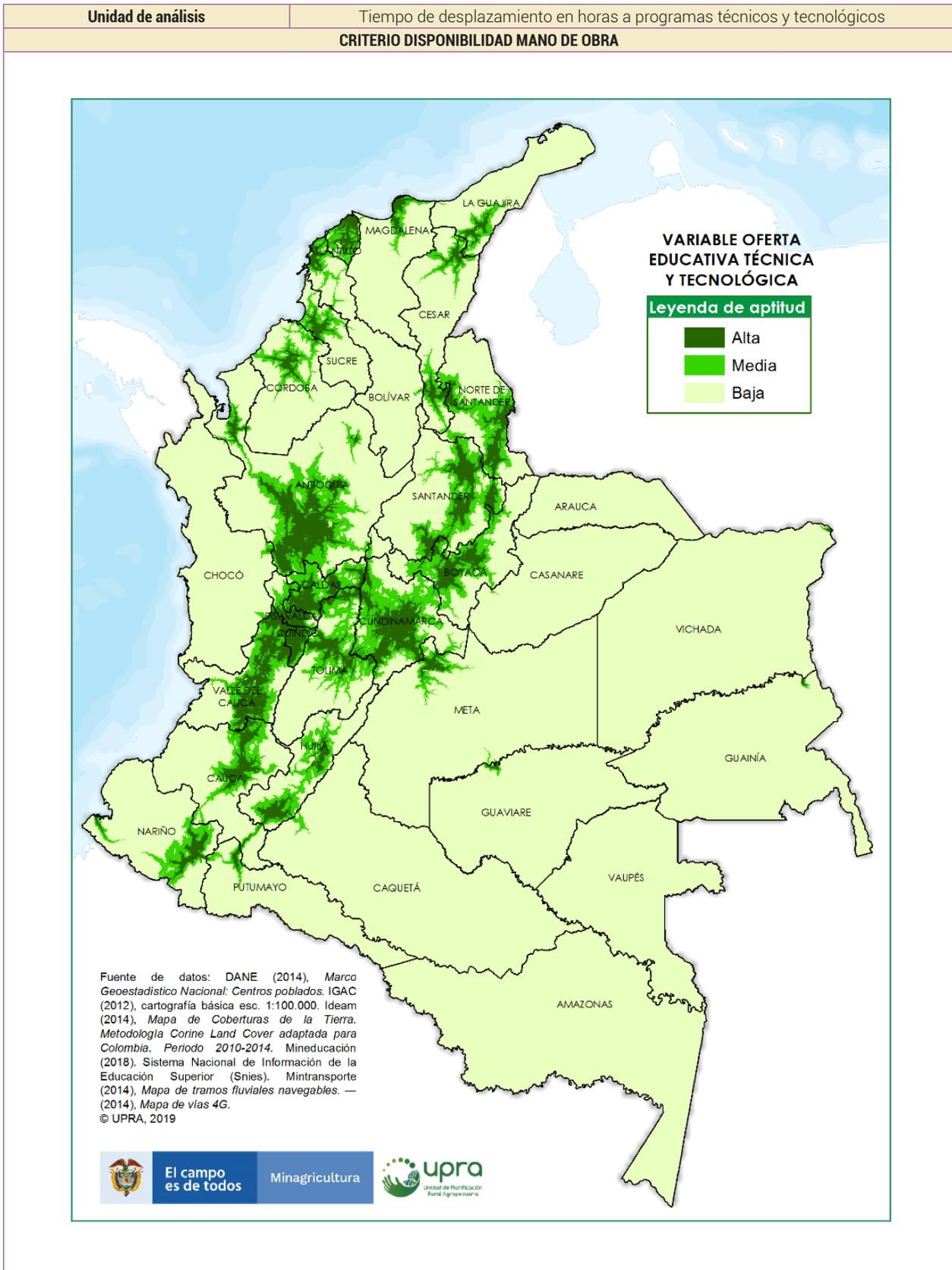
Tipo 6: sin afirmado, transitable en tiempo seco

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

El SNIES permite establecer información sobre la totalidad del territorio nacional y sus municipios en los que se determina la existencia o no de programas activos de formación técnica o tecnológica vinculados a la actividad productiva agrícola, sobre los que se construyen las isócronas.

4. Clasificación por aptitud.

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definen con base en los tiempos de desplazamiento a los centros educativos, considerando que a mayor distancia se reduce la posibilidad de acceder a las actividades académicas presenciales exigidas para la obtención de títulos formales. Los rangos de aptitud definidos son: aptitud alta (A1): menos de 1/2 hora; aptitud media (A2): entre 1/2 hora y 1 hora, y aptitud baja (A3): más de 1 hora.



FUENTES DE INFORMACIÓN	
•	Ideam. (2014), <i>Mapa de coberturas de la tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia. Período 2010-2012.</i>
•	IGAC. (2012). Cartografía básica escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
•	Mineducación (2018). Sistema Integrado de Matrícula (Simat). <i>Matrículas oficiales y no oficiales.</i>
•	Mintransporte (2014), <i>Mapa de tramos fluviales navegables.</i>
•	_ (2014). <i>Mapa de vías 4G.</i>

3.3.3. Variable oferta educativa universitaria

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE	
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO SUBCOMPONENTE: SOCIAL	
CRITERIO ASOCIADO: DISPONIBILIDAD DE MANO DE OBRA	
VARIABLE: oferta educativa universitaria	UNIDAD DE MEDIDA: tiempo de desplazamiento en horas a centros educativos con Agronomía e Ingeniería Agronómica
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica
	Análisis jerárquico
	Exclusión legal
	Condicionante
DEFINICIÓN	
Cercanía a programas de pregrado, relacionados con Agronomía e Ingeniería Agronómica en Colombia.	
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE	
<p>Permite a la población acceder a programas de pregrado en Agronomía e Ingeniería Agronómica en el país, como aporte de profesionales a la fuerza laboral en el cultivo de papa industrial.</p> <p>El proceso general de educación es uno de los elementos más influyentes en el desarrollo de los individuos y sociedades, y particularmente la formación a nivel universitario, como una de sus expresiones, se enfoca no solo en la construcción de procesos sino en la sistematización de las experiencias, indagando y conceptualizando, haciendo énfasis en aspectos teóricos y de investigación.</p> <p>Esta dimensión representa especial importancia en la zonificación de aptitud socioeconómica, dado que eleva las condiciones y capacidades de la población rural trabajadora y brinda la posibilidad a los futuros inversores de disponer de talento humano, con destrezas y/o conocimientos para la dirección de equipos de trabajo y resolución de problemas que pueden incrementar la productividad y mejorar la competitividad de la cadena de la papa industrial.</p> <p>Por tanto, la competitividad de los territorios es proporcional a la cobertura y facilidad de acceso a la oferta educativa a nivel universitario de agronomía o ingeniería agronómica. La ingeniería agronómica o agronomía se ocupa del estudio integral de los sistemas de producción agrícola, en función de la seguridad alimentaria, la producción de materias primas vegetales y servicios tecnológicos derivados de las necesidades e intereses de los productores rurales, tanto de economía campesina como agroindustriales que contribuyan a la solución de la problemática agraria del país. Los territorios donde existen mayor posibilidad de acceder presencialmente a estos programas de formación académica, son más aptos por poseer mayor potencial de cualificación de mano de obra a nivel de dirección y planificación estratégica, potenciando las condiciones de la oferta de mano de obra y la competitividad territorial.</p>	

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

Los rangos para la espacialización de la variable se clasifican de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1), media (A2) y baja (A3), así:

Tiempo de desplazamiento en horas a centros educativos con Agronomía e Ingeniería Agronómica	Aptitud
≤ 1/2 hora	Alta (A1)
1/2 hora - 1 hora	Media (A2)
≥ 1 hora	Baja (A3)

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

El área de influencia de los programas académicos presenciales ofertados depende de la distancia y tiempo de desplazamiento que los estudiantes deben recorrer para asistir a las actividades académicas, pero también del número de programas, su tamaño, capacidad de atención de estudiantes y por sobre todo de la calidad, prestigio y nivel de formación impartidos a sus estudiantes. Esto hace que no necesariamente los estudiantes acudan a los programas de educación superior que se encuentran más cerca, sino que responden a otras lógicas e intereses. Estas últimas dimensiones no están siendo medidas con esta variable dada la disponibilidad de información actual.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

SNIES. 2018. Programas universitarios activos.

IGAC. 2012. Cartografía básica, escala 1:100.000.

2. Precisiones de la información.

Programas académicos ofertados relacionados con la producción agrícola por municipio, reportados en el SNIES del Mineducación. Se tienen en cuenta los programas universitarios de agronomía e ingeniería agronómica, filtrando los programas activos para el año 2018.

Se construyó una base de datos en la que se identifican los municipios donde, al menos, exista un programa activo; partiendo de su casco urbano se estimó isócrona según rangos de distancia para definir los niveles de aptitud.

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, transitables 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.

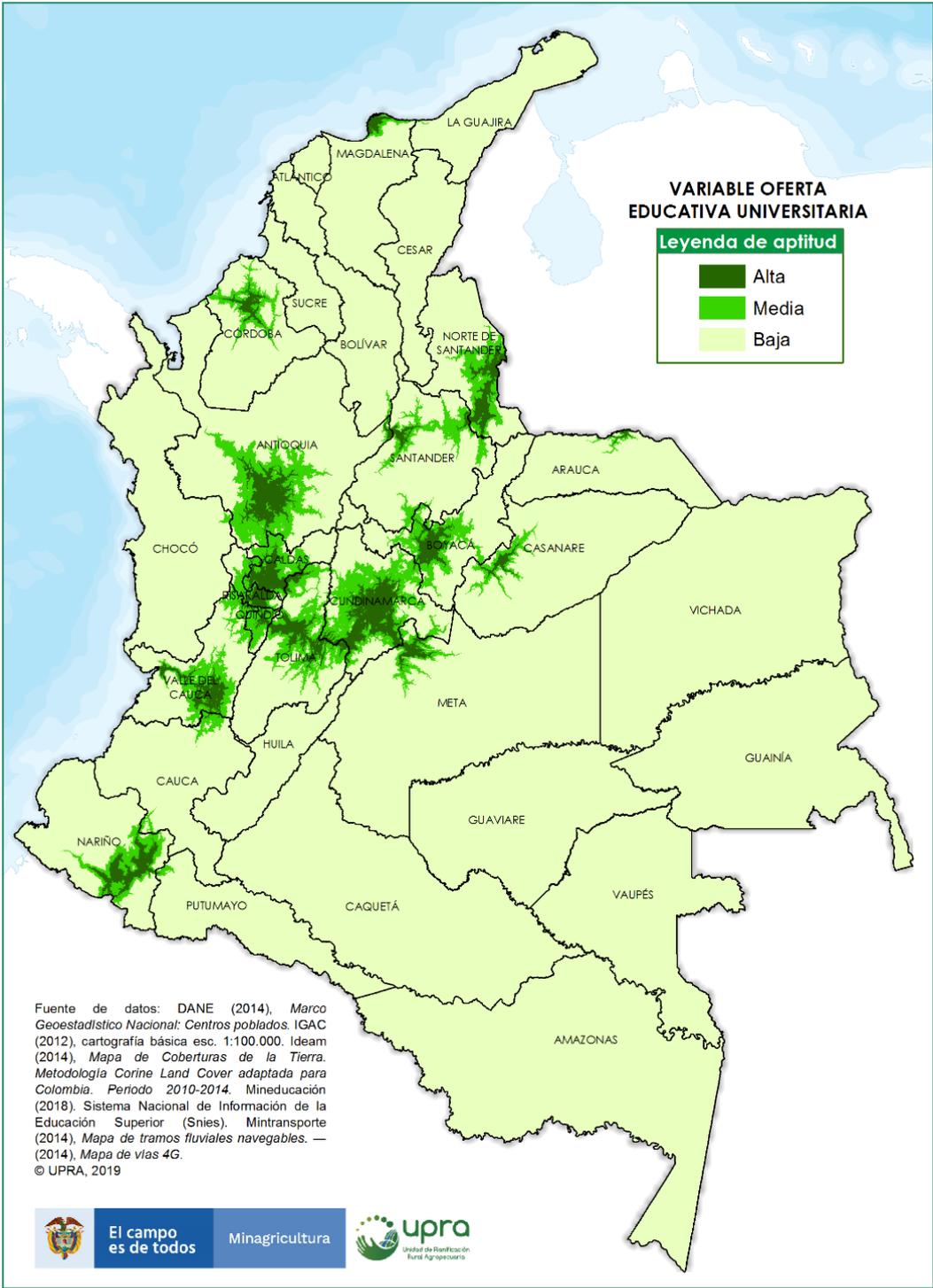
3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

El SNIES permite establecer información sobre la totalidad del territorio nacional y sus municipios en los que se determina la existencia o no de programas activos de agronomía o ingeniería agronómica, a partir de los cuales se construyen las isócronas.

4. Clasificación por aptitud.

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definen con base en los tiempos de desplazamiento a los programas oficiales considerando que, a mayor distancia, se reduce la posibilidad de acceder a las actividades académicas presenciales exigidas para la obtención de títulos académicos. Los rangos definidos son: aptitud alta (A1): menos de 1/2 hora, aptitud media (A2): entre 1/2 hora y 1 hora y aptitud baja (A3): más de 1 hora.

Unidad de análisis	Tiempo de desplazamiento en horas a centros educativos con agronomía e ingeniería agronómica
CRITERIO DISPONIBILIDAD MANO DE OBRA	



FUENTES DE INFORMACIÓN	
•	Ideam. (2014), <i>Mapa de coberturas de la tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia. Período 2010-2012.</i>
•	IGAC. (2012). Cartografía básica escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
•	Mineducación. (2018). Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (Snies) a 2018.
•	Mintransporte. (2014). <i>Mapa de tramos fluviales navegables.</i>
•	... (2014). <i>Mapa de vías 4G.</i>

3.4. Criterio Indicadores Económicos

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO SUBCOMPONENTE: ECONÓMICO		
CRITERIO ASOCIADO: INDICADORES ECONÓMICOS		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	
	Exclusión legal	
	Condicionante	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
<ul style="list-style-type: none"> • Créditos otorgados, expresados en pesos. • Incentivos otorgados, expresados en pesos. • Zonas más afectadas por el conflicto armado (ZOMAC), expresadas como municipios. • Valor agregado agrícola municipal, expresado en miles de millones de pesos. 		
DEFINICIÓN		
Muestra la importancia relativa del sector agrícola y de los incentivos tributarios, crediticios y de capitalización dados a los municipios que cuentan con actividad productiva de papa.		
IMPORTANCIA DEL CRITERIO		
Muestra a los agentes económicos la relevancia de la actividad productiva agrícola en los territorios y los diferentes beneficios recibidos por el estado vía créditos, subsidios y exenciones tributarias para el cultivo de papa industrial, lo que condiciona la toma de decisiones de inversión al favorecer la viabilidad financiera de los proyectos productivos su flujo de caja y capacidad de apalancamiento. Una aptitud alta en este criterio refleja condiciones para la actividad productiva lo que facilita la proyección a futuro del cultivo de tecnificado de papa variedad Diacol capiro con destino a la transformación industrial en el municipio.		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO		
En lo referente a los recursos de apalancamiento financiero del sector, se evidencian que los créditos otorgados son una aproximación a la totalidad de los montos que utiliza el sector; sin embargo, no se incluyen los recursos que destina la banca privada con recursos propios.		
De la misma manera, es posible que muchos de los montos de financiamiento categorizados para el sector, no se ejecuten en la región donde fueron solicitados y, también, algunos de ellos hayan sido destinados a otras actividades productivas.		
El nivel de discriminación de la información de indicadores económicos impide distinguir la papa industrial dentro del total de recursos generados y desembolsados para estimular la actividad productiva, lo mismo que no permite ubicar espacialmente los proyectos donde se ejecutaron, situación especialmente sensible en los municipios con gran extensión territorial.		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO		
En el análisis de cada una de las variables, ninguna presenta límites que se califiquen como zonas no aptos (N1).		

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La ponderación del criterio se construyó a partir de la metodología AHP (*Analytics Hierarchy Process*), condensada en la matriz de comparaciones pareadas de cuatro variables, de acuerdo con la siguiente tabla:

Criterio	Variables	Créditos otorgados	Incentivos otorgados	Zonas más afectadas por el conflicto armado (ZOMAC)	Valor agregado agrícola municipal
Indicadores económicos	Créditos otorgados	1			
	Incentivos otorgados	1/3	1		
	Zonas más afectadas por el conflicto armado (ZOMAC)	1/3	1/3	1	
	Valor agregado agrícola municipal	1/5	1/5	1/7	1

La escala de importancia dentro del proceso AHP tiene cuenta la valoración entre pares de variables:

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		

Teniendo en cuenta el software PriEsT (Priority Estimation Tool), se calcularon las ponderaciones de cada variable dentro del criterio, de acuerdo con la calificación de los municipios, según categorías de aptitud y para cada categoría de aptitud se asignó un valor así: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

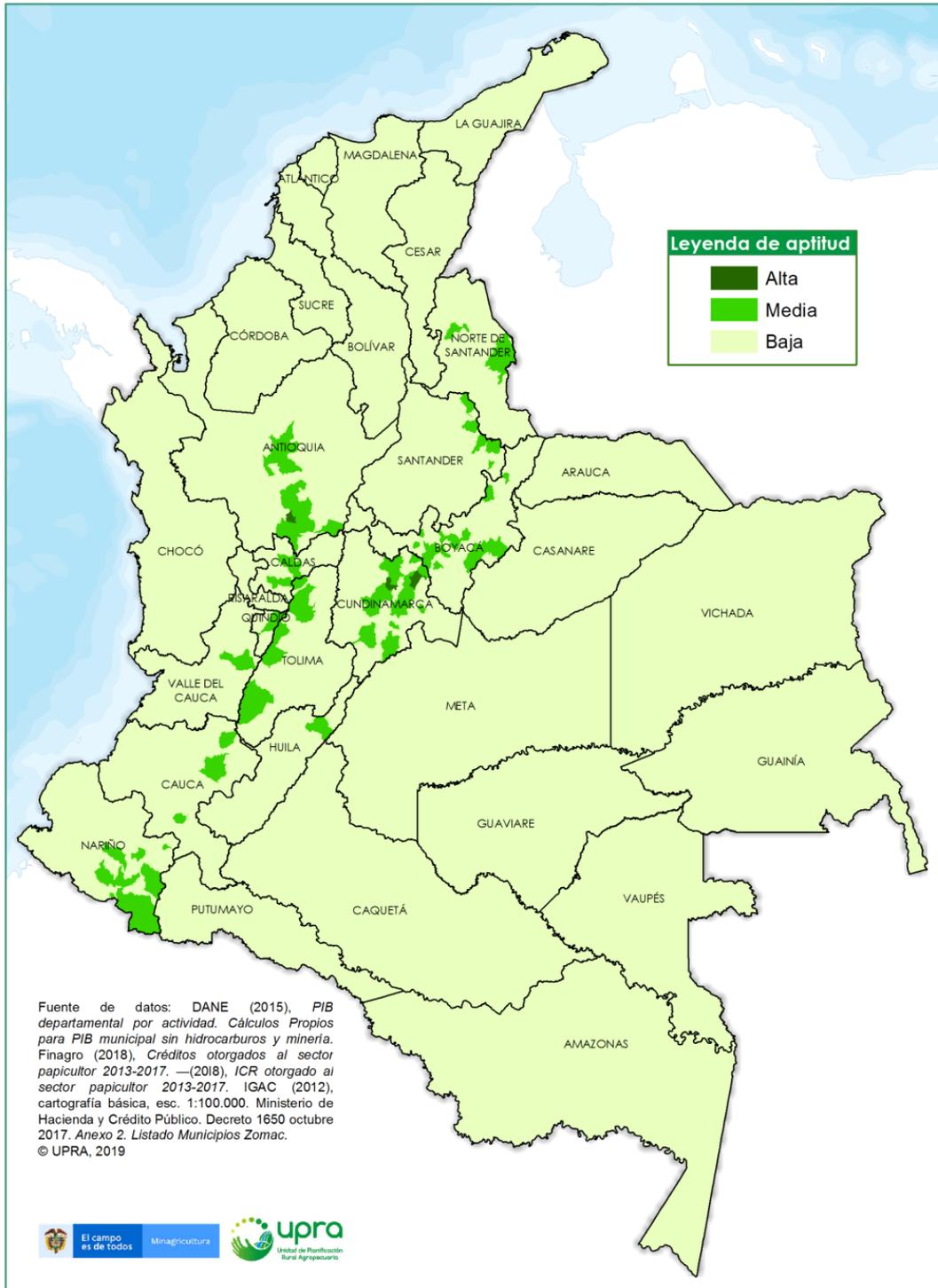
Criterio	Variable	Ponderación (%)
Indicadores económicos	Créditos otorgados	48,9
	Incentivos otorgados	28,2
	Zonas más afectadas por el conflicto armado (ZOMAC)	17,7
	Valor agregado agrícola municipal	5,2
Total, ponderación		100,0

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Para cada categoría, se realizó una reclasificación numérica, la cual consiste en asignar un peso o valor en tres categorías de aptitud para el criterio: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

Variables	Unidad de medida	Aptitud		
		Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)
Créditos otorgados	Pesos	≥ 24 millones	Entre 200.000 y 24 millones	Sin créditos
Incentivos otorgados	Pesos	≥ 25 millones	Entre 525.000 y 25 millones	Sin incentivos
Zonas más afectadas por el conflicto armado (ZOMAC)	Municipios	Municipios declarados ZOMAC	Resto	-
Valor agregado agrícola municipal	Miles de millones de pesos	≥ 160	46,1-160	< 46,1

CRITERIO INDICADORES ECONÓMICOS



FUENTES DE INFORMACIÓN

- DANE (2015). *PIB departamental por actividad. Cálculos propios para PIB municipal sin hidrocarburos y minería.*
- Finagro. (2018). *Creditos otorgados al sector papicultor 2013-2017.*
- ... (2018) *Incentivos otorgados 2013-2017*
- IGAC. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000.* Bogotá: IGAC.
- Minhacienda. (2017). *Decreto 1650 de 2017. «Por el cual se adiciona un artículo a la Parte 1 del libro 1; la Sección 1 al Capítulo 23 del Título 1 de la Parte 2 del libro 1 y los Anexos No. 2 y 3, al Decreto 1625 de 2016, Único Reglamentario en Materia Tributaria, para reglamentar los artículos 236 y 237 de la ley 1819 de 2016».* Recuperado de: https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=83757

3.4.1. Variable créditos otorgados

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO SUBCOMPONENTE: ECONÓMICO		
CRITERIO ASOCIADO: INDICADORES ECONÓMICOS		
VARIABLE: créditos otorgados	UNIDAD DE MEDIDA: pesos	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	/
	Exclusión legal	
	Condicionante	
DEFINICIÓN		
Créditos otorgados a nivel municipal, por las líneas especiales subsidiadas en tasa de interés por Finagro y respaldo colateral por el Fondo Agropecuario de Garantías (FAG). Promedio anual de 2013 al 2017.		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
Busca darle mayor aptitud aquellas zonas del país que tienen un apalancamiento financiero con recursos públicos relacionado con la producción de papa en general.		
Existe una relación directa entre los créditos otorgados y la aptitud del municipio. Municipios con mayor valor de créditos otorgados en un período de tiempo determinado, reflejan una mejor acreditación para el desarrollo de la actividad agrícola, permitiendo que nuevos emprendimientos sean más ágilmente aceptados para recibir apalancamiento financiero.		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO		
En el análisis de la variable no presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE		
La información de Finagro sólo tiene en cuenta los créditos otorgados a la cadena productiva de los recursos destinados para tal fin y canalizados por la banca pública (Banco Agrario de Colombia) y por la banca privada (redescuento), pero no incluye los créditos otorgados con recursos de captación de la banca privada (créditos comerciales).		
Los créditos otorgados al cultivo de la papa, no son específicos para la variedad Diacol Capiro. A su vez, en la información de colocaciones de créditos puede pasar que un municipio reporte el valor del crédito, pero sea usado en otro municipio, por tener la cuenta en un sitio diferente a donde realmente es usado; esto es una limitante para tener presente.		

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

Finagro. 2018. Colocación de créditos otorgados al sector papicultor, 2013-2017.

2. Precisiones de la Información.

Las cifras de créditos otorgados corresponden al valor promedio total entre 2013 y 2017 en pesos, para todos aquellos municipios que reportan información en el período de análisis.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Se realizó el promedio del valor de los créditos otorgados, de los municipios que reportan información, al cultivo de papa en millones de pesos, para los años 2013 al 2017 con base en los datos reportados por la fuente, se ordena de mayor a menor para determinar el mejor método estadístico de agrupamiento.

Siguiendo la metodología de evaluación de tierras, se evalúa la existencia de datos atípicos mediante el criterio de Tukey, que consiste en señalar como atípico aquel dato que se encuentra 1,5 veces el rango intercuartílico por encima del tercer cuartil o por debajo del primer cuartil. Es decir, un dato es atípico si se encuentra por fuera del intervalo:

$$[Q_1 - 1,5 \cdot R, Q_3 - 1,5 \cdot R]$$

Donde Q_1 y Q_3 son el primer y tercer cuartil de la distribución de los datos respectivamente y R es el rango intercuartílico que corresponde a la diferencia. Dado que el resultado es que más del 5 % de datos atípicos la decisión es utilizar el método de k-medias.

4. Clasificación por aptitud.

Para definir los rangos de aptitud, se establece, al grupo de municipios que no cuentan con información de créditos otorgados, se les asignó rango de aptitud baja (A3), para la zonificación de aptitud de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial.

Para la estimación de los rangos de aptitud alta (A1) y aptitud media (A2) se utiliza la metodología de agrupamientos de las variables socioeconómicas que en este caso indica la necesidad de utilizar el método de K-Medias.

El algoritmo de K-medias, como otros métodos de agrupamiento parte de una función de aprendizaje no supervisado donde no existen clases predefinidas y sus resultados están fuertemente determinados por el conjunto de datos disponibles y las medidas de similitud o distancia utilizadas para comparar datos. Se busca minimizar la distancia intra-clústeres y maximizar la distancia inter-clústeres, partiendo de la distancia como medida de similitud. Si $d(i,j) > d(i,k)$ indica que el objeto i es más parecido a k que a j . El método de K-Medias desarrollado por MacQueen (1967) se basa en un único parámetro (número de grupos), definido en este caso en 2, y por tratarse de un agrupamiento univariado no está sesgado por el orden de presentación inicial de los datos.

Los pasos para la estimación del clúster de K-medias fueron los siguientes:

1. Se ordenan los datos de mayor a menor o de menor a mayor según incidencia del fenómeno socioeconómico en estudio y su supuesta relación con los niveles de aptitud para la cadena productiva.
2. De manera inicial se divide en dos grupos el total de datos disponibles se calcula el centroide (centro geométrico del clúster) que se calcula como base para la construcción de la variable objetivo (distancia). El centroide que se propone es el promedio aritmético de cada agrupamiento.
3. Dado que el algoritmo de K-medias busca minimizar la distancia interna (suma de las distancias de los datos de su centroide), se calcula para cada dato el cuadrado de las diferencias de este con los centroides de los clúster inicialmente calculados (2) y se suman dichos valores para todos los datos del mismo clúster.
4. Se asigna cada elemento al clúster cuyo dato sea el mínimo de los dos posibles y se recalculan los centroides con los nuevos agrupamientos.
5. Iterativamente, se van actualizando los centroides en función de las asignaciones de puntos a clúster, hasta que los centroides dejen de cambiar.

Como parte del mismo proceso, el procedimiento de k-medias considera una fase de validación que consiste en lo siguiente:

- Evaluar la existencia de clúster que solo están integrados por datos extremos (*outliers*).
- Comparar dos conjuntos de clúster alternativos evaluando su consistencia con los fenómenos socioeconómicos.
- Comparar los resultados de los agrupamientos con los derivados de otras técnicas de agrupamiento para determinar si los resultados están describiendo el fenómeno socioeconómico en estudio.

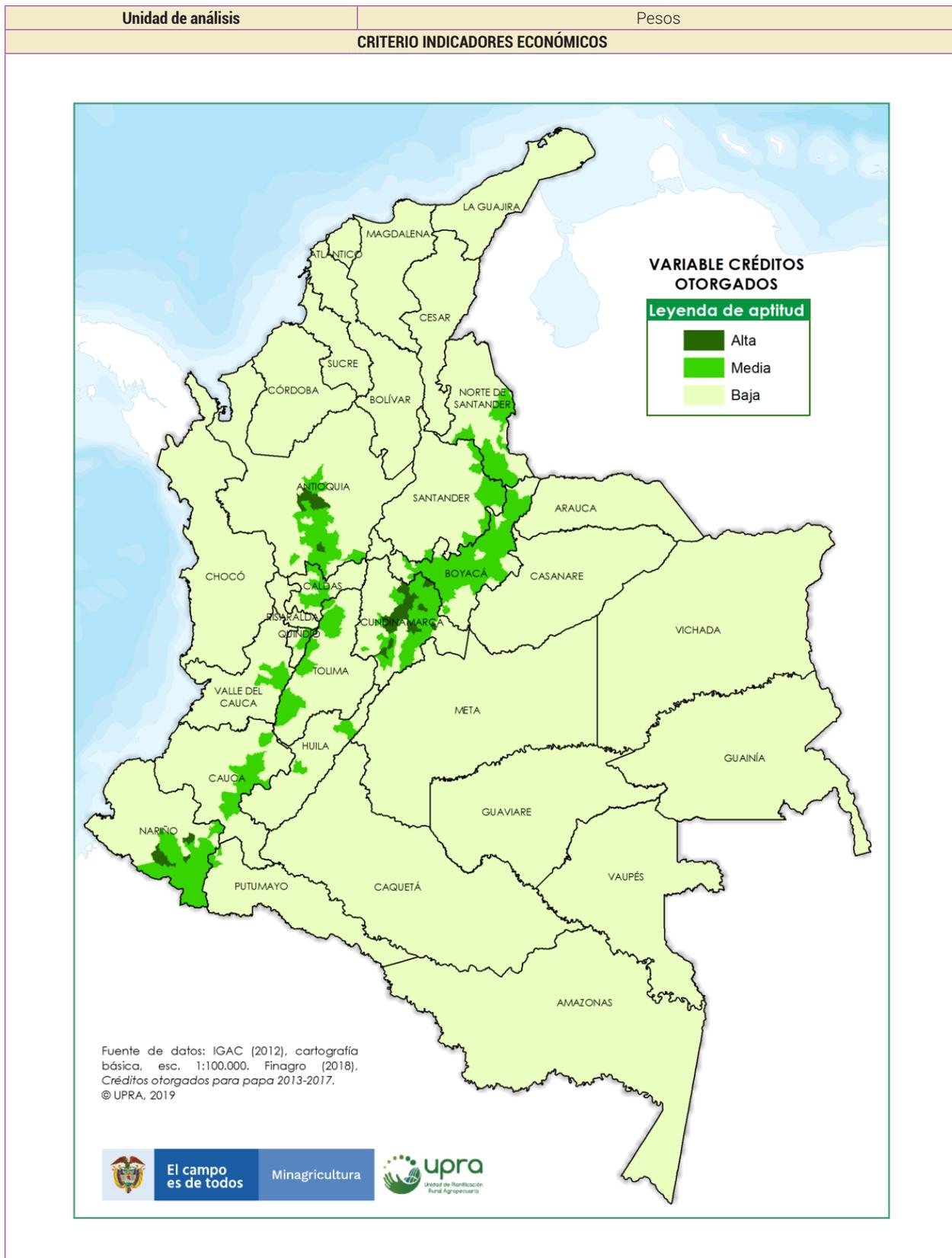
La validación se puede desarrollar tanto por criterios internos como externos que aporte información adicional como los relacionados con la entropía y la pureza, como también por criterios internos generados a partir de los propios datos como la suma de los cuadrados de las distancias al interior y entre clúster (cohesión y separación).

Al realizar el procedimiento para la variable créditos otorgados, el resultado fueron tres agrupamientos, a los que se le asignó la calificación de aptitud, de modo que los rangos quedan definidos de la siguiente manera: aptitud alta (A1): municipios con más de \$24 millones; aptitud media (A2): municipios entre \$200.000 y \$24 millones, y aptitud baja (A3): municipios sin registro de créditos.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

Pesos	Aptitud
≥ 24 millones	Alta (A1)
200.000 - 24 millones	Media (A2)
Sin créditos	Baja (A3)



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Finagro. (2018). *Créditos otorgados para papa 2013-2017*. Bogotá: Finagro.
- IGAC. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC.

3.4.2. Variable incentivos otorgados

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE	
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO SUBCOMPONENTE: ECONÓMICO	
CRITERIO ASOCIADO: INDICADORES ECONÓMICOS	
VARIABLE: incentivos otorgados	UNIDAD DE MEDIDA: pesos
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica
	Análisis jerárquico
	Exclusión legal
	Condicionante
DEFINICIÓN	
Apoyo económico no reembolsable otorgado por municipio mediante el abono al saldo del capital del crédito contraído por el productor para la ejecución de nuevos proyectos de inversión, orientados a mejorar la infraestructura de producción y de comercialización agropecuaria, promedio anual de 2013 a 2017.	
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE	
Busca darle mayor aptitud aquellas zonas del país que han recibido un apoyo a la inversión en bienes de capital (con recursos públicos) relacionado con la producción de papa en general.	
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO	
En el análisis de la variable no presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).	
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE	
No existe forma de diferenciar la colocación de incentivos direccionados específicamente al cultivo de papa, en particular, la variedad Diacol Capiro para uso industrial.	

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

Se toman el valor promedio de los incentivos a la capitalización rural otorgados por Finagro en el periodo 2013-2017.

2. Precisiones de la información.

Los montos colocados representan unos valores relativamente bajos para lo que representa la actividad productiva de papa en el país.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Se realizó el promedio del valor de los incentivos otorgados, de los municipios que reportan información, para los años 2013 a 2017, con base en los datos reportados por la fuente. Como no hay incentivos específicos para el cultivo de papa, se tomó la base de datos, se le hizo un primer filtro por destino de crédito (Equipo y sistema de riego, Implementos y equipos agrícolas, infraestructura agrícola y maquinaria), y para el segundo filtro por productos de clima frío.

Al tener el listado de municipios se ordena de mayor a menor para determinar el mejor método estadístico de agrupamiento.

Siguiendo la metodología de evaluación de tierras, se evalúa la existencia de datos atípicos mediante el criterio de Tukey, que consiste en señalar como atípico aquel dato que se encuentra 1,5 veces el rango intercuartílico por encima del tercer cuartil o por debajo del primer cuartil, es decir, un dato es atípico si se encuentra por fuera del intervalo:

$$[Q_1 - 1,5 \cdot RI, Q_3 + 1,5 \cdot RI]$$

Donde Q_1 y Q_3 son el primer y tercer cuartil de la distribución de los datos respectivamente y RI es el rango intercuartílico que corresponde a la diferencia. Dado que el resultado es que más del 5 % de datos atípicos la decisión es utilizar el método de k-medias.

4. Clasificación por aptitud.

Para definir los rangos de aptitud, se establece al grupo de municipios que no cuentan con información de incentivos otorgados, se les asignó aptitud baja (A3), para la zonificación de aptitud de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial. Para la estimación de los rangos de aptitud alta (A1) y aptitud media (A2) se utiliza la metodología de agrupamientos de las variables socioeconómicas que en este caso indica la necesidad de utilizar el método de K-medias.

El algoritmo de K-medias, como otros métodos de agrupamiento parte de una función de aprendizaje no supervisado donde no existen clases predefinidas y sus resultados están fuertemente determinados por el conjunto de datos disponibles y las medidas de similitud o distancia utilizadas para comparar datos. Se busca minimizar la distancia intra-clusters y maximizar la distancia inter-clúster, partiendo de la distancia como medida de similitud. Si $d(i,j) > d(i,k)$ indica que el objeto i es más parecido a k que a j . El método de K-medias desarrollado por MacQueen (1967) se basa un único parámetro (número de grupos), definido en este caso en 2, y por tratarse de un agrupamiento univariado no está sesgado por el orden de presentación inicial de los datos.

Los pasos para la estimación del clúster de K-medias fueron los siguientes:

1. Se ordenan los datos de mayor a menor o de menor a mayor según incidencia del fenómeno socioeconómico en estudio y su supuesta relación con los niveles de aptitud para la cadena productiva.
2. De manera inicial se divide en dos grupos el total de datos disponibles se calcula el centroide (centro geométrico del clúster) que se calcula como base para la construcción de la variable objetivo (distancia). El centroide que se propone es el promedio aritmético de cada agrupamiento.
3. Dado que el algoritmo de K-medias busca minimizar la distancia interna (suma de las distancias de los datos de su centroide), se calcula para cada dato el cuadrado de las diferencias de este con los centroides de los clúster inicialmente calculados (2) y se suman dichos valores para todos los datos del mismo clúster.
4. Se asigna cada elemento al clúster cuyo dato sea el mínimo de los dos posibles y se recalculan los centroides con los nuevos agrupamientos.
5. Iterativamente, se van actualizando los centroides en función de las asignaciones de puntos a clúster, hasta que los centroides dejen de cambiar.

Como parte del mismo proceso, el procedimiento de k medias considera una fase de validación que consiste en lo siguiente:

- Evaluar la existencia de clúster que solo están integrados por datos extremos (*outliers*).
- Comparar dos conjuntos de clúster alternativos evaluando su consistencia con los fenómenos socioeconómicos.
- Comparar los resultados de los agrupamientos con los derivados de otras técnicas de agrupamiento para determinar si los resultados están describiendo el fenómeno socioeconómico en estudio.

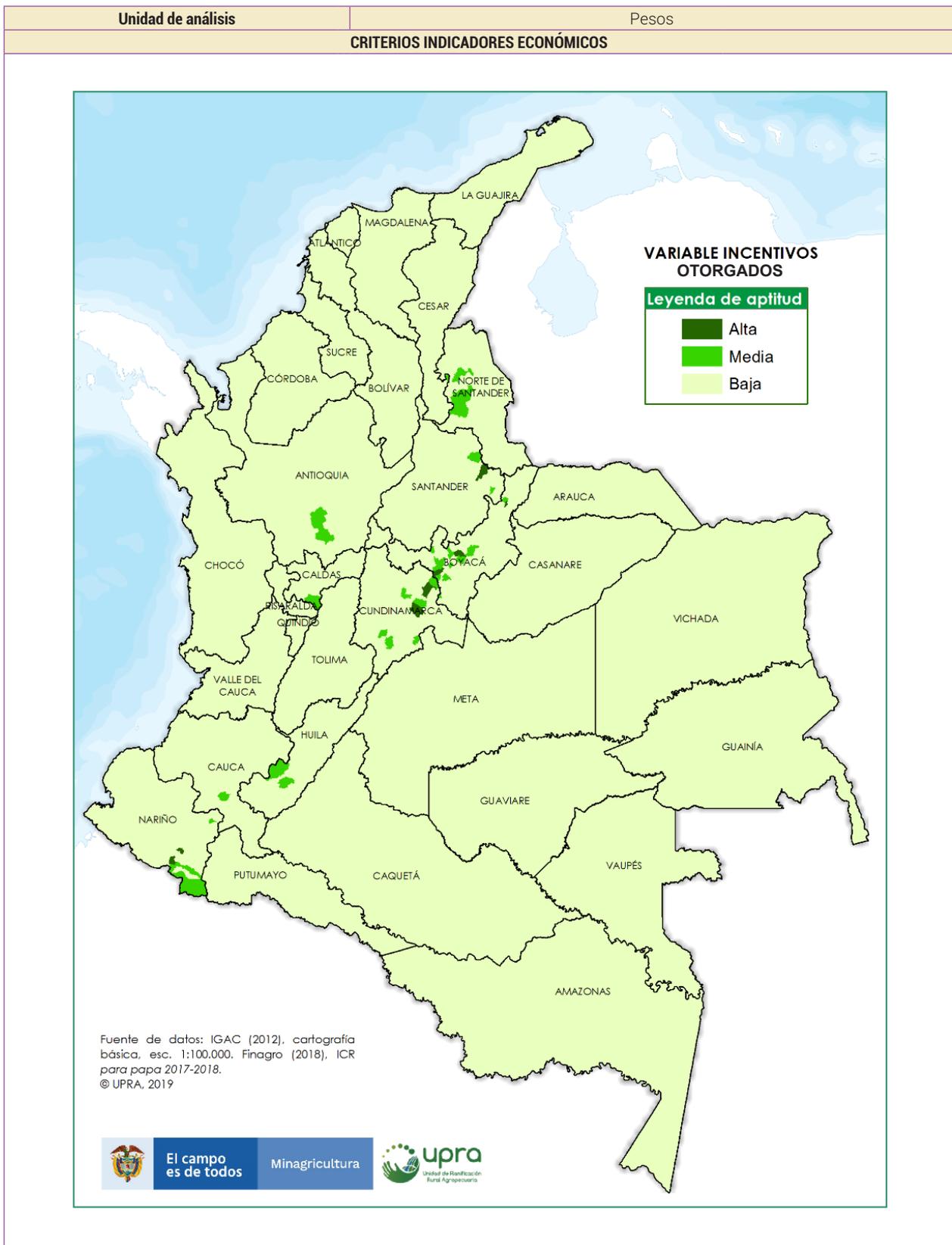
La validación se puede desarrollar tanto por criterios internos como externos que aporte información adicional como los relacionados con la entropía y la pureza, como también por criterios internos generados a partir de los propios datos como la suma de los cuadrados de las distancias al interior y entre clúster (cohesión y separación).

Al realizar el procedimiento para la variable incentivos otorgados el resultado es tres agrupamientos, a los que se le asignó la calificación de aptitud, de modo que los rangos quedan definidos de la siguiente manera: aptitud alta (A1): municipios con más de \$25 millones; aptitud media (A2): municipios entre \$525.000 y \$25 millones y aptitud baja (A3): municipios sin incentivos.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1), media (A2) y baja (A3).

Pesos	Aptitud
≥ 25 millones	Alta (A1)
525.000 - 25 millones	Media (A2)
Sin incentivos	Baja (A3)



FUENTES DE INFORMACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC. Finagro. (2018) Incentivos otorgados para papa.

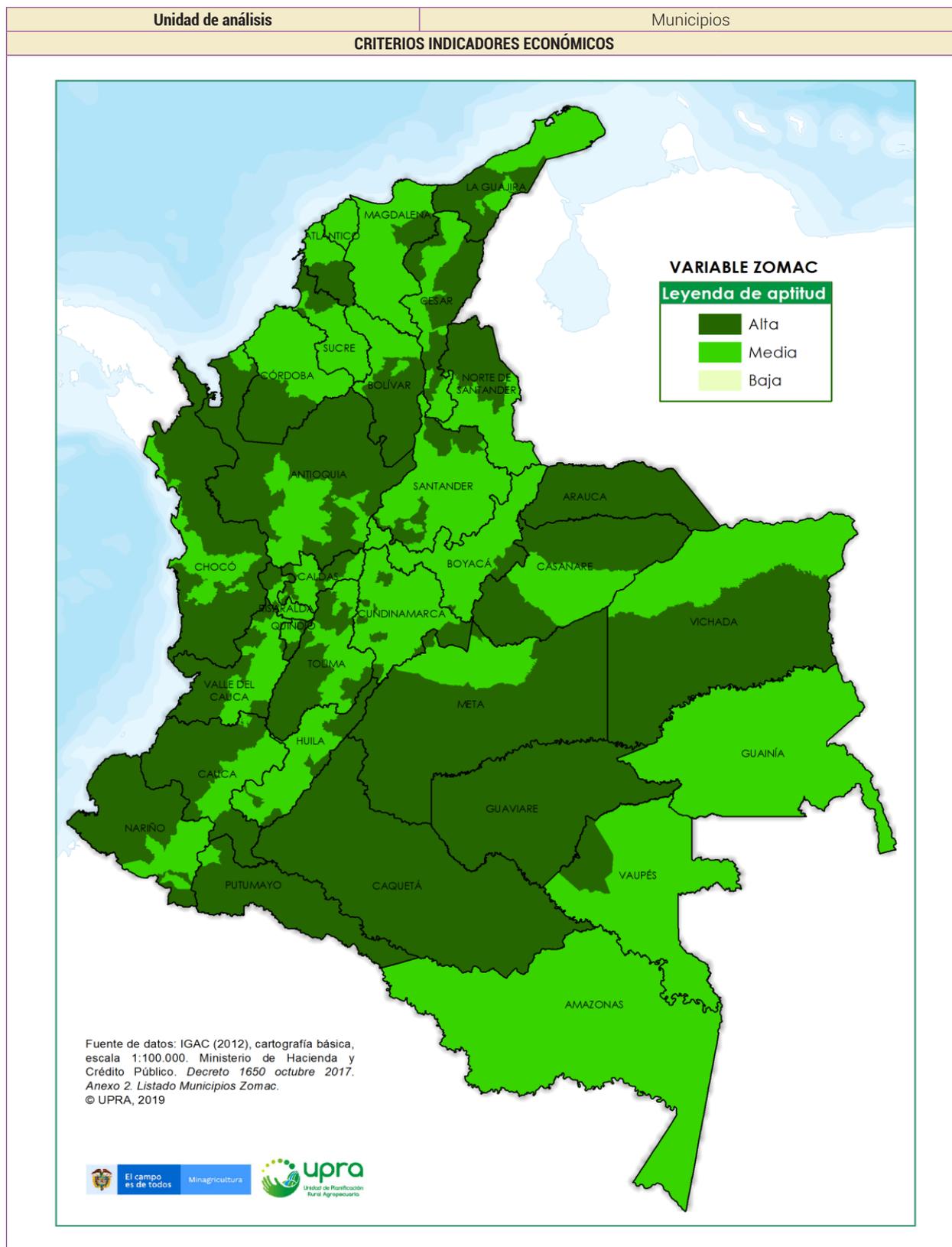
3.4.3. Variable zonas más afectadas por el conflicto armado (ZOMAC)

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO SUBCOMPONENTE: ECONÓMICO		
CRITERIO ASOCIADO: INDICADORES ECONÓMICOS		
VARIABLE: zonas más afectadas por el conflicto armado (ZOMAC)	UNIDAD DE MEDIDA: municipios	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	/
	Exclusión legal	
	Condicionante	
DEFINICIÓN		
Estímulo tributario que se aplica a las zonas más afectadas por el conflicto armado, las cuales están constituidas por 344 municipios que son considerados como los más golpeados por la violencia.		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
Busca el fortalecimiento de la productividad y la competitividad, acelerando el crecimiento y el desarrollo con la creación de empresa y la generación de empleo, a través de incentivos a los empresarios mediante una tarifa especial y progresiva del impuesto de renta para los próximos 10 años (a partir del año 2017).		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO		
En el análisis de la variable, no presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE		
Depende de la legislación y las decisiones de gobierno, lo que implica que los beneficios y estímulos tributarios podrían ser ampliados o revocados partiendo de decisiones políticas.		
Finalmente, se debe reconocer que las iniciativas productivas en el cultivo de papa Diacol Capiro no necesariamente se constituyen de manera formal como empresas o personas jurídicas declarantes, por tanto se limita la posibilidad de acceder a los beneficios que se están analizando.		
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN		
<p>1. Información.</p> <p>Decreto Minhacienda 1560 de 2017. Listado de municipios ZOMAC</p> <p>2. Precisiones de la información.</p> <p>344 municipios declarados ZOMAC</p> <p>3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.</p> <p>Se cuenta con la información para la totalidad de municipios del país respecto de si pertenecen o no a las ZOMAC lo que permite hacer un análisis nacional integral. Se constituye como una base de información dicotómica.</p> <p>4. Clasificación por aptitud.</p> <p>Los puntos de corte para las categorías de aptitud se definieron así: aptitud alta (A1): municipios declarados ZOMAC y aptitud media (A2): resto de municipios.</p>		

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1) y media (A2). No hay valores de aptitud baja (A3).

Municipios	Aptitud
Declarados como zonas más afectadas por el conflicto armado (ZOMAC)	Alta (A1)
Resto	Media (A2)



FUENTES DE INFORMACIÓN	
<ul style="list-style-type: none"> IGAC (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC. Minhacienda. (2017). Decreto 1650. Por el cual se adiciona un artículo a la parte 1 del libro 1, la Sección 1 al Capítulo 23 del título 1 de la parte 2 del libro 1 y los anexos 2 y 3; al decreto 1625 de 2016, Único Reglamentario en Materia Tributaria, para reglamentar los artículos 236 y 237 de la ley 1819 de 2016. Listado de municipios ZOMAC. Bogotá: Minhacienda. Recuperado de: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=83757> 	

3.4.4. Variable valor agregado agrícola municipal

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE	
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO SUBCOMPONENTE: ECONÓMICO	
CRITERIO ASOCIADO: INDICADORES ECONÓMICOS	
VARIABLE: valor agregado agrícola municipal	UNIDAD DE MEDIDA: miles de millones de pesos
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica
	Análisis jerárquico
	Exclusión legal
	Condicionante
DEFINICIÓN	
<p>Aproximación al valor generado por actividades agrícolas en un municipio, en función de su importancia relativa en el departamento.</p> <p>Con el fin de llegar a una menor escala territorial y ser utilizado en la zonificación de aptitud, se toma el indicador de importancia económica municipal por rama de actividad económica del DANE, que evalúa la importancia relativa del municipio en el contexto sectorial del departamento al que pertenece y se extrapola dicha importancia en la generación de valor agregado sectorial del departamento.</p> <p>De esta manera se busca medir indirectamente el nivel de actividad agrícola del municipio de modo que pueda ser comparado con valores nominales de otros municipios de otros departamentos para que su evaluación, clasificación y orden jerárquico sea nacional.</p>	
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE	
<p>Muestra a los agentes económicos los municipios que tienen un alto valor agregado agrícola municipal.</p> <p>A mayor valor agregado agrícola municipal del municipio, presenta mayor nivel de aptitud, puesto que su circuito económico local tendrá un mayor dinamismo y posibilidad de encadenamiento sectorial.</p> <p>Aunque no es posible discriminar dentro de los valores agregados sectoriales los niveles de participación de cultivos específicos (en este caso papa Diacol Capiro para transformación industrial), la transversalidad sectorial refleja lo verdaderamente agrícola que es un municipio sin dependencia de la presencia o no de otras actividades productivas como la minería extractiva y el petróleo, que suelen distorsionar las mediciones en términos de participación porcentual.</p>	
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO	
<p>En el análisis de la variable, no se presentan límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).</p>	
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE	
<p>Dado que se parten de mediciones sectoriales y territoriales de la escala nacional y departamental, es posible que algunos municipios con gran generación de valor agrícola se vean afectados por pertenecer a un contexto regional y departamental que no lo sea.</p> <p>Del mismo modo existe la posibilidad de que un municipio sin mayor relevancia en la generación de valor agrícola se sobredimensione por su ubicación regional en la que otros municipios aportan y suman gran producción departamental. En todo caso, son precisamente estos fenómenos regionales y secto-territoriales los que se pretenden capturar. La incapacidad para discriminar el valor generado por un producto en particular, aunque resulta una limitante, también incorpora la transversalidad del análisis sectorial que beneficia a todos los productos del sector agrícola</p> <p>Finalmente, se debe mencionar que las mediciones para un año específico, en este caso 2015, pueden haber incluido eventos esporádicos, que llevar a tener un menor valor agregado agrícola de manera transitoria en un municipio.</p>	

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

DANE. 2014. Resolución 1468.

DANE. 2016. Participación porcentual del valor agregado municipal en el departamento, por ramas de actividad para 2015.

DANE. 2015. Cuentas Nacionales Departamentales – PIB departamental.

2. Precisión de la información.

Al no tener la distribución del PIB por sectores en cada municipio, esta se calculó de manera indirecta, a través de información de la participación económica del municipio en su departamento y de la suma de los valores departamentales de la producción de café y de otros productos agrícolas para estimar la producción agrícola departamental. Finalmente, se tomó este valor y se ponderó para cada municipio y departamento obteniendo el valor estimado de la producción agrícola municipal, en niveles de miles de millones de pesos, para el año 2016, lo que lo hace comparable a nivel nacional.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Se cuenta con la información para la totalidad de los municipios del país. La consistencia interna la ofrece el DANE en su propuesta metodológica del indicador de importancia económica municipal cuyo referente es el nivel departamental y su propuesta de cálculo de valor agregado sectorial a nivel departamental para todas las ramas de actividad económica.

La síntesis de las propuestas tanto para la importancia relativa municipal dentro del departamento como de producción sectorial departamental determina la potencialidad de cada municipio para generar valor agregado agrícola en su región, departamento y en el país y su calificación denota territorios con mayor ventaja competitiva de producir y generar ingresos provenientes del sector agrícola.

Siguiendo la metodología de evaluación de tierras, se evalúa la existencia de datos atípicos mediante el criterio de Tukey, que consiste en señalar como atípico aquel dato que se encuentra 1,5 veces el rango intercuartílico por encima del tercer cuartil o por debajo del primer cuartil. Es decir, un dato es atípico si se encuentra por fuera del intervalo:

$$[Q_1 - 1,5 \cdot RI, Q_3 + 1,5 \cdot RI]$$

Donde Q_1 y Q_3 son el primer y tercer cuartil de la distribución de los datos respectivamente y es el rango intercuartílico que corresponde a la diferencia. Dado que el resultado es que más del 5 % de datos atípicos la decisión es utilizar el método de k-medias.

4. Clasificación de los municipios por aptitud.

Para la estimación de los rangos se utiliza la metodología de agrupamientos de las variables socioeconómicas que en este caso indica la necesidad de utilizar el método de K-Medias.

El algoritmo de K-medias, como otros métodos de agrupamiento parte de una función de aprendizaje no supervisado donde no existen clases predefinidas y sus resultados están fuertemente determinados por el conjunto de datos disponibles y las medidas de similitud o distancia utilizadas para comparar datos. Se busca minimizar la distancia intra-clústeres y maximizar la distancia inter-clústeres, partiendo de la distancia como medida de similitud. Si $d(i,j) > d(i,k)$ indica que el objeto i es más parecido a k que a j . El método de K-Medias desarrollado por MacQueen (1967) se basa un único parámetro (número de grupos), definido en este caso en 3, y por tratarse de un agrupamiento univariado no está sesgado por el orden de presentación inicial de los datos.

Los pasos para la estimación del clúster de K-medias fueron los siguientes:

1. Se ordenan los datos de mayor a menor o de menor a mayor según incidencia del fenómeno socioeconómico en estudio y su supuesta relación con los niveles de aptitud para la cadena productiva.
2. De manera inicial se divide en tres grupos el total de datos disponibles se calcula el centroide (centro geométrico del clúster) que se calcula como base para la construcción de la variable objetivo (distancia). El centroide que se propone es el promedio aritmético de cada agrupamiento.

3. Dado que el algoritmo de K-medias busca minimizar la distancia interna (suma de las distancias de los datos de su centroide), se calcula para cada dato el cuadrado de las diferencias de este con los centroides de los clúster inicialmente calculados (3) y se suman dichos valores para todos los datos del mismo clúster.
4. Se asigna cada elemento al clúster cuyo dato sea el mínimo de los tres posibles y se recalculan los centroides con los nuevos agrupamientos.
5. Iterativamente, se van actualizando los centroides en función de las asignaciones de puntos a clúster, hasta que los centroides dejen de cambiar.

Como parte del mismo proceso, el procedimiento de k medias considera una fase de validación que consiste en lo siguiente:

1. Evaluar la existencia de clúster que solo están integrados por datos extremos (*outliers*).
2. Comparar dos conjuntos de clúster alternativos evaluando su consistencia con los fenómenos socioeconómicos.
3. Comparar los resultados de los agrupamientos con los derivados de otras técnicas de agrupamiento para determinar si los resultados están describiendo el fenómeno socioeconómico en estudio.

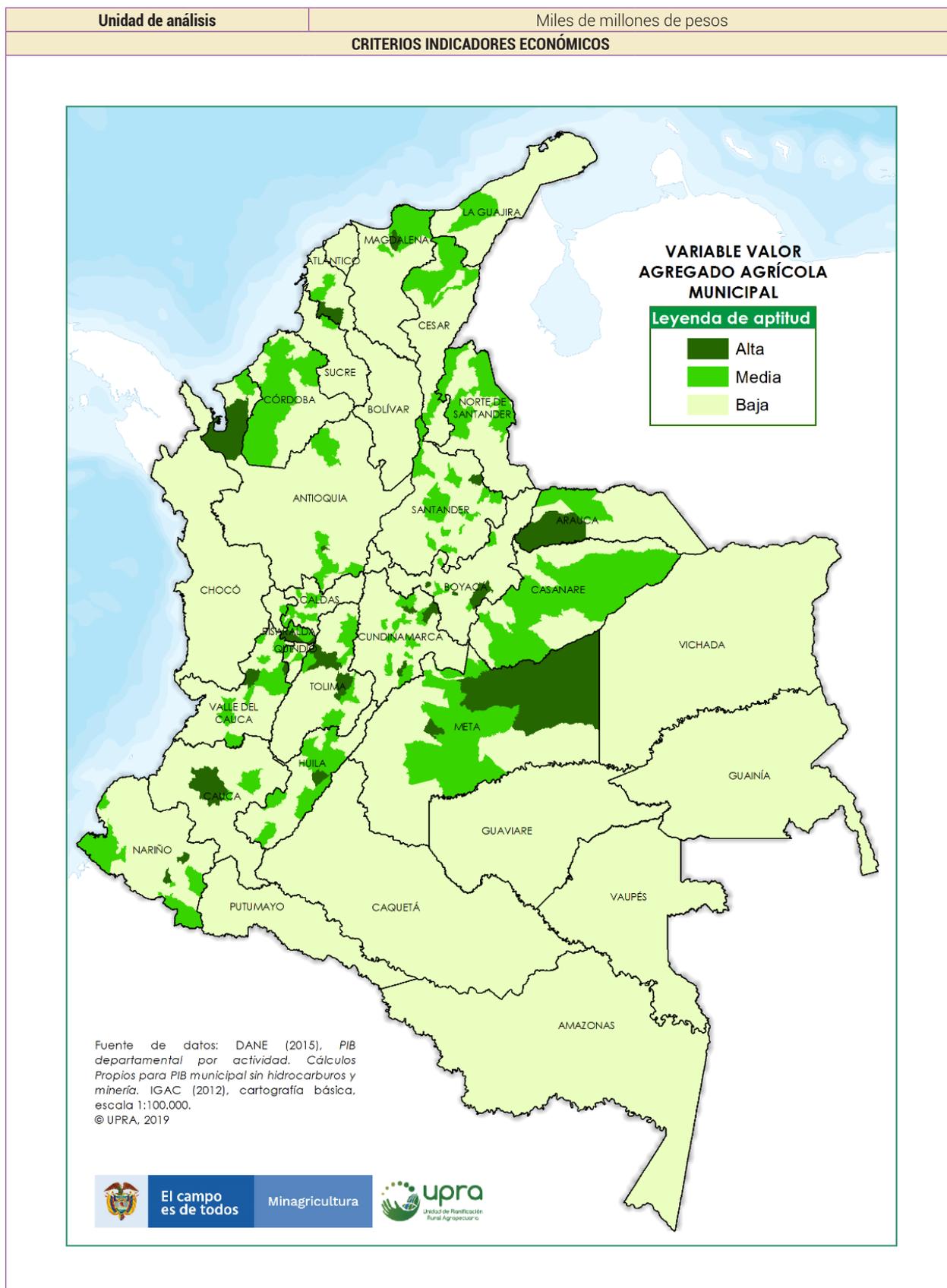
La validación se puede desarrollar tanto por criterios internos como externos que aporte información adicional como los relacionados con la entropía y la pureza, como también por criterios internos generados a partir de los propios datos como la suma de los cuadrados de las distancias al interior y entre clúster (cohesión y separación).

Al realizar el procedimiento para la variable Valor Agregado Agrícola Municipal (VAAM) el resultado fueron tres agrupamientos, a los que se le asignó la calificación de aptitud, de modo que los rangos quedan definidos de la siguiente manera: aptitud alta (A1): municipios con más de \$160 mil millones del VAAM. Aptitud media (A2): municipios entre \$46,1 mil millones y \$160 mil millones del VAAM. Aptitud baja (A3): municipios con menos de \$46,1 mil millones del VAAM.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

Miles de millones de pesos	Aptitud
≥ 160	Alta (A1)
46,1-160	Media (A2)
< 46,1	Baja (A3)



FUENTES DE INFORMACIÓN
DANE. (2014). Resolución 1468 de 2014. «Por medio de la cual se actualiza la metodología de elaboración del indicador de importancia económica relativa municipal y los grados de importancia económica municipal 2015». Recuperado de: < https://www.dane.gov.co/files/acerca/Normatividad/resoluciones/2014/1468.PDF >. Bogotá: DANE.
... (2015). PIB departamental por actividad. Cálculos propios para PIB municipal sin hidrocarburos y minería. Recuperado de: < https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/departamentales/B_2005/Bol_dptal_2015preliminar.pdf >. Bogotá: DANE
... (2016). PIB departamental valor agregado municipal en el departamento, participación porcentual por ramas de actividad Recuperado de: < https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/cuentas-nacionales-departamentales >. Bogotá: DANE.
IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

3.5. Criterio Asociatividad e Institucionalidad

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO SUBCOMPONENTE: SOCIAL		
CRITERIO: ASOCIATIVIDAD E INSTITUCIONALIDAD		
TIPO DE CRITERIO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	
	Exclusión legal	
	Condicionante	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
<ul style="list-style-type: none"> • Cercanía a asociaciones, expresada en tiempo de desplazamiento (horas). • Cercanía a comités gremiales, expresada en tiempo de desplazamiento (horas). • Cercanía al ICA, expresada en tiempo de desplazamiento (horas). • Cercanía a Agrosavia, expresada en tiempo de desplazamiento (horas). 		
DEFINICIÓN		
Facilidad con la que se puede acceder desde otros puntos en el territorio, a una asociación de productores de papa, a la institucionalidad gremial, y a entidades que soportan la sanidad, y la investigación y transferencia de tecnología agropecuaria.		
IMPORTANCIA DEL CRITERIO		
<p>La asociatividad es un aspecto relevante del desarrollo de las actividades productivas ya que refleja la existencia de liderazgos, de cohesión social y la construcción de redes que articulan a los productores de base y facilitan su acceso a instancias en las que pueden disponer de recursos para la implementación de proyectos productivos y el desarrollo del sector en un municipio.</p> <p>Además, la cercanía a la institucionalidad permite generar oportunidades para el mejoramiento de la productividad y abrir espacios para la adaptación de las unidades productivas a las condiciones que demanda la industria. En este mismo sentido, también puede ayudar a fortalecer procesos de innovación y cambio técnico, necesarios para responder a las especificidades industriales, propias del mercado de papa Diacol Capiro.</p> <p>El ICA y Agrosavia son entidades que tienen ofertas institucionales: ICA en vigilancia fitosanitaria, normatividad, certificaciones de predios y en Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), entre otras actividades.</p> <p>Agrosavia tiene productos como semilla, programas por productos, investigación y transferencia de tecnología. En papa, producción de semilla certificada fase I, desarrollo de nuevas variedades y bioplaguicidas, entre otros.</p>		

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

La metodología de isocronas, permite establecer la cercanía a los entes evaluados en el criterio. Sin embargo, la información es un referente dado que Agrosavia y el ICA tienen ámbito nacional, mientras las organizaciones de productores y los comités gremiales pueden incorporar agricultores de diferentes localidades, no necesariamente a las distancias propuestas.

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

La ponderación del criterio se construyó a partir de la metodología AHP (Analytics Hierarchy Process), condensada en la matriz de comparaciones pareadas de 4 variables, de acuerdo con la siguiente tabla:

Criterio	Variables	Cercanía a asociaciones	Cercanía a comités gremiales	Cercanía al ICA	Cercanía a Agrosavia
ASOCIATIVIDAD E INSTITUCIONALIDAD	Cercanía a asociaciones	1			
	Cercanía a comités gremiales	1/3	1		
	Cercanía al ICA	1/5	1/5	1	
	Cercanía a Agrosavia	1/5	1/5	1/5	1

La escala de importancia dentro del proceso AHP tiene cuenta la valoración entre pares de variables:

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		

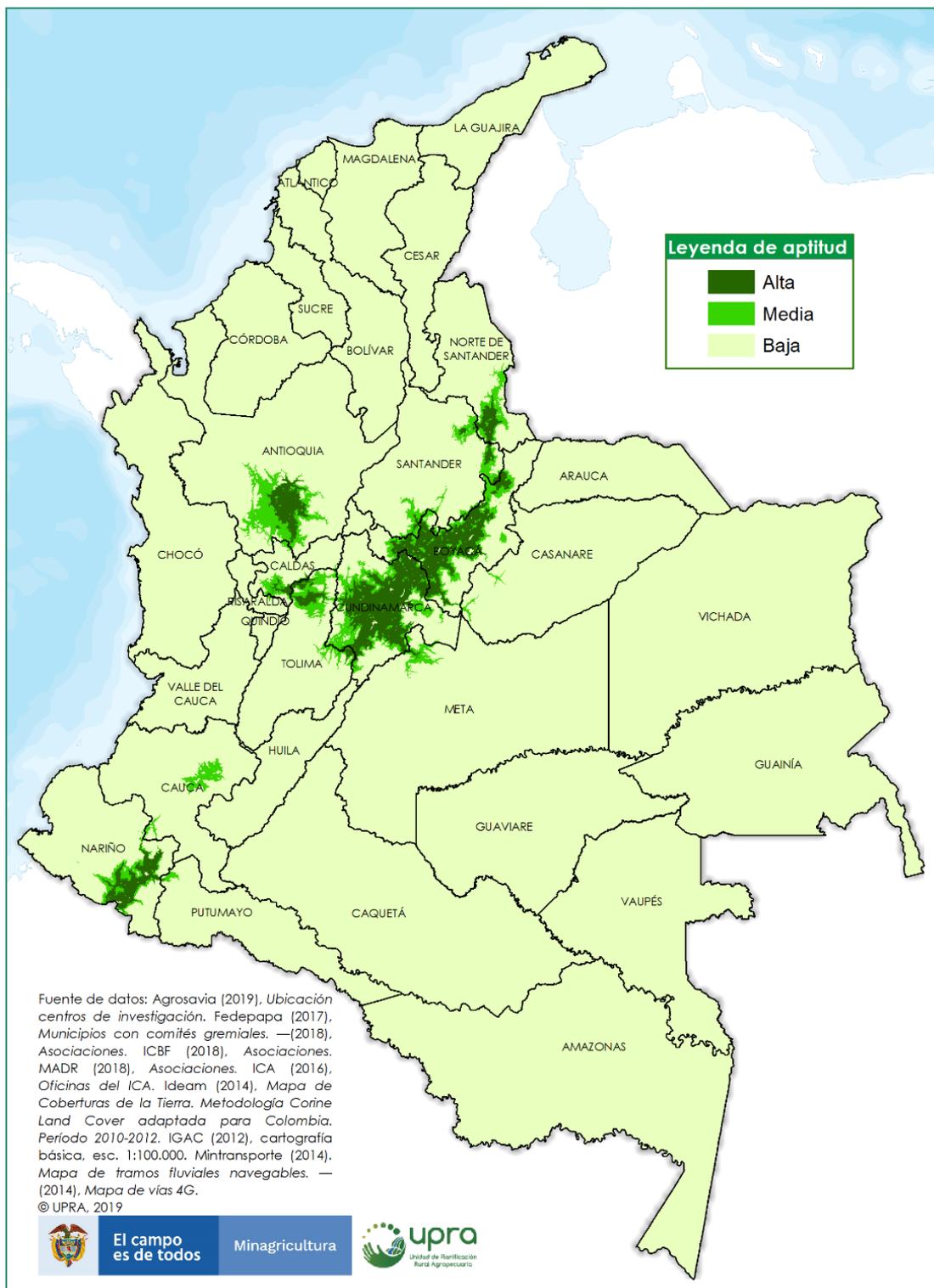
Teniendo en cuenta el software PriEsT (*Priority Estimation Tool*), se calcularon las ponderaciones de cada variable dentro del criterio, de acuerdo con la calificación de los municipios, según categorías de aptitud y para cada categoría de aptitud se asignó un valor así: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

Criterio	Variable	Ponderación (%)
Asociatividad e institucionalidad	Cercanía a asociaciones	52,5
	Cercanía a comités gremiales	30,3
	Cercanía ICA	11,9
	Cercanía Agrosavia	5,3
Total, ponderación		100,0

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

VARIABLES	Unidad de medida	Aptitud		
		Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)
Cercanía a asociaciones	Tiempo de desplazamiento (horas)	≤ 1/2 hora	1/2 hora - 1 hora	≥ 1 hora
Cercanía a comités gremiales	Tiempo de desplazamiento (horas)	≤ 1/2 hora	1/2 hora - 1 hora	≥ 1 hora
Cercanía al ICA	Tiempo de desplazamiento (horas)	≤ 1/2 hora	1/2 hora - 1 hora	≥ 1 hora
Cercanía a Agrosavia	Tiempo de desplazamiento (horas)	≤ 1/2 hora	1/2 hora - 1 hora	≥ 1 hora

CRITERIO ASOCIATIVIDAD E INSTITUCIONALIDAD



FUENTES DE INFORMACIÓN	
•	Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia). (2019). <i>Centros Agrosavia</i> . Recuperado de: < http://www.agrosavia.co/menu/nc/ >.
•	Federación Colombiana de Productores de Papa-Fondo Nacional de Fomento de la papa (Fedepapa-FNFP). (2018). <i>Comités de Fedepapa</i> . Recuperado de < http://www.fedepapa.com/WEB-VIEJA/fedepapa.html#comites_ >
•	ICA. (2016). <i>Ubicación oficinas del ICA</i> . Recuperado de: < www.ica.gov.co/EI-ICA/Directorio-Seccionales.aspx >
•	ICBF. (2017). <i>Organizaciones solidarias de productores de alimentos y confecciones de las regionales Bogotá y Cundinamarca, Boyacá, Nariño</i> Recuperado de: < https://www.icbf.gov.co/sites/default/files/bogota_y_cundinamarca_asociaciones_productoras_1.pdf >, < https://www.icbf.gov.co/sites/default/files/boyaca_asociaciones_productoras.pdf >, < https://www.icbf.gov.co/sites/default/files/narino_asociaciones_productoras.pdf >.
•	Ideam. (2014). <i>Mapa de coberturas de la tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia. Período 2010-2012</i> .
•	IGAC. (2012). <i>Cartografía básica escala 1:100.000</i> . Bogotá: IGAC.
•	Márquez, G. (2003). <i>Ecosistemas estratégicos de Colombia</i> . Sociedad Geográfica de Colombia. Recuperado de: < http://www.sogeocol.edu.co/documentos/07ecos.pdf >
•	Mintransporte. (2014), <i>Mapa de tramos fluviales navegables</i> .
•	_(2014). <i>Mapa de vías 4G</i> .

3.5.1. Variable cercanía a asociaciones

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE									
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL								
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO SUBCOMPONENTE: SOCIAL									
CRITERIO ASOCIADO: ASOCIATIVIDAD E INSTITUCIONALIDAD									
VARIABLE: cercanía a asociaciones	UNIDAD DE MEDIDA: tiempo de desplazamiento (horas)								
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica								
	Análisis jerárquico								
	Exclusión legal								
	Condicionante								
DEFINICIÓN									
Facilidad con la que se puede alcanzar desde otros puntos en el territorio una asociación de productores de papa.									
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE									
La asociatividad es un aspecto relevante en la toma de decisiones sobre el desarrollo de las actividades productivas ya que refleja la existencia de liderazgos, de cohesión social y la construcción de redes que articulan a los productores de base y facilitan su acceso a instancias que pueden disponer recursos para la implementación de proyectos productivos y el desarrollo del sector.									
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO									
Los rangos para la espacialización de la variable se clasifican de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1), media (A2) y baja (A3), así:									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tiempo de desplazamiento (horas)</th> <th>Aptitud</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>≤ 1/2 hora</td> <td>Alta (A1)</td> </tr> <tr> <td>1/2 hora - 1 hora</td> <td>Media (A2)</td> </tr> <tr> <td>≥ 1 hora</td> <td>Baja (A3)</td> </tr> </tbody> </table>		Tiempo de desplazamiento (horas)	Aptitud	≤ 1/2 hora	Alta (A1)	1/2 hora - 1 hora	Media (A2)	≥ 1 hora	Baja (A3)
Tiempo de desplazamiento (horas)	Aptitud								
≤ 1/2 hora	Alta (A1)								
1/2 hora - 1 hora	Media (A2)								
≥ 1 hora	Baja (A3)								
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE									
La base de datos de las organizaciones de productores, no permite identificar si están vigentes o en funcionamiento.									

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**1. Información.**

ICBF. 2018. Base de datos de organizaciones de productores de papa en Colombia.

Fedepapa-FNFP. 2019. Asociaciones registradas.

Minagricultura. 2018. Organizaciones de productores de papa al FNFP.

2. Precisiones de la información.

La metodología de isócrona empleada por la UPRA involucró todos los tipos de vías terrestres, las pendientes de las mismas dado su influencia en la velocidad y los tramos fluviales navegables existentes para 2014.

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.

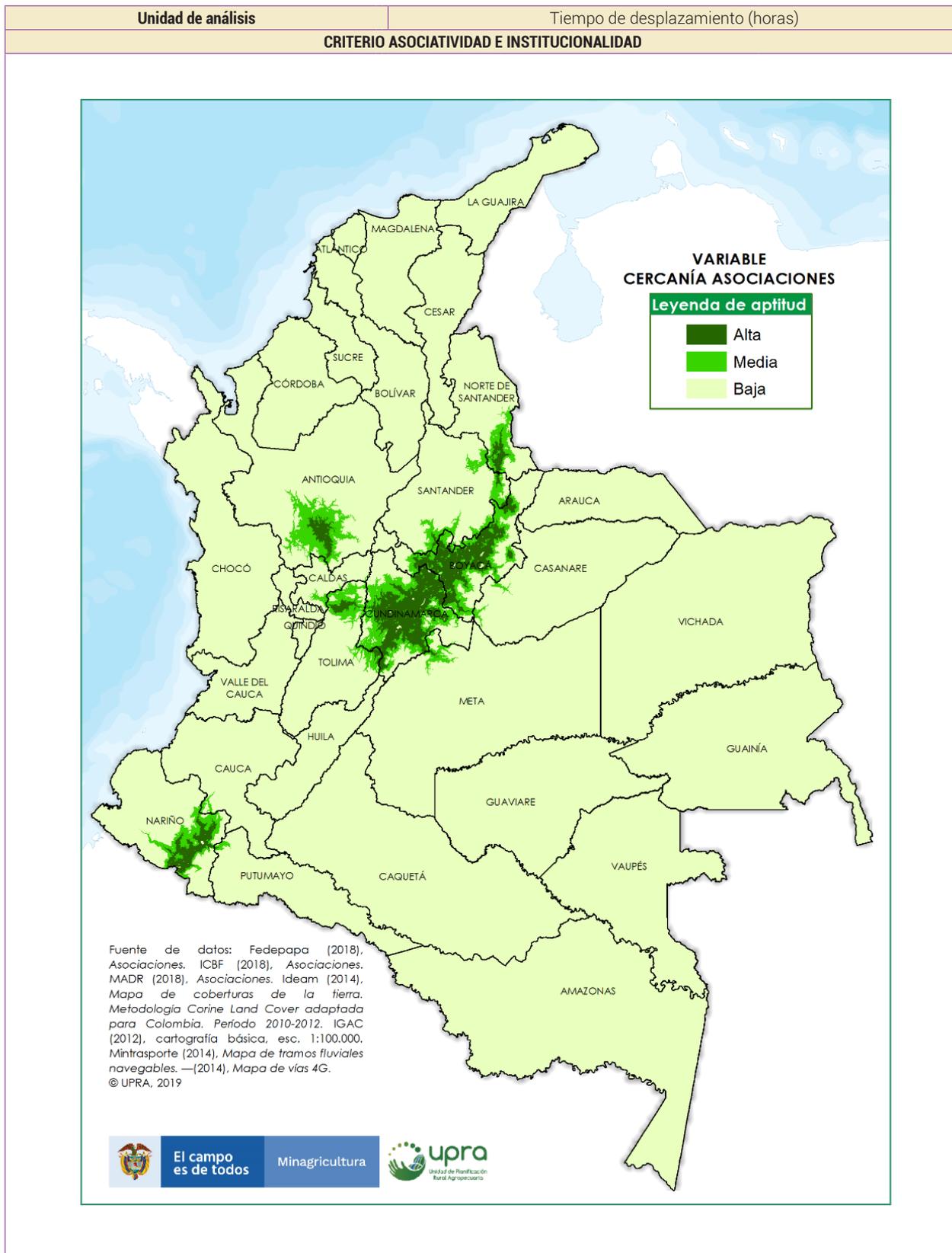
Tipo 6: sin afirmado, transitable en tiempo seco.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Para el cálculo de dichas isócronas, se tuvo en cuenta como punto de referencia la ubicación de cada organización en la cabecera municipal:

4. Clasificación por aptitud.

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definen con base en los tiempos de desplazamiento a las asociaciones, considerando que a mayor distancia se reduce la posibilidad de acceder a ellas, aptitud alta (A1): menos de 1/2 hora; aptitud media (A2): entre 1/2 hora y 1 hora y aptitud baja (A3): más de 1 hora.



FUENTES DE INFORMACIÓN

- ICBF. (2017). *Organizaciones solidarias de productores de alimentos y confecciones de las regionales Bogotá y Cundinamarca*. Recuperado de: <https://www.icbf.gov.co/sites/default/files/bogota_y_cundinamarca_-_asociaciones_productoras_1.pdf>
- _ (2017) *Organizaciones solidarias de productores de alimentos y confecciones de la regional Boyacá*. Recuperado de: <https://www.icbf.gov.co/sites/default/files/boyaca_-_asociaciones_productoras.pdf>
- _ (2017) *Organizaciones solidarias de productores de alimentos y confecciones de la regional Nariño*. Recuperado de: <https://www.icbf.gov.co/sites/default/files/narino_-_asociaciones_productoras.pdf>
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Minagricultura. (2018). Organizaciones de productores de papa al FNFP. Recuperado de: <<https://www.minagricultura.gov.co/noticias/Paginas/Todo-listo-para-las-elecciones-de-Junta-Directiva-del-Fondo-Nacional-de-la-Papa.aspx>>
- _ (2017). Informe convenio CISP_MADR. Recuperado de: <<https://sioc.minagricultura.gov.co/DocumentosContexto/S2091-INFORME%20No.2.doc>>
- Mintransporte. (2014). *Mapa de los tramos fluviales navegables*, Bogotá: Mintransporte
- _ (2014). vías 4G. Bogotá: Mintransporte.

3.5.2. Variable cercanía a comités gremiales

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE									
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL								
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO SUBCOMPONENTE: SOCIAL									
CRITERIO ASOCIADO: ASOCIATIVIDAD E INSTITUCIONALIDAD									
VARIABLE: cercanía a comités gremiales	UNIDAD DE MEDIDA: tiempo de desplazamiento (horas)								
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica								
	Análisis jerárquico								
	Exclusión legal								
	Condicionante								
DEFINICIÓN									
Facilidad con la que se puede alcanzar, desde otros puntos en el territorio, un comité gremial de Fedepapa.									
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE									
Incide en la percepción de los agentes económicos respecto de la institucionalidad sectorial presente en el municipio.									
La organización gremial de Fedepapa permite la presencia de la organización en las zonas productoras del tubérculo. Los comités gremiales tienen como objeto generar oportunidades para el mejoramiento de la productividad, abrir espacios para la adaptación de las unidades productivas a las condiciones que demanda la industria y ayudar a fortalecer procesos de innovación y cambio técnico, necesarios para responder a los requerimientos industriales, propios del mercado de papa Diacol Capiro.									
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO									
Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo con tres categorías de aptitud: alta (A1), media (A2) y baja (A3), así:									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tiempo de desplazamiento (horas)</th> <th>Aptitud</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>≤ 1/2 hora</td> <td>Alta (A1)</td> </tr> <tr> <td>1/2 hora - 1 hora</td> <td>Media (A2)</td> </tr> <tr> <td>≥ 1 hora</td> <td>Baja (A3)</td> </tr> </tbody> </table>		Tiempo de desplazamiento (horas)	Aptitud	≤ 1/2 hora	Alta (A1)	1/2 hora - 1 hora	Media (A2)	≥ 1 hora	Baja (A3)
Tiempo de desplazamiento (horas)	Aptitud								
≤ 1/2 hora	Alta (A1)								
1/2 hora - 1 hora	Media (A2)								
≥ 1 hora	Baja (A3)								

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La base de datos de las organizaciones de productores, no permite identificar si están vigentes o en funcionamiento.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

Fedepapa-FNFP. 2019. Comités municipales de Fedepapa.

2. Precisiones de la información.

La metodología de isócrona empleada por la UPRA involucró todos los tipos de vías terrestres, las pendientes de las mismas dado su influencia en la velocidad y los tramos fluviales navegables existentes para 2014.

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.

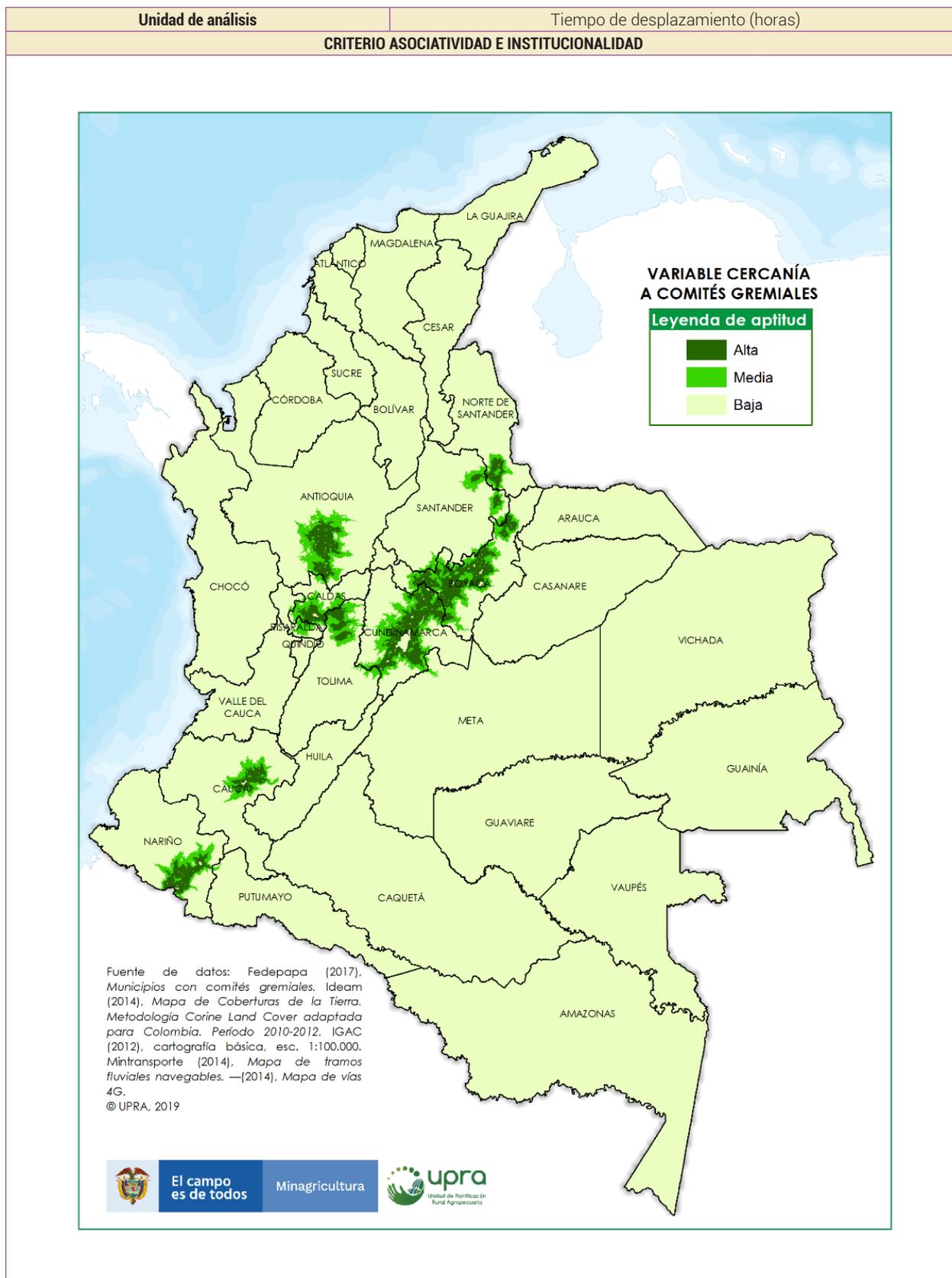
Tipo 6: sin afirmado, transitable en tiempo seco.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Para el cálculo de dichas isócronas, se tuvo en cuenta como punto de referencia la ubicación del comité municipal de Fedepapa.

4. Clasificación por aptitud.

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definen con base en los tiempos de desplazamiento al comité gremial, considerando que a mayor distancia se reduce la posibilidad de acceder a cada comité de la Federación. Aptitud alta (A1): menos de 1/2 hora; aptitud media (A2): entre 1/2 hora y 1 hora, y aptitud baja (A3): más de 1 hora.



FUENTES DE INFORMACIÓN	
•	Fedepapa-FNFP. (2017). <i>Comités gremiales</i> . Bogotá: Fedepapa.
•	IGAC. (2012). <i>Cartografía básica, escala 1:100.000</i> . Bogotá: IGAC.
•	Mintransporte. (2014). <i>Mapa de los tramos fluviales navegables</i> ,
•	... (2014). <i>vías 4G</i> . Bogotá: Mintransporte.

3.5.3. Variable cercanía al ICA

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE										
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL									
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO SUBCOMPONENTE: SOCIAL										
CRITERIO ASOCIADO: ASOCIATIVIDAD E INSTITUCIONALIDAD										
VARIABLE: cercanía al ICA	UNIDAD DE MEDIDA: tiempo de desplazamiento (horas)									
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica									
	Análisis jerárquico									
	Exclusión legal									
	Condicionante									
DEFINICIÓN										
Facilidad con la que se puede alcanzar desde otros puntos en el territorio una sede del ICA, entidad oficial cuya función es elevar el estatus sanitario para mejorar las condiciones de inocuidad de la producción agroalimentaria nacional y aumentar la competitividad de las actividades agropecuarias.										
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE										
Incide en la percepción de los agentes económicos con respecto a la oferta institucional de asesoría, vigilancia, control y manejo fitosanitario para mejorar las condiciones de productividad, calidad e inocuidad de la producción de la papa Diacol Capiro con fines industriales.										
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO										
Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo a las categorías de aptitud: alta (A1), media (A2) y baja (A3), así:										
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tiempo de desplazamiento (horas)</th> <th>Aptitud</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>≤ 1/2 hora</td> <td>Alta (A1)</td> </tr> <tr> <td>1/2 hora - 1 hora</td> <td>Media (A2)</td> </tr> <tr> <td>≥ 1 hora</td> <td>Baja (A3)</td> </tr> </tbody> </table>	Tiempo de desplazamiento (horas)	Aptitud	≤ 1/2 hora	Alta (A1)	1/2 hora - 1 hora	Media (A2)	≥ 1 hora	Baja (A3)	
Tiempo de desplazamiento (horas)	Aptitud									
≤ 1/2 hora	Alta (A1)									
1/2 hora - 1 hora	Media (A2)									
≥ 1 hora	Baja (A3)									
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE										
La cobertura del ICA es nacional, por lo que los puntos de referencia de las sedes, limita el análisis de la variable.										
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN										
<p>1. Información.</p> <p>ICA. 2018. Directorio por seccionales.</p> <p>2. Precisión de la información.</p> <p>La metodología de isócrona empleada por la UPRA involucró todos los tipos de vías terrestres, las pendientes de las mismas dado su influencia en la velocidad y los tramos fluviales navegables existentes para 2014.</p> <p>Tipo 1: pavimentada, carretera de dos o más carriles, transitable todo el año.</p> <p>Tipo 2: sin pavimentar, carretera de dos o más carriles, transitable todo el año.</p> <p>Tipo 3: pavimentada, carretera angosta, transitable todo el año.</p>										

Tipo 4: sin pavimentar, carretera angosta, transitable todo el año.

Tipo 5: sin pavimentar, transitable en tiempo seco.

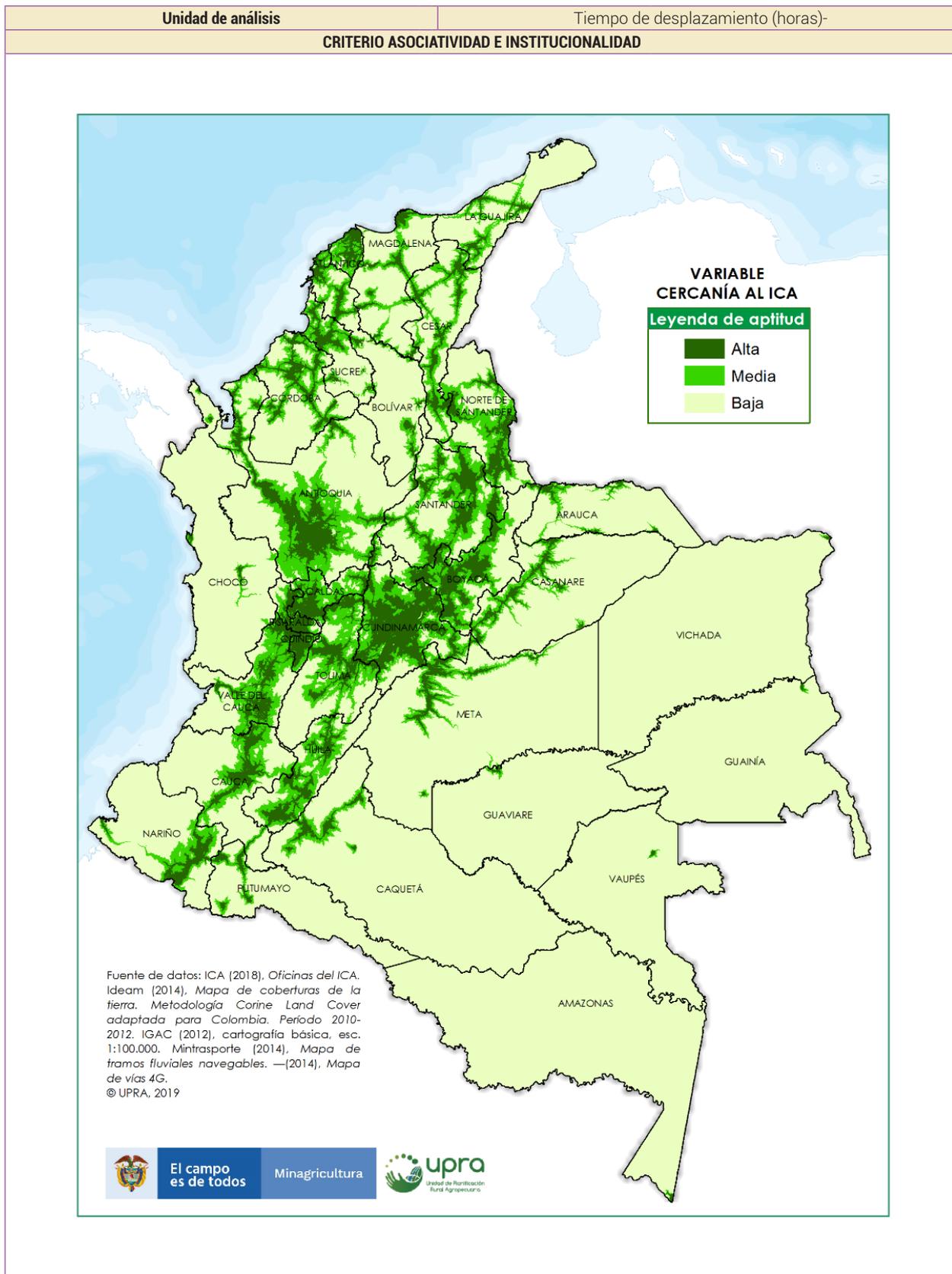
Tipo 6: sin afirmado, transitable en tiempo seco.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Para el cálculo de dichas isócronas, se tuvo en cuenta la ubicación de las sedes del ICA.

4. Clasificación por aptitud.

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definen con base en los tiempos de desplazamiento a la sede del ICA, considerando que a mayor distancia se reduce la posibilidad de acceder a una sede de la entidad oficial. Aptitud alta (A1): menos de 1/2 h; aptitud media (A2): entre 1/2 hora y 1 hora, y aptitud baja (A3): más de 1 h.



FUENTES DE INFORMACIÓN

- ICA. (2018). *Oficinas del ICA*. Bogotá: ICA
- Ideam. (2014). *Mapa de coberturas de la tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia. Período 2010-2012*.
- IGAC. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC.
- Mintransporte. (2014). *Mapa de tramos fluviales navegables*. Bogotá: Mintransporte.
- ... (2014). *Mapa de vías 4 G*. Bogotá: Mintransporte.

3.5.4. Variable cercanía a Agrosavia

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE									
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL								
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO SUBCOMPONENTE: SOCIAL									
CRITERIO ASOCIADO: ASOCIATIVIDAD E INSTITUCIONALIDAD									
VARIABLE: cercanía a Agrosavia	UNIDAD DE MEDIDA: tiempo de desplazamiento (horas)								
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica								
	Análisis jerárquico								
	Exclusión legal								
	Condicionante								
DEFINICIÓN									
Facilidad con la que se puede alcanzar desde otros puntos en el territorio un centro de Agrosavia, entidad cuya función es desarrollar y ejecutar actividades de investigación, tecnología y transferencia de procesos de innovación tecnológica en el sector agropecuario.									
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE									
Incide en la percepción de los agentes económicos con respecto a la oferta institucional asociada a la innovación y transferencia de conocimiento y tecnologías encaminadas a generar cambios tecnológicos y a mejorar la competitividad del cultivo de papa Diacol Capiro para uso industrial.									
A mayor cercanía de una sede de Agrosavia, se tiene mayor probabilidad de brindar a los agentes económicos más y mejores alternativas tecnológicas para mejorar los procesos productivos del cultivo de papa de la variedad Diacol Capiro. Productores con posibilidades de acceso a conocimientos y desarrollos tecnológicos para el manejo de sus cultivos y, en general, a los servicios de la Corporación, pueden llegar a obtener cultivos más competitivos.									
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO									
Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo a la categoría de aptitud: alta (A1), media (A2) y baja (A3), así:									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tiempo de desplazamiento (horas)</th> <th>Aptitud</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>≤ 1/2 hora</td> <td>Alta (A1)</td> </tr> <tr> <td>1/2 hora - 1 hora</td> <td>Media (A2)</td> </tr> <tr> <td>≥ 1 hora</td> <td>Baja (A3)</td> </tr> </tbody> </table>		Tiempo de desplazamiento (horas)	Aptitud	≤ 1/2 hora	Alta (A1)	1/2 hora - 1 hora	Media (A2)	≥ 1 hora	Baja (A3)
Tiempo de desplazamiento (horas)	Aptitud								
≤ 1/2 hora	Alta (A1)								
1/2 hora - 1 hora	Media (A2)								
≥ 1 hora	Baja (A3)								
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE									
La cobertura de Agrosavia es nacional, por lo que los puntos de referencia de las sedes, limita el análisis de la variable.									
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN									
<p>1. Información.</p> <p>Agrosavia. 2018. Centros de investigación Agrosavia.</p> <p>2. Precisión de la información.</p> <p>La metodología de isócrona empleada por la UPRA involucró todos los tipos de vías terrestres, las pendientes de las mismas dado su influencia en la velocidad y los tramos fluviales navegables existentes para 2014.</p>									

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.

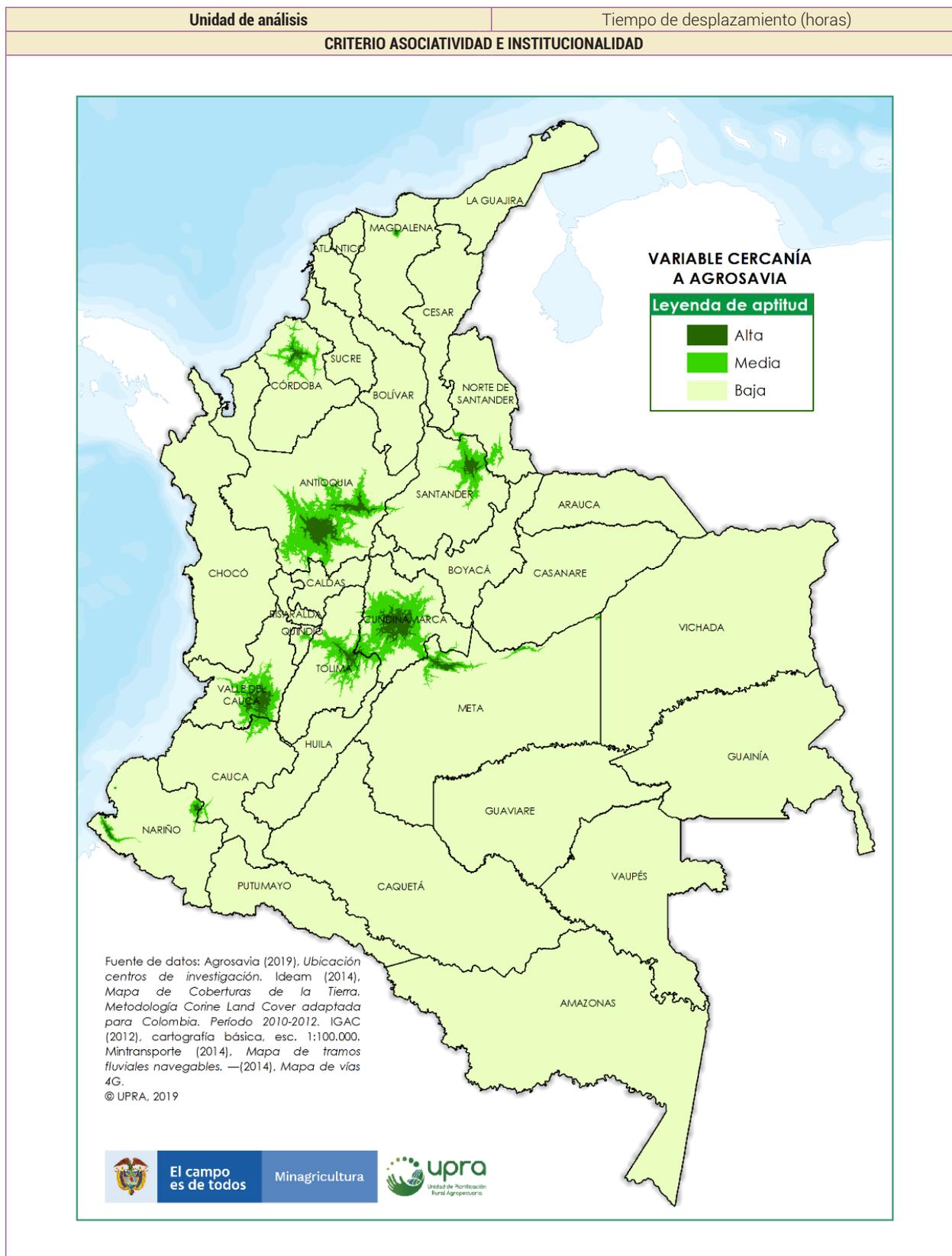
Tipo 6: sin afirmado, transitable en tiempo seco.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Para el cálculo de dichas isócronas, se tuvo en cuenta la ubicación de las sedes de Agrosavia.

4. Clasificación por aptitud.

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definen con base en los tiempos de desplazamiento a la sede de Agrosavia, considerando que a mayor distancia se reduce la posibilidad de acceder a la corporación. Aptitud alta (A1): menos de 1/2 hora; aptitud media (A2): entre 1/2 hora y 1 hora y aptitud baja (A3): más de 1 hora.



FUENTES DE INFORMACIÓN	
•	Agrosavia. (2018). <i>Centros Agrosavia</i> . Recuperado de: <http://www.agrosavia.co/menu/nc/>.
•	Ideam. (2014). <i>Mapa de coberturas de la tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia. Período 2010-2012</i> .
•	IGAC. (2012). <i>Cartografía básica escala 1:100.000</i> . Bogotá: IGAC.
•	Mintransporte. (2014). <i>Mapa de tramos fluviales navegables</i> .
•	... (2014). <i>Mapa de vías 4G</i> .

3.6. Criterio Seguridad Ciudadana

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO	
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO SUBCOMPONENTE: SOCIAL	
CRITERIO ASOCIADO: SEGURIDAD CIUDADANA	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica
	Análisis jerárquico
	Exclusión legal
	Condicionante
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO	
<ul style="list-style-type: none"> • Extorsiones rurales, expresado en tasa de extorsiones rurales por cada 1000 habitantes. • Homicidios rurales, expresado en tasa de homicidios rurales por cada 1000 habitantes. • Secuestros rurales, expresado en tasa de secuestros rurales por cada 1000 habitantes. 	
DEFINICIÓN	
<p>Ausencia de peligro o afectaciones a la integridad física, así como de riesgo de pérdida de la libertad y del patrimonio por situaciones adversas. Es una situación donde las personas pueden vivir libres de la violencia y el delito (Comisión Interamericana de Derechos Humanos, 2009).</p> <p>La seguridad ciudadana produce un efecto de confianza, entendida como ausencia de peligro y daños a la vida y a la integridad física y psicológica y a la pérdida parcial y/o total de la libertad y del patrimonio de un individuo y/o de un grupo poblacional, determinada por situaciones adversas originadas por las personas.</p>	
IMPORTANCIA DEL CRITERIO	
<p>El criterio refleja información de municipios donde se presentan y repiten hechos delictivos que podrían estar asociados a la presencia de grupos armados ilegales y delincuencia común, lo cual podría incidir negativamente en la dinámica de la producción.</p> <p>Ya que condiciones de seguridad adversas en el área rural han sido limitantes para la inversión en proyectos productivos, una caracterización de la seguridad ciudadana municipal, representa particular importancia para orientar a los inversionistas privados y las políticas públicas del sector agropecuario.</p> <p>En las zonas donde han existido fenómenos delictivos de manera reiterada, se ven afectadas la productividad, la seguridad y la integridad física, psicológica, vida, honra y bienes de las poblaciones asentadas, quienes soportan acciones ligadas al secuestro, extorsiones y homicidios, entre otras.</p> <p>Estas acciones delictivas generan un ambiente de desconfianza y ausencia de inversión en proyectos productivos que mejoren la calidad de vida, empleo y oportunidades de los pobladores rurales. Como consecuencia, entre más frecuente sea la presentación de estos flagelos, menor será la aptitud de la zona.</p>	

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

En las fuentes de información consultadas para los delitos de secuestro, extorsión y homicidio, se encontraron municipios sin registros para las variables analizadas. Estos municipios, bajo el principio de precaución, se asimilaron al registro cero y, en consecuencia, se clasificaron en el rango de aptitud alta (A1). Sin embargo, los datos con los que se contó, permitieron la construcción de series 2013 a 2018, con la posibilidad de ser actualizados.

La dinámica de los delitos es una limitante que impide tener una visión actualizada de la seguridad en los 1124 municipios en el país.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

En el análisis de cada una de las variables, ninguna presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La ponderación del criterio se construyó a partir de la metodología AHP (*Analytic Hierarchy Process*), condensada en la matriz de comparaciones pareadas de 3 variables, de acuerdo con la siguiente tabla:

Criterio	Variable	Extorsiones rurales	Homicidios rurales	Secuestros rurales
Seguridad ciudadana	Extorsiones rurales	1		
	Homicidios rurales	1/3	1	
	Secuestros rurales	1/5	1/5	1

La escala de importancia dentro del proceso AHP tiene cuenta la valoración entre pares de variables:

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	

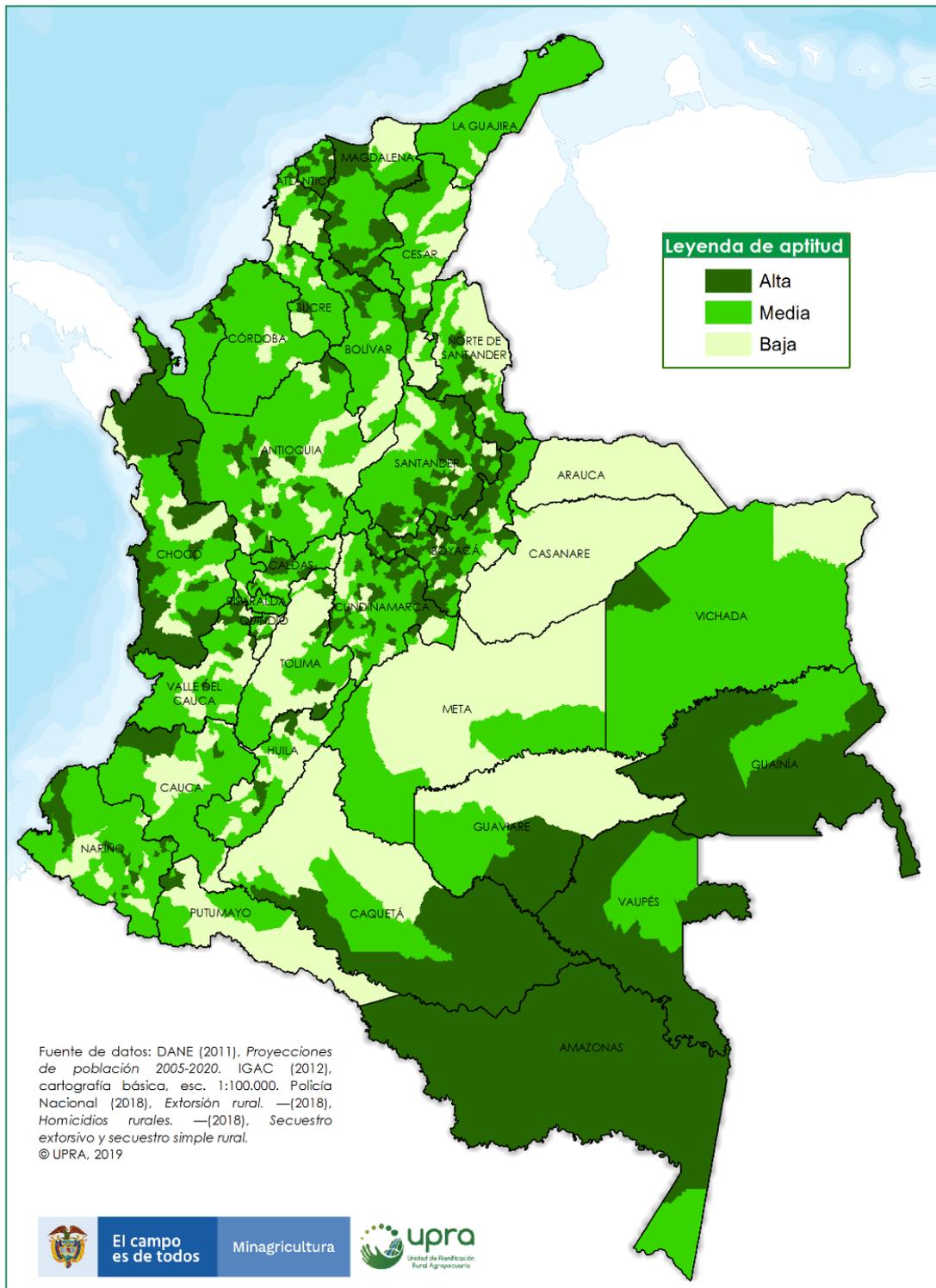
Teniendo en cuenta el software PriEsT (*Priority Estimation Tool*), se calcularon las ponderaciones de cada variable dentro del criterio, de acuerdo con la calificación de los municipios, según categorías de aptitud y para cada categoría de aptitud se asignó un valor así: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

Criterio	Variable	Ponderación (%)
Seguridad ciudadana	Extorsiones rurales	61,7
	Homicidios rurales	29,7
	Secuestros rurales	8,6
Total, ponderación		100,0

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Variables	Unidad de medida	Categorías de aptitud		
		Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)
Extorsiones rurales	Tasa de extorsiones rurales por cada 1000 habitantes	Sin ocurrencia del delito	$\leq 0,5645$	$> 0,5645$
Homicidios rurales	Tasa de homicidios rurales por cada 1000 habitantes	Sin ocurrencia del delito	$\leq 0,3108$	$> 0,3108$
Secuestros rurales	Tasa de secuestros rurales por cada 1000 habitantes	Sin ocurrencia del delito	$\leq 2,026$	$> 2,026$

CRITERIO SEGURIDAD CIUDADANA



FUENTES DE INFORMACIÓN	
•	Comisión Interamericana de Derechos Humanos. (2009). <i>Informe sobre seguridad ciudadana y derechos humanos</i> . Recuperado de www.cidh.oas.org/.../SEGURIDAD%20CIUDADANA
•	DANE. (2011). <i>Proyecciones de población 2005-2020</i> . Recuperado de: < https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion >Bogotá: DANE.
•	IGAC. (2012). <i>Cartografía básica, escala 1:100.000</i> . Bogotá: IGAC.
•	Policía Nacional - Grupo Información de Criminalidad (GICRI) DIJIN. 2013-2018. Recuperado de: < www.policia.gov.co/grupo-informacion-criminalidad/estadistica-delictiva > Bogotá: Policía Nacional.
•	Código de procedimiento penal. Ley 906 de 2004.
•	Ley 1944 de 2018. Recuperado de < http://es.presidencia.gov.co/normativa/normativa >.
•	Ley 599 de (2000). Art. 243. Recuperado de: < http://www.secretariassenado.gov.co/senado >.
•	Instituto Nacional de medicina Legal y Ciencias Forenses. <i>Homicidio_Colombia 2008</i> . Bogotá: Instituto Nacional de Medicina Legal
•	_ Comportamiento del homicidio en Colombia 2013.

3.6.1. Variable extorsiones rurales

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO SUBCOMPONENTE: SOCIAL		
CRITERIO ASOCIADO: SEGURIDAD CIUDADANA		
VARIABLE: extorsiones rurales	UNIDAD DE MEDIDA: tasa de extorsiones rurales por cada 1000 habitantes	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	
	Exclusión legal	
	Condicionante	
DEFINICIÓN		
<p>Consiste en obligar a una persona, a través de la utilización de violencia o intimidación, a realizar u omitir un acto jurídico o negocio jurídico con ánimo de lucro y con la intención de producir un perjuicio de carácter patrimonial y está definido en el código penal como «El que constriña a otro a hacer, tolerar u omitir alguna cosa, con el propósito de obtener provecho ilícito o cualquier utilidad ilícita o beneficio ilícito, para sí o para un tercero.»</p>		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
<p>Muestra la ocurrencia de la actividad extorsiva en un periodo de tiempo específico, en los municipios del país; de ahí su importancia ya constituye una herramienta para el sector, los productores y potenciales inversores, para tratar de proyectar el comportamiento de delito a nivel municipal.</p> <p>Contribuye a la formulación de lineamientos de políticas desde el sector productor o a tomar las medidas de mitigación respectivas desde los productores o posibles inversores.</p>		

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

En las fuentes de información consultadas para la variable extorsiones, cuenta con municipios sin registros. Por lo que estos municipios, bajo el principio de precaución, se asimilaron al registro cero y, en consecuencia, se clasificaron en el rango de aptitud alta (A1).

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

Información de extorsiones: Policía Nacional. Dirección de Investigación Criminal e Interpol. Casos de extorsiones en zona rural registrados por la Policía Nacional, período del 1° de enero al 31 de diciembre para los años 2013 a 2017.

Información población: DANE. Período histórico 2013-2017. Población rural. Proyección censo nacional de población y vivienda.

Información geográfica para generación del mapa: IGAC. 2012. Cartografía básica, escala 1:100.000.

2. Precisiones de la información.

Se analizó el número de secuestros en zona rural ocurridos en cada municipio, a partir de los registros de la Policía Nacional.

3. Análisis de consistencia y preparación de la información.

La construcción de esta variable se inicia relativizando la información del número de extorsiones en zona rural respecto a la población rural de cada municipio; para este objetivo se realizó el «índice de extorsiones rurales por cada 1000 habitantes rurales», de la siguiente forma:

- a. A partir de las series históricas del número de extorsiones registradas en la zona rural para el período 2013-2017 (fuente Policía Nacional), se realizó la sumatoria de los cinco años.
- b. Luego, con base en las series de proyección de población municipal del DANE (2005-2020), que se encuentran discriminadas entre cabecera y resto; se extrajo la información de resto, asociándola a la población rural y se promedió para los años 2013-2017.
- c. Resultado de los dos cálculos anteriores, se efectuó la relación de la sumatoria del número de extorsiones rurales sobre el número promedio de habitantes en zona rural y se proyectó como índice por cada 1000 habitantes.

4. Clasificación por aptitud.

Para clasificar la variable luego de la construcción del índice de extorsiones por cada 1000 habitantes que combina la información para los cinco años de la serie, se dividió la serie en dos grupos: *i.* el primero, con los municipios que no registraron extorsiones y, el segundo, *ii.* los municipios que tenían uno o más casos de extorsiones registrados.

Acto seguido, al primer grupo de municipios que no contaban con casos registrados, se les asignó aptitud alta (A1) para la presente zonificación de aptitud y, para el segundo grupo, se aplicó el método estadístico Dalenius-Hodges, que permite realizar agrupamiento de datos con el objetivo que sean muy similares entre los individuos del grupo y lo más disímiles posibles entre otros grupos, para la clasificación por aptitud de este grupo de municipios se calcularon dos clúster ($k = 2$).

El método Dalenius-Hodges aplica en el caso de una sola variable y consiste en la formación de estratos de manera que la varianza obtenida sea mínima para cada estrato. El método presenta los siguientes pasos:

1. Ordenar las observaciones de manera descendente.
2. Agrupar las observaciones en J clases, donde $J = \min(L \cdot 10, n)$.
3. Calcular los límites de los intervalos que son abiertos a la izquierda y cerrados a la derecha a excepción del primero que es cerrado por ambos lados. De acuerdo con:

$$\lim \inf C_k = \min \{x_{(i)}\} + (k - 1) * \frac{\max\{x_{(i)}\} - \min \{x_{(i)}\}}{J}$$

$$\lim \sup C_k = \min \{x_{(i)}\} + (k) * \frac{\max\{x_{(i)}\} - \min \{x_{(i)}\}}{J}$$

4. A partir de los límites, se obtiene la frecuencia de casos en cada clase.
5. Obtener la raíz cuadrada de la frecuencia en cada clase.
6. Acumular la suma de la raíz cuadrada de las frecuencias.

$$C_i = \sum_{h=1}^i \sqrt{f_h} \quad (i = 1, \dots, J)$$

7. Dividir el último valor acumulado entre el número de estratos

$$Q = \frac{1}{L} C_J$$

8. Los puntos de corte de cada estrato se toman sobre el acumulado de la raíz cuadrada de las frecuencias en cada clase, de acuerdo con lo siguiente

$$Q, 2Q, \dots, (h-1) Q$$

Si el valor de Q queda entre dos clases, se toma como punto de corte aquella que presenta la mínima distancia a Q, Los límites de los h estratos conformados son los correspondientes al límite inferior de las clases comprendidas en cada estrato.

Al realizar la clasificación de esta última serie en dos agrupaciones, se le asignó la calificación de aptitud media (A2) al grupo de municipios con el menor número de extorsiones rurales por cada 1000 habitantes rurales y, al grupo restante, con el mayor número de delitos por habitantes, se le asignó un rango de aptitud baja (A3).

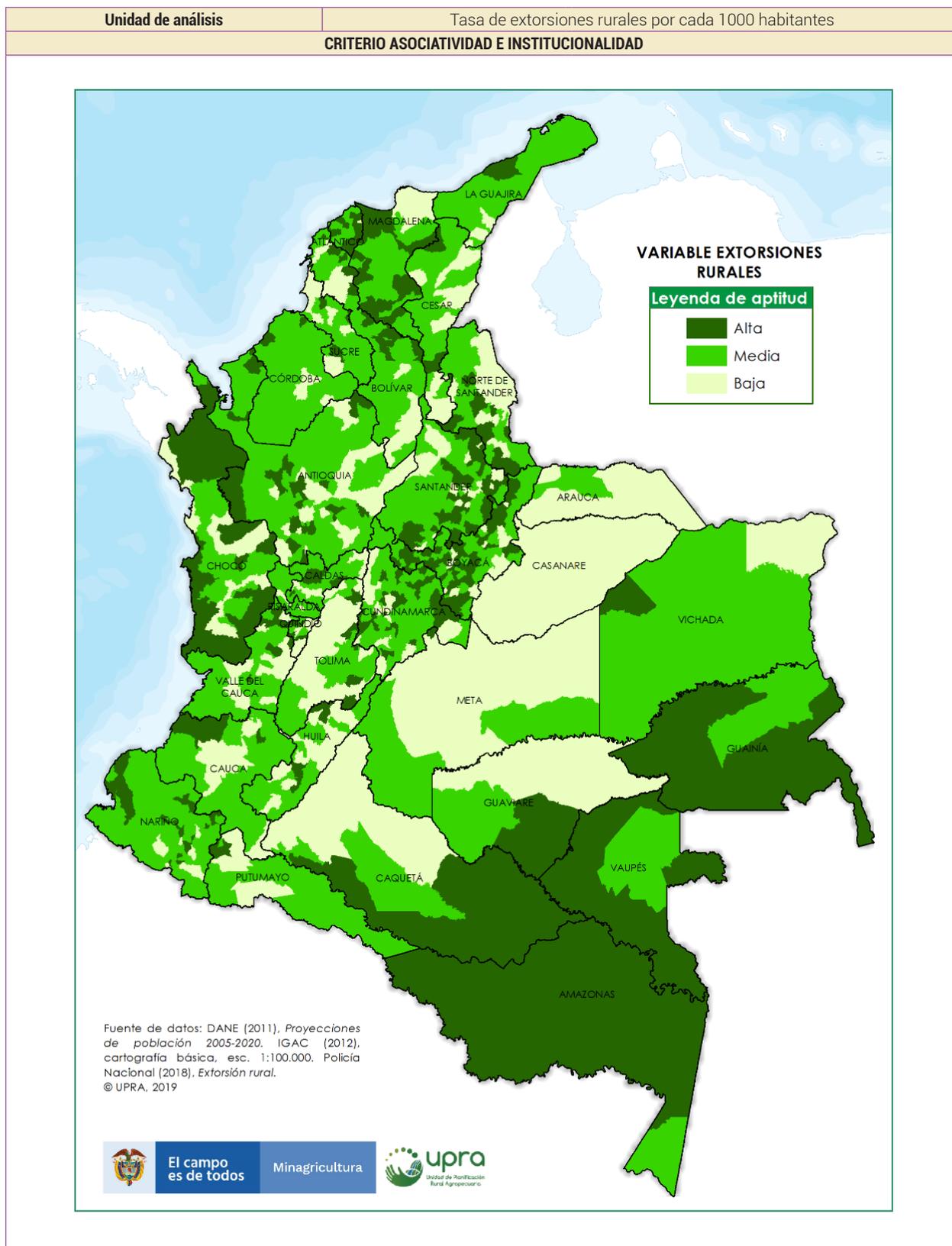
Los rangos de aptitud son: aptitud alta (A1): municipios donde no se ha reportado el delito.

Aptitud media (A2): municipios del resultado del primer clúster; donde se han reportado hasta 0,5645 casos de extorsiones rurales por cada mil habitantes rurales. Aptitud baja (A3): municipios del resultado del segundo clúster, donde se han reportado más de 0,5645 casos de extorsiones rurales por cada 1000 habitantes rurales.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo a las categorías de aptitud: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

Tasa de extorsiones rurales por cada 1000 habitantes	Aptitud
Sin ocurrencia del delito	Alta (A1)
≤ 0,5645	Media (A2)
> 0,5645	Baja (A3)



FUENTES DE INFORMACIÓN	
•	DANE. (2011). <i>Proyecciones de población 2005-2020</i> . Recuperado de: < https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion >. Bogotá: DANE.
•	IGAC. (2012). <i>Cartografía básica, escala 1:100.000</i> . Bogotá: IGAC.
•	Policía Nacional (2018) Grupo Información de Criminalidad (GICRI). Policía Nacional - DIJIN. <i>Datos 2013-2018</i> . Bogotá: Policía Nacional.
•	Código Penal Colombiano. (2000). Ley 599 de 2000.
•	Código de procedimiento penal. Ley 906 de 2004.

3.6.2. Variable homicidios rurales

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO SUBCOMPONENTE: SOCIAL		
CRITERIO ASOCIADO: SEGURIDAD CIUDADANA		
VARIABLE: homicidios rurales	UNIDAD DE MEDIDA: tasa de homicidios rurales por cada 1000 habitantes	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	
	Exclusión legal	
	Condicionante	
DEFINICIÓN		
<p>La palabra homicidio deriva del vocablo latino <i>homicidium</i> y que refiere a la muerte de un ser humano causada por otra persona. El término, por lo tanto, puede utilizarse como sinónimo de asesinato o crimen. El homicidio se puede definir como «<i>Supresión por conducta del agente (agresor), de una vida humana (tipicidad), sin justificación jurídica atendible (antijuridicidad), en forma intencional o dolosa, o con culpa o preterintencional (culpabilidad)</i>».</p> <p>El homicidio, además de un hecho violento, es un delito que se tipifica en el Código Penal (Ley 599 de 2000) a partir de tres elementos característicos o paradigmas: tipicidad, antijuridicidad y culpabilidad. Existen dos categorías que permiten identificar este delito en cuanto a la conducta punible del agresor: el dolo y la culpa (Instituto Nacional de medicina Legal y Ciencias Forenses, 2013).</p>		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
<p>Muestra la ocurrencia de esta actividad violenta en un periodo de tiempo específico, en los municipios del país; de ahí su importancia ya que constituye una herramienta para el sector, los productores y potenciales inversores, para tratar de proyectar el comportamiento de delito a nivel municipal.</p> <p>Contribuye a la formulación de lineamientos de políticas desde el sector papero o a tomar las medidas de mitigación respectivas desde los productores o posibles inversores.</p>		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO		
El análisis de la variable, no presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1)		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE		
En las fuentes de información consultadas para la variable homicidios, cuenta con municipios sin registros. Estos municipios, bajo el principio de precaución, se asimilaron al registro cero y, en consecuencia, se clasificaron en el rango de aptitud alta (A1).		
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN		
<p>1. Información.</p> <p>Información de homicidios: Policía Nacional. Dirección de Investigación Criminal e Interpol. Casos de homicidios en zona rural registrados por la Policía Nacional, período del 1° de enero al 31 de diciembre para los años 2013 a 2018.</p> <p>Información población: DANE. Población rural. Proyección censo nacional de población y vivienda, período histórico 2013-2017.</p> <p>Información geográfica para generación del mapa: IGAC. 2012. <i>Cartografía básica, escala 1:100.000</i>.</p>		

2. Precisiones de la información.

Se analizó el número de homicidios en zona rural ocurridos en cada municipio a partir de los registros de la Policía Nacional.

3. Análisis de consistencia y preparación de la información.

La construcción de esta variable se inicia relativizando la información del número de homicidios en zona rural respecto a la población rural de cada municipio; para este objetivo se realizó el índice de homicidios rurales por cada 1000 habitantes rurales, de la siguiente forma:

- A partir de las series históricas del número de homicidios registrados en la zona rural para el período 2013-2017 (fuente Policía Nacional), se realizó la sumatoria de los cinco años.
- Luego, con base en las series de proyección de población municipal del DANE (2005-2020), que se encuentran discriminadas entre cabecera y resto, se extrajo la información de resto asociándola a la población rural y se promedió para los años 2013-2017.
- Resultado de los dos cálculos anteriores, se efectuó la relación de la sumatoria del número de homicidios rurales sobre el número promedio de habitantes en zona rural y se proyectó como índice por cada 1000 habitantes.

4. Clasificación por aptitud.

Para clasificar la variable de homicidios luego de la construcción del índice de homicidios por cada 1000 habitantes, que combina la información para los cinco años de la serie, se dividió la serie en dos grupos: i. el primero, con los municipios que no registraron ningún homicidio y, el segundo, ii. los municipios que tenían uno o más casos de homicidios registrados.

Acto seguido, al primer grupo de municipios que no contaban con casos registrados, se les asignó aptitud alta (A1) para la zonificación de aptitud de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial y, para el segundo grupo, se aplicó el método estadístico Dalenuis-Hodges, que permite realizar agrupamiento de datos con el objetivo que sean muy similares en entre los individuos del grupo y lo más disímiles posibles entre grupos, para la clasificación por aptitud de este grupo de municipios se calcularon dos clústeres ($k = 2$).

El método Dalenuis-Hodges consiste en la formación de estratos de manera que la varianza obtenida sea mínima para cada estrato. Se aplica en el caso de una sola variable. El método se compone de los siguientes pasos:

El método Dalenuis-Hodges aplica en el caso de una sola variable y consiste en la formación de estratos, de manera que la varianza obtenida sea mínima para cada estrato. El método presenta los siguientes pasos:

- Ordenar las observaciones de manera descendente
- Agrupar las observaciones en J clases, donde $J = \min(L*10, n)$.
- Calcular los límites de los intervalos que son abiertos a la izquierda y cerrados a la derecha a excepción del primero que es cerrado por ambos lados. De acuerdo con:

$$\lim \inf C_k = \min \{x_{(i)}\} + (k - 1) * \frac{\max\{x_{(i)}\} - \min \{x_{(i)}\}}{J}$$

$$\lim \sup C_k = \min \{x_{(i)}\} + (k) * \frac{\max\{x_{(i)}\} - \min \{x_{(i)}\}}{J}$$

4. A partir de los límites, se obtiene la frecuencia de casos en cada clase
5. Obtener la raíz cuadrada de la frecuencia en cada clase.
6. Acumular la suma de la raíz cuadrada de las frecuencias.

$$C_i = \sum_{h=1}^i \sqrt{f_h} \quad (i = 1, \dots, J)$$

7. Dividir el último valor acumulado entre el número de estratos.

$$Q = \frac{1}{L} C_J$$

8. Dividir el último valor acumulado entre el número de estratos. Los puntos de corte de cada estrato se toman sobre el acumulado de la raíz cuadrada de las frecuencias en cada clase de acuerdo con lo siguiente:

$$Q, 2Q, \dots, (h-1) Q$$

Si el valor de Q queda entre dos clases, se toma como punto de corte aquella que presenta la mínima distancia a Q. Los límites de los h estratos conformados son los correspondientes al límite inferior de las clases comprendidas en cada estrato.

Al realizar la clasificación de esta última serie en dos agrupaciones, se le asignó la calificación de aptitud media (A2) al grupo de municipios con el menor número de homicidios rurales por cada 1000 habitantes rurales y, al grupo restante, con el mayor número de delitos por habitantes, se le asignó un rango de aptitud baja (A3).

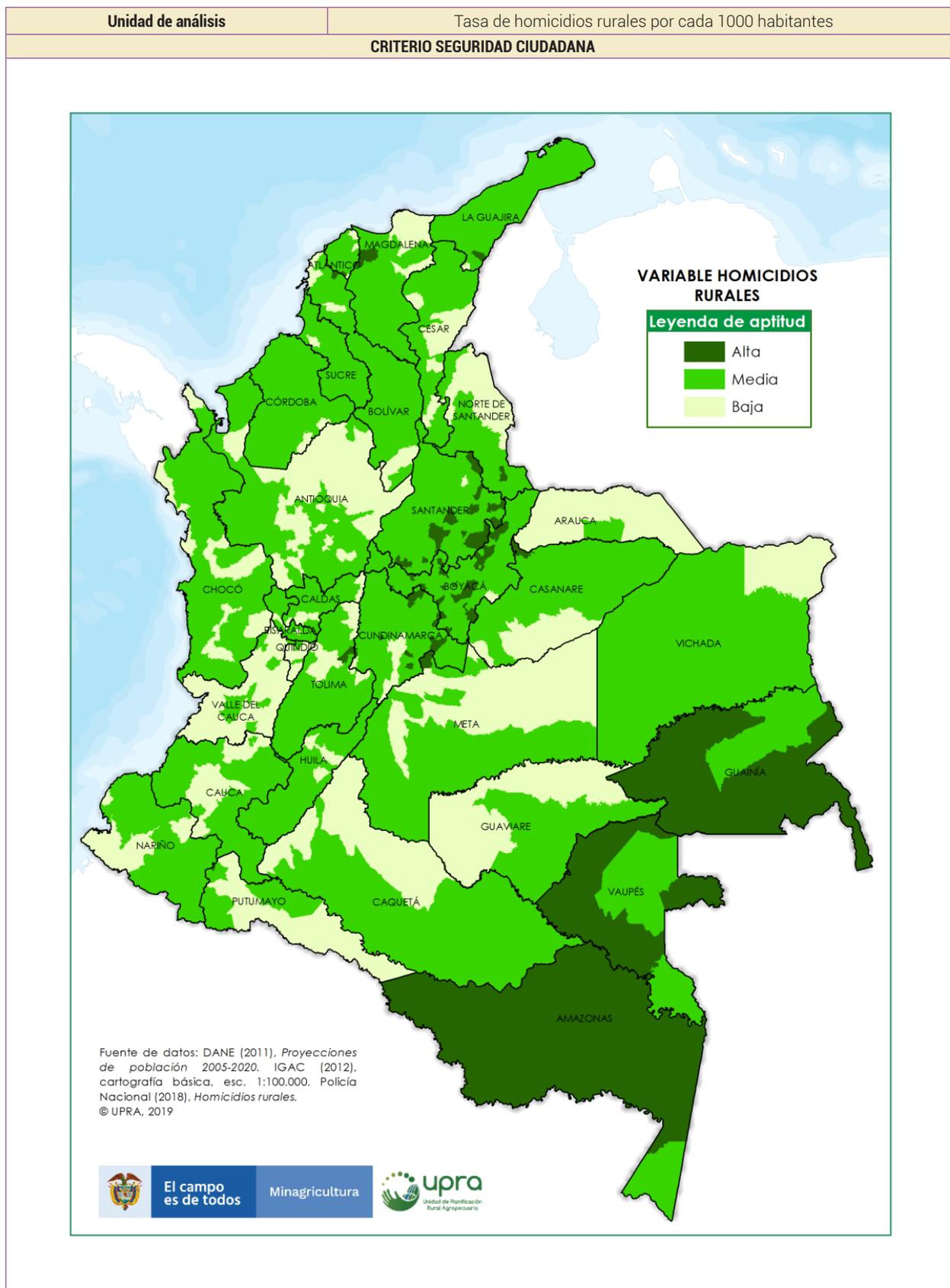
Los rangos de aptitud son: aptitud alta (A1): municipios donde no se ha reportado el delito.

Aptitud media (A2): municipios con resultado del primer clúster, donde se han reportado hasta 0,3108 homicidios rurales por cada 1000 habitantes rurales. Aptitud baja (A3): municipios del resultado del segundo clúster, donde se han reportado más de 0,3108 homicidios rurales por cada 1000 habitantes rurales.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo a las categorías de aptitud: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

Tasa de homicidios rurales por cada 1000 habitantes	Aptitud
Sin ocurrencia del delito	Alta (A1)
≤ 0,3108	Media (A2)
> 0,3108	Baja (A3)



FUENTES DE INFORMACIÓN	
<ul style="list-style-type: none"> DANE (2011). <i>Proyecciones de población 2005-2020</i>. Recuperado de: < https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion> Bogotá: DANE. IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC. Ley 599 de (2000). Artículo 103. Recuperado de: <http://www.secretariassenado.gov.co/senado>. Policía Nacional. (2018). Grupo Información de Criminalidad (GICRI). Policía Nacional - DIJIN. <i>Datos 2013 -2017</i>. Bogotá: Policía Nacional. Instituto Nacional de medicina Legal y Ciencias Forenses. <i>Homicidio_Colombia 2008</i>. Bogotá: Instituto Nacional de Medicina Legal. _. <i>Comportamiento del Homicidio en Colombia 2013</i>. 	

3.6.3. Variable secuestros rurales

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE	
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO SUBCOMPONENTE: SOCIAL	
CRITERIO ASOCIADO: SEGURIDAD CIUDADANA	
VARIABLE: secuestros rurales	UNIDAD DE MEDIDA: tasa de secuestros rurales por cada 1000 habitantes
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica
	Análisis jerárquico
	Exclusión legal
	Condicionante
DEFINICIÓN	
<p>Detener ilegalmente a una o más personas en contra de su voluntad, mediante el empleo de la fuerza, amenazas, el engaño, el incentivo, con el propósito de exigir una ganancia ilícita o económica a cambio de la liberación de la persona secuestrada; o para obligar a alguien a hacer o a no hacer algo (Ley 599 de 2000).</p> <p>Esta práctica delictiva y recurrente tiene como finalidad no solo obtener un provecho económico, sino a conducir a un grupo o una persona a ejecutar actos para beneficio del delincuente, por lo tanto, se considera secuestro cuando con fines lucrativos se retiene a una persona o simplemente se le impide su movilización.</p>	
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE	
<p>La producción en el sector rural, se ha visto especialmente afectada por el conflicto interno, que ha traído consigo toda clase de delitos contra los derechos humanos, entre ellos el secuestro, razón por la cual, la variable merece especial importancia, toda vez que indica la vulnerabilidad y/o posible riesgo tanto de la población como de los potenciales inversores ubicada en las zonas de alta posibilidad de amenaza de secuestro, lo cual atenta contra la seguridad y la integridad de la población, y la interrupción de las redes sociales y las dinámicas productivas establecidas.</p>	
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE	
<p>En las fuentes de información consultadas para la variable, cuenta con municipios sin registros. Estos municipios, bajo el principio de precaución, se asimilaron al registro cero y, en consecuencia, se clasificaron en el rango de aptitud alta (A1).</p>	
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	
<p>1. Información.</p> <p>Información de secuestros: Policía Nacional. Dirección de Investigación Criminal e Interpol. Casos de secuestros en zona rural registrados por la Policía Nacional, período del 1° de enero al 31 de diciembre para los años 2013 a 2017.</p> <p>Información población: DANE. 2011. Población rural. Proyección del censo nacional de población y vivienda, período histórico 2013-2017.</p>	

Información geográfica para generación del mapa: IGAC. 2012. Cartografía básica, escala 1:100.000.

2. Precisiones de la información.

Se analizó el número de secuestros en zona rural ocurridos en cada municipio a partir de los registros de la Policía Nacional.

3. Análisis de consistencia y preparación de la información.

La construcción de esta variable se inicia relativizando la información del número de secuestros en zona rural respecto a la población rural de cada municipio; para este objetivo se construyó el índice de secuestros rurales por cada 1000 habitantes rurales, de la siguiente forma:

- A partir de las series históricas del número de secuestros registrados en la zona rural para el período 2013-2017 (remitidas por la Policía Nacional), se realizó la sumatoria de los cinco años.
- Luego, con base en las series de proyección de población municipal del DANE (2005-2020), que se encuentran discriminadas entre cabecera y resto; se extrajo la información de resto asociándola a la población rural y se promedió para los años 2013-2017.
- Resultado de los dos cálculos anteriores, se efectuó la relación de la sumatoria del número de secuestros rurales sobre el número promedio de habitantes en zona rural y se proyectó como índice por cada 1000 habitantes.

4. Clasificación por aptitud.

Para clasificar la variable de secuestros luego de la construcción del índice de secuestros por cada 1000 habitantes, que combina la información para los cinco años de la serie, se dividió la serie en dos grupos: *i.* el primero con los municipios que no registraron secuestro y el segundo *ii.* Los municipios que tenían uno o más casos de secuestros registrados.

Acto seguido, al primer grupo de municipios que no contaban con casos registrados se les asignó aptitud alta (A1) para la zonificación de papa variedad Diacol Capiro para uso industrial y, para el segundo grupo, se aplicó el método estadístico Dalenuis-Hodges, que permite realizar agrupamiento de datos con el objetivo que sean muy similares entre los individuos del grupo y lo más disímiles posibles entre grupos; para la clasificación por aptitud de este grupo de municipios, se calcularon dos clústeres ($k = 2$).

El método Dalenuis-Hodges aplica en el caso de una sola variable y consiste en la formación de estratos de manera que la varianza obtenida sea mínima para cada estrato. El método presenta los siguientes pasos:

- Ordenar las observaciones de manera ascendente.
- Agrupar las observaciones en J clases, donde $J = \min(L*10, n)$.
- Calcular los límites de los intervalos que son abiertos a la izquierda y cerrados a la derecha a excepción del primero que es cerrado por ambos lados. De acuerdo con:

$$\lim \inf C_k = \min \{x_{(i)}\} + (k - 1) * \frac{\max\{x_{(i)}\} - \min \{x_{(i)}\}}{J}$$

$$\lim \sup C_k = \min \{x_{(i)}\} + (k) * \frac{\max\{x_{(i)}\} - \min \{x_{(i)}\}}{J}$$

4. A partir de los límites, se obtiene la frecuencia de casos en cada clase.
5. Obtener la raíz cuadrada de la frecuencia en cada clase.
6. Acumular la suma de la raíz cuadrada de las frecuencias.

$$C_i = \sum_{h=1}^i \sqrt{f_h} \quad (i = 1, \dots, J)$$

7. Dividir el último valor acumulado entre el número de estratos.

$$Q = \frac{1}{L} C_J$$

8. Los puntos de corte de cada estrato se toman sobre el acumulado de la raíz cuadrada de las frecuencias en cada clase de acuerdo con lo siguiente:

$$Q, 2Q, \dots, (h-1) Q$$

Si el valor de Q queda entre dos clases, se toma como punto de corte aquella que presenta la mínima distancia a Q, Los límites de los h estratos conformados son los correspondientes al límite inferior de las clases comprendidas en cada estrato.

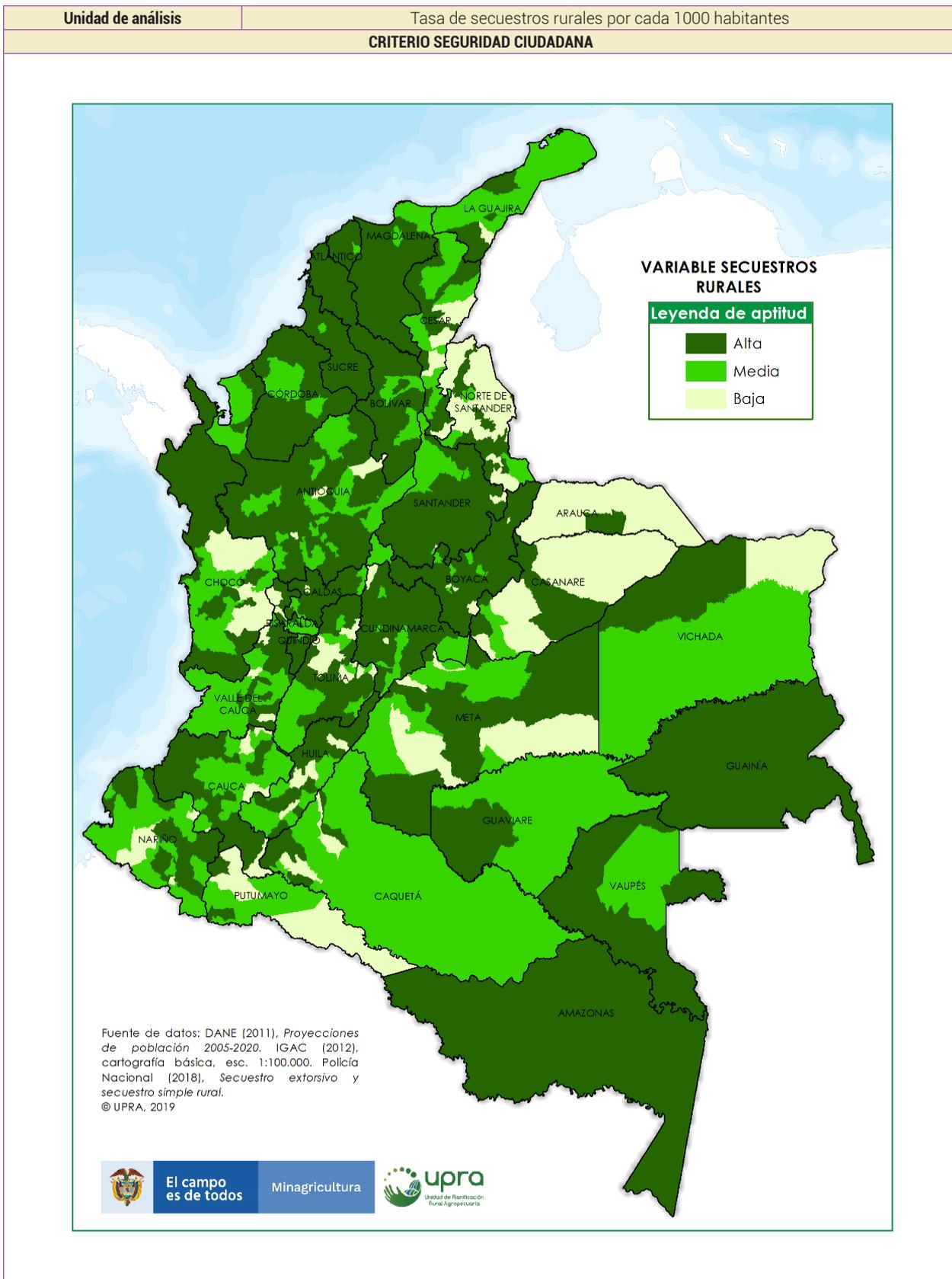
Al realizar la clasificación de esta última serie en dos agrupaciones, se le asignó la calificación de aptitud media (A2) al grupo de municipios con el menor número de secuestros rurales por cada 1000 habitantes rurales y al grupo restante con el mayor número de delitos por habitantes, se le asignó un rango de aptitud baja (A3).

Los rangos de aptitud son: aptitud alta (A1): municipios donde no se ha reportado el delito. Aptitud media (A2): municipios del resultado del primer clúster, donde se han reportado hasta 2,026 casos de secuestros rurales por cada 1000 habitantes rurales. Aptitud baja (A3): municipios del resultado del segundo clúster, donde se han reportado más de 2,026 casos de secuestros rurales por cada 1000 habitantes rurales.

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: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

Tasa de secuestros rurales por cada 1000 habitantes	Aptitud
Sin ocurrencia del delito	Alta (A1)
≤ 2,026	Media (A2)
> 2,026	Baja (A3)



FUENTES DE INFORMACIÓN	
•	DANE (2011). <i>Proyecciones de población 2005-2020</i> . Recuperado de: < https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion >. Bogotá: DANE.
•	IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
•	Ley 599 DE 2000 Código Penal Colombiano, artículo 168
•	Policía Nacional. (2018). Grupo Información de Criminalidad (GICRI). Policía Nacional - DIJIN. Datos 2013-2018. Bogotá: Policía Nacional.
•	Ley 986 de 2005. «Medidas de protección a víctimas del secuestro, toma de rehenes y desaparición forzada».

3.7. CRITERIO CONDICIONES DE VIDA

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO	
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO SUBCOMPONENTE: SOCIAL	
CRITERIO ASOCIADO: CONDICIONES DE VIDA	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica
	Análisis jerárquico
	Exclusión legal
	Condicionante
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO	
Índice de pobreza multidimensional, expresada en porcentaje (%).	
DEFINICIÓN	
Refleja el grado de privación de las personas en un conjunto de dimensiones y permite determinar la naturaleza de la privación, la intensidad y profundidad de esta. Este indicador permite observar patrones de pobreza distintos a los de la pobreza monetaria (DNP, 2011).	
IMPORTANCIA DEL CRITERIO	
Capacidades de la población para integrarse a un proceso productivo. Aquellos municipios con menos personas en situación de pobreza multidimensional (que reflejan mejores tasas de alfabetismo, mayor acceso a servicios públicos y de salud, mejores condiciones de la vivienda, entre otros) cuentan con poblaciones más aptas para participar en las dinámicas socioeconómicas y, por lo tanto, requieren una menor inversión social para potenciar sus capacidades.	
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO	
El IPM municipal fue calculado por el DNP con base en la información del censo general de población y vivienda de 2005.	
El Censo general de población y vivienda presentó omisiones censales superiores al 20 % en las zonas rurales de algunos municipios del país.	
El DANE calcula el IPM desde 2010 a partir de la Encuesta Nacional de Calidad de Vida, pero esta encuesta sólo tiene representatividad a nivel nacional (urbano y rural) y por grandes regiones.	
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO	
En el análisis de la variable asociada no se presenta ningún límite que permita calificar una zona como no apta (N1).	
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	
1. Información.	
IPM por municipio, calculado con base en el censo general de población y vivienda de 2005.	
2. Precisiones de la información.	
El procedimiento y la competencia para calcular el IPM en Colombia se definió y asignó a través del documento CONPES 150, de mayo 28 de 2012.	

Las 15 variables incorporadas en el cálculo del indicador son: bajo logro educativo, analfabetismo, inasistencia escolar, rezago escolar, barreras de acceso a servicios para el cuidado de la primera infancia, trabajo infantil, tasa de dependencia económica, empleo informal, sin aseguramiento en salud, barreras de acceso a servicio de salud, sin acceso a fuente de agua mejorada, inadecuada eliminación de excretas, pisos inadecuados, paredes exteriores inadecuadas y hacinamiento crítico.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información

Se ordena la base de datos por el nivel de privación municipal, de menor a mayor, dividiendo el número de datos en tres partes. 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 tuvo en cuenta el sesgo de la distribución al considerar la mediana de 81,7 como estadígrafo de referencia.

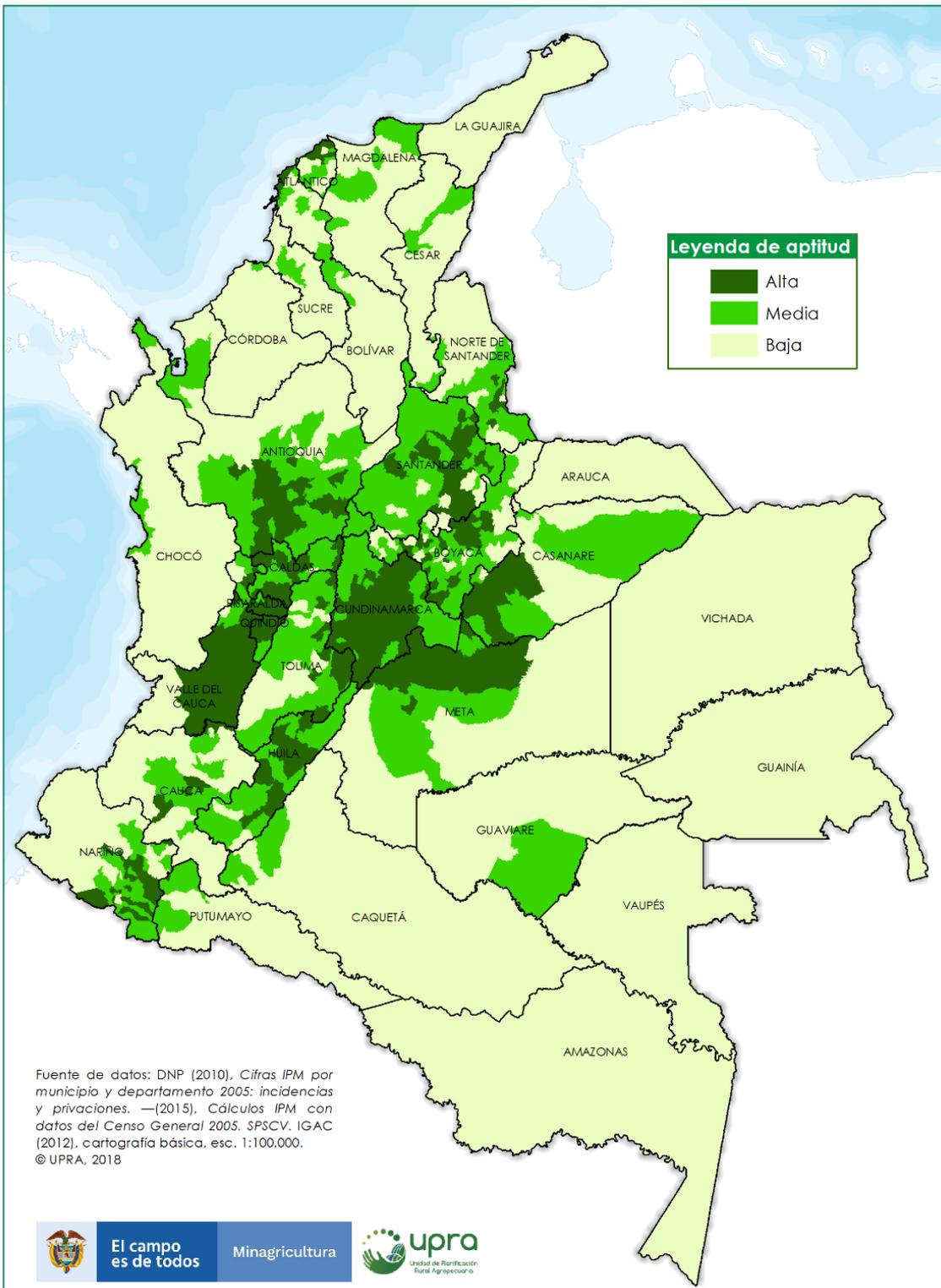
Para definir la aptitud alta (A1), se tomaron los valores inferiores al percentil 33. Para definir aptitud media (A2) se tomaron los valores que se encuentran entre el percentil 33 y el percentil 66, y para aptitud baja (A3) se tomaron los valores superiores al percentil 66.

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: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

Índice de pobreza multidimensional (%)	Aptitud
< 75,75	Alta (A1)
75,75-87,34	Media (A2)
> 87,34	Baja (A3)

CRITERIO CONDICIONES DE VIDA



FUENTES DE INFORMACIÓN	
•	DNP. (2010). <i>Promoción de la equidad y reducción de la pobreza</i> . Recuperado de: < https://www.dnp.gov.co/programas/desarrollo-social/pol%C3%ADticas-sociales-transversales/Paginas/promoci%C3%B3n-de-la-equidad-y-reducci%C3%B3n-de-la-pobreza.aspx >
•	... (2015). <i>Cálculos IPM con datos del censo general 2005</i> . Recuperado de: < https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Social/150.pdf >.
•	IGAC. (2012). <i>Cartografía básica, escala 1:100.000</i> . Bogotá: IGAC.

3.7.1. Variable índice de pobreza multidimensional (IPM)

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE	
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO PARA USO INDUSTRIAL
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO SUBCOMPONENTE: SOCIAL	
CRITERIO ASOCIADO: CONDICIONES DE VIDA	
VARIABLE: índice de pobreza multidimensional (IPM)	UNIDAD DE MEDIDA: porcentaje (%)
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica
	Análisis jerárquico
	Exclusión legal
	Condicionante
DEFINICIÓN	
Refleja el grado de privación de las personas en un conjunto de dimensiones y permite determinar la naturaleza de la privación (de acuerdo con las cinco dimensiones seleccionadas) y la intensidad y profundidad de esta. Este indicador permite observar patrones de pobreza distintos a los de la pobreza monetaria (DNP, 2011).	
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	
Capacidades de la población para integrarse a un proceso productivo. Aquellos municipios con menos personas en situación de pobreza multidimensional (que reflejan mejores tasas de alfabetismo, mayor acceso a servicios públicos y de salud, mejores condiciones de la vivienda, entre otros) cuentan con poblaciones más aptas para participar en las dinámicas socioeconómicas y, por lo tanto, requieren una menor inversión social para potenciar sus capacidades.	
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO	
El análisis de la variable no presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).	
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE	
El IPM municipal fue calculado por el DNP con base en la información del censo general de población y vivienda de 2005.	
El censo general de población y vivienda 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.	
IPM por municipio, calculado con base en el censo general de población y vivienda de 2005.	
2. Precisiones de la información.	
El procedimiento y la competencia para calcular el IPM en Colombia se definió y asignó a través del documento CONPES 150, de mayo 28 de 2012.	

Las quince variables incorporadas en el cálculo del indicador son: bajo logro educativo, analfabetismo, inasistencia escolar, rezago escolar, barreras de acceso a servicios para el cuidado de la primera infancia, trabajo infantil, tasa de dependencia económica, empleo informal, sin aseguramiento en salud, barreras de acceso a servicio de salud, sin acceso a fuente de agua mejorada, inadecuada eliminación de excretas, pisos inadecuados, paredes exteriores inadecuadas y hacinamiento crítico.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Se ordena la base de datos por el nivel de privación municipal, de menor a mayor, dividiendo el número de datos en tres partes. Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definieron teniendo en cuenta la dispersión de los datos del IPM.

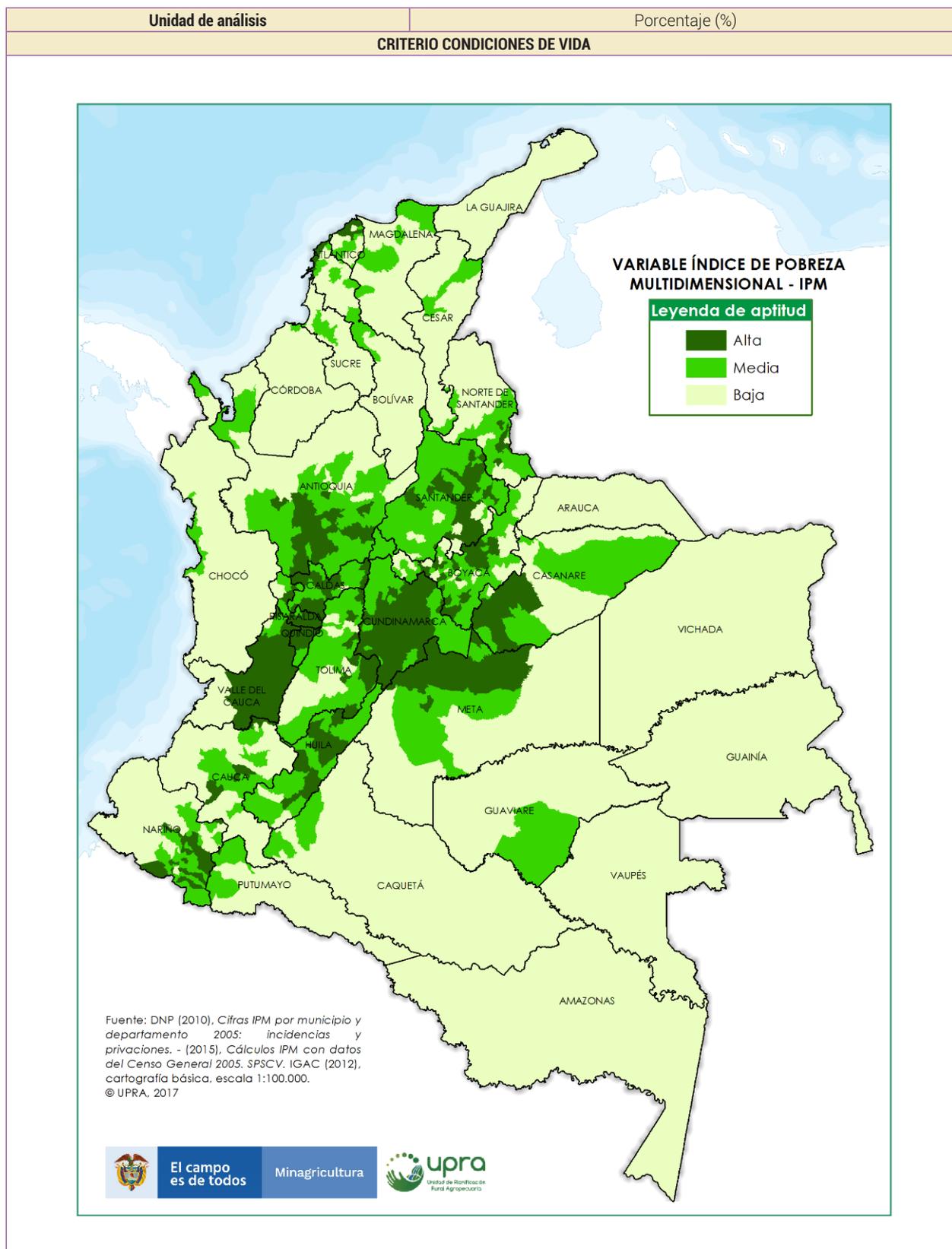
4. Clasificación por aptitud.

Se analizó la distribución de los datos a partir de la elaboración de histogramas, y se tuvo en cuenta el sesgo de la distribución al considerar la mediana de 81,7 como estadígrafo de referencia. Para definir la aptitud alta (A1), se tomaron los valores inferiores al percentil 33. Para definir aptitud media (A2) se tomaron los valores que se encuentran entre el percentil 33 y el percentil 66 y para aptitud baja (A3) se tomaron los valores superiores al percentil 66.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

Índice de pobreza multidimensional (%)	Aptitud
< 75,75	Alta (A1)
75,75-87,34	Media (A2)
> 87,34	Baja (A3)



FUENTES DE INFORMACIÓN
DNP. (2010). <i>Promoción de la equidad y reducción de la pobreza</i> . Recuperado de: < https://www.dnp.gov.co/programas/desarrollo-social/pol%C3%ADticas-sociales-transversales/Paginas/promoci%C3%B3n-de-la-equidad-y-reducci%C3%B3n-de-la-pobreza.aspx >
_ (2015). <i>Cálculos IPM con datos del censo general 2005</i> . Recuperado de: < https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Social/150.pdf >
IGAC. (2012). <i>Cartografía básica, escala 1:100.000</i> . 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 TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO DE USO INDUSTRIAL
COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO	
CRITERIO ASOCIADO: EXCLUSIONES LEGALES	
TIPO DE CRITERIO	Exclusión técnica
	Análisis jerárquico
	Exclusión legal
	Condicionante
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO	
<ul style="list-style-type: none"> Ecosistemas estratégicos: corresponde a los polígonos de páramos. <p>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).</p> <p>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).</p> <ul style="list-style-type: none"> Parques arqueológicos: son áreas arqueológicas protegidas, declarados mediante una resolución, los cuales han sido adaptados para recibir visitantes y que se encuentran bajo tutela del Icanh; ello permite realizar labores de conservación e investigación. La declaratoria de un polígono como área arqueológica protegida genera un marco de protección sobre el área marcada y el encargado de ejecutar el PMA cuenta con el apoyo de entidades estatales para asegurar la conservación de estos espacios patrimoniales (Icanh, 2018). Zonas de Reserva Forestal Nacional de Ley 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 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 2 de 1959. Se compone de siete reservas forestales nacionales: ZRFN del Pacífico, ZRFN Central, ZRFN del río Magdalena, ZRFN de la Sierra Nevada de Santa Marta, ZRFN de la Serranía de Los Motilones, ZRFN del Cocuy y ZRFN de la Amazonia.

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.

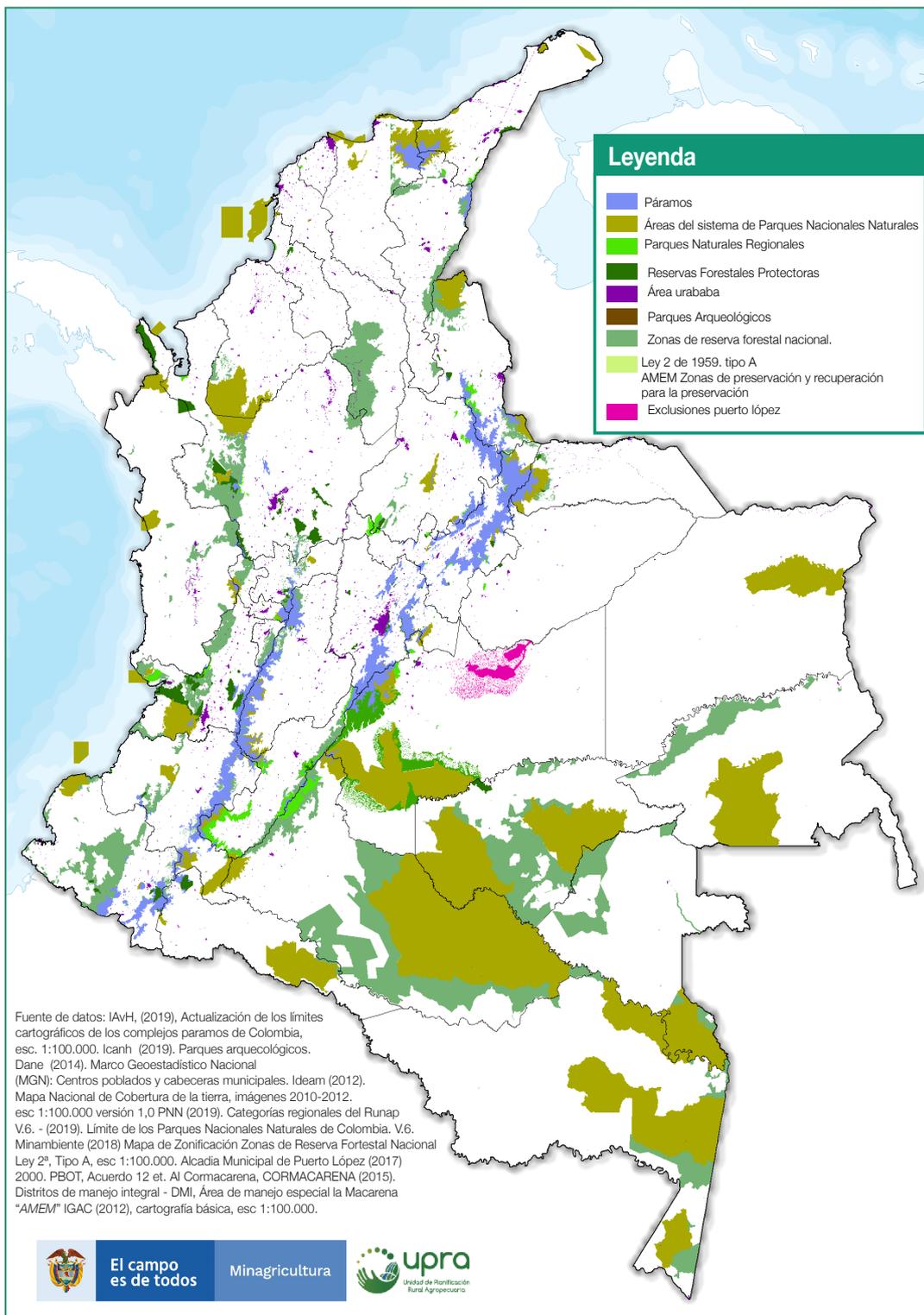
METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

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, las cuales serán sujeto de exclusión.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

No aplica, por tratarse de una exclusión legal.

EXCLUSIONES LEGALES



FUENTES DE INFORMACIÓN	
•	Alcaldía Municipal de Puerto López (2017). <i>PBOT, Acuerdo 12 et al. Cormacarena.</i>
•	Cormacarena (2015). <i>Distritos de Manejo Integrado – DMI. Área de Manejo Especial La Macarena (AMEM).</i>
•	DANE. (2014). <i>Marco Geodésico Nacional (MGN): centros poblados y cabeceras municipales.</i>
•	IAVH. (2019). <i>Actualización de los límites cartográficos de los complejos de páramos, escala 1:100.000</i>
•	Icanh. (2019). <i>Parques arqueológicos.</i>
•	Ideam (2012). <i>Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2010-2012, escala 1:100.000 versión 1.0.</i>
•	IGAC. (2012). <i>Cartografía básica, escala 1:100.000</i>
•	Minambiente. (2018). <i>Mapa de zonificación de Zonas de Reserva Forestal Nacional Ley 2ª, Tipo A, escala 1:100.000.</i>
•	PNN. (2019). <i>Categorías regionales del Runap V.6</i>
•	... (2019). <i>Límite de los Parques Nacionales Naturales de Colombia V.6.</i>

4.1.1. Variable ecosistemas estratégicos (páramos)

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE	
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO DE USO INDUSTRIAL
CRITERIO ASOCIADO: EXCLUSIONES LEGALES	
VARIABLE: ecosistemas estratégicos (Páramos)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Análisis jerárquico
	Condicionante
	Exclusión técnica
	Exclusión legal
DEFINICIÓN	
<p>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).</p> <p>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:</p> <p>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 «<i>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</i>».</p> <p>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.</p>	

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 tecnificado de papa variedad Diacol Capiro de uso industrial, 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.

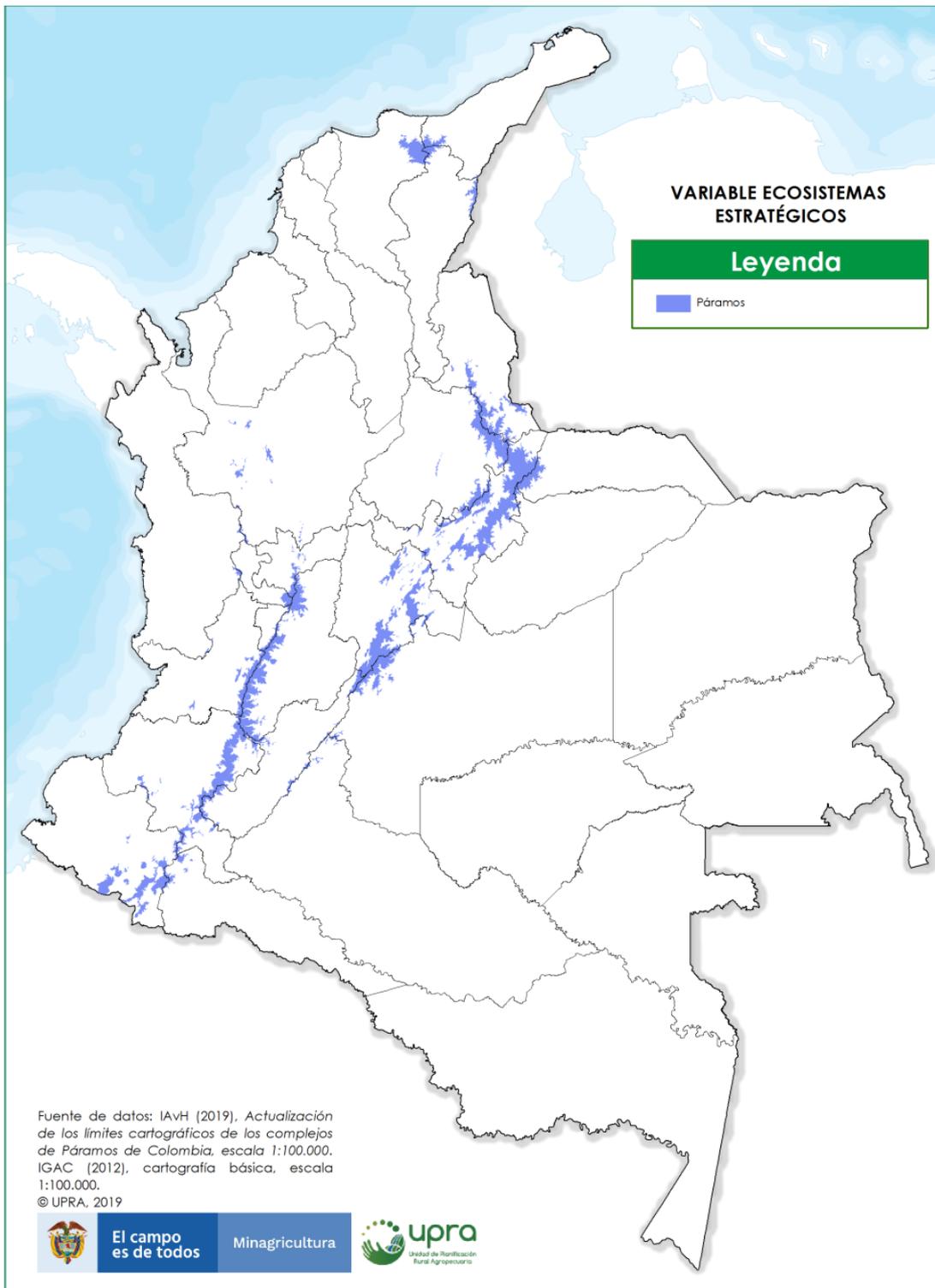
VALOR DE EXCLUSIÓN

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.

EXCLUSIONES LEGALES



Unidad de análisis	Polígonos de páramos
FUENTES DE INFORMACIÓN	
<ul style="list-style-type: none"> IAVH. (2019). <i>Actualización de los límites cartográficos de los complejos de páramos, escala 1:100.000.</i> IGAC. (2012). <i>Cartografía básica, escala 1:100.000.</i> Bogotá: IGAC. 	

4.1.2. Variable áreas protegidas

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE									
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO DE USO INDUSTRIAL								
CRITERIO ASOCIADO: EXCLUSIONES LEGALES									
VARIABLE: áreas protegidas									
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	<table border="1"> <tr> <td style="text-align: center;">Análisis jerárquico</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Condicionante</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Exclusión técnica</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Exclusión legal</td> <td></td> </tr> </table>	Análisis jerárquico		Condicionante		Exclusión técnica		Exclusión legal	
Análisis jerárquico									
Condicionante									
Exclusión técnica									
Exclusión legal									
DEFINICIÓN									
<p>Las áreas protegidas consideradas dentro de esta exclusión legal corresponden a:</p> <p>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.</p> <p>Parques Nacionales 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.</p> <p>Reservas Forestales Protectoras: de acuerdo con el Decreto 2372 de 2010, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, se 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.</p> <p>Zonas de preservación y restauración para la preservación del AMEM: de acuerdo con el Decreto 1989 de 1989, «<i>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</i>», 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:</p> <p>DMI Macarena Norte</p> <ul style="list-style-type: none"> 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 tecnificado de papa variedad Diacol Capiro de uso industrial, 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.

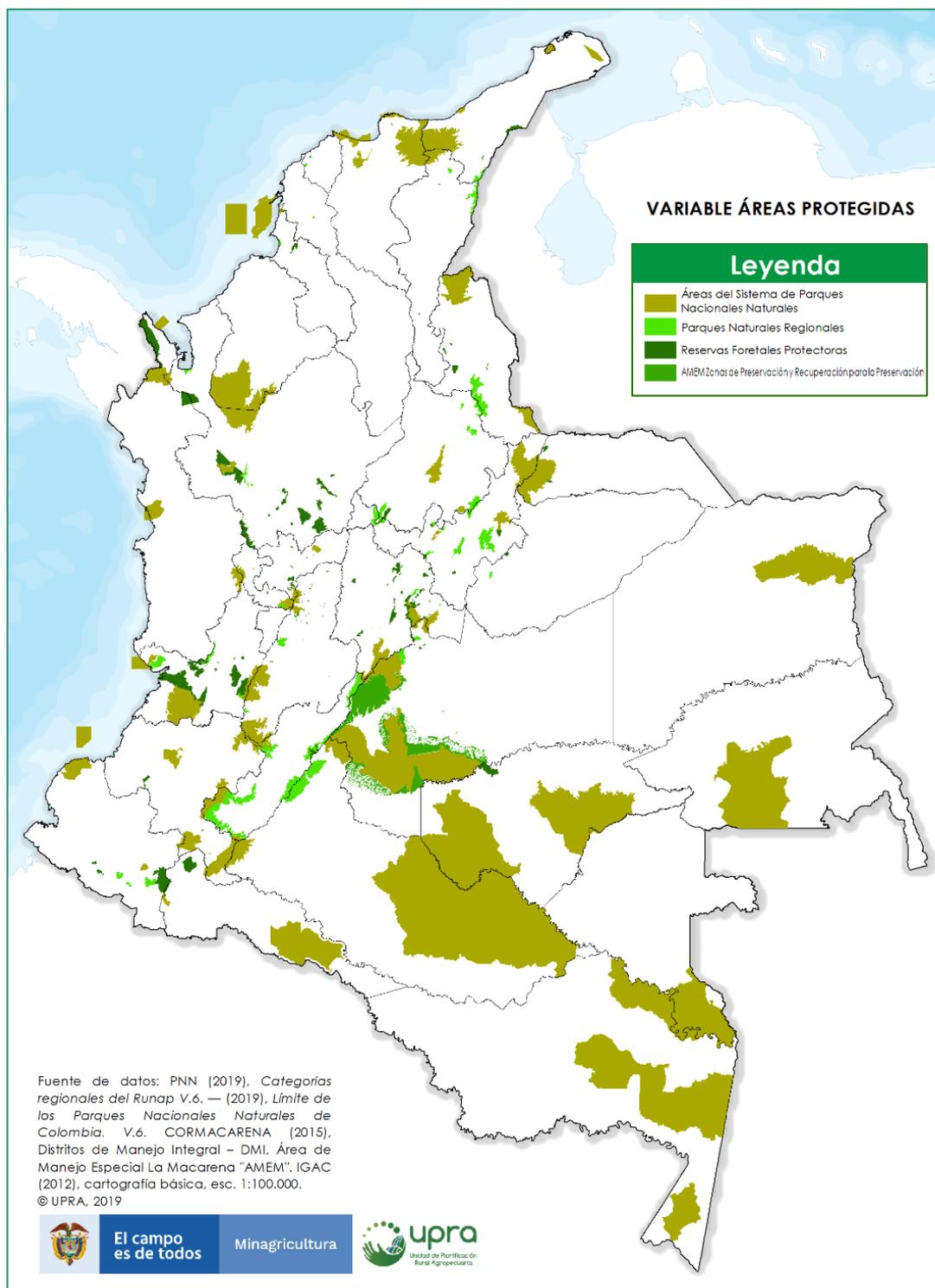
VALOR DE EXCLUSIÓN DE LA VARIABLE

No aplica, por tratarse de una exclusión legal (N2).

LIMITANTES DE EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

El 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.

EXCLUSIONES LEGALES

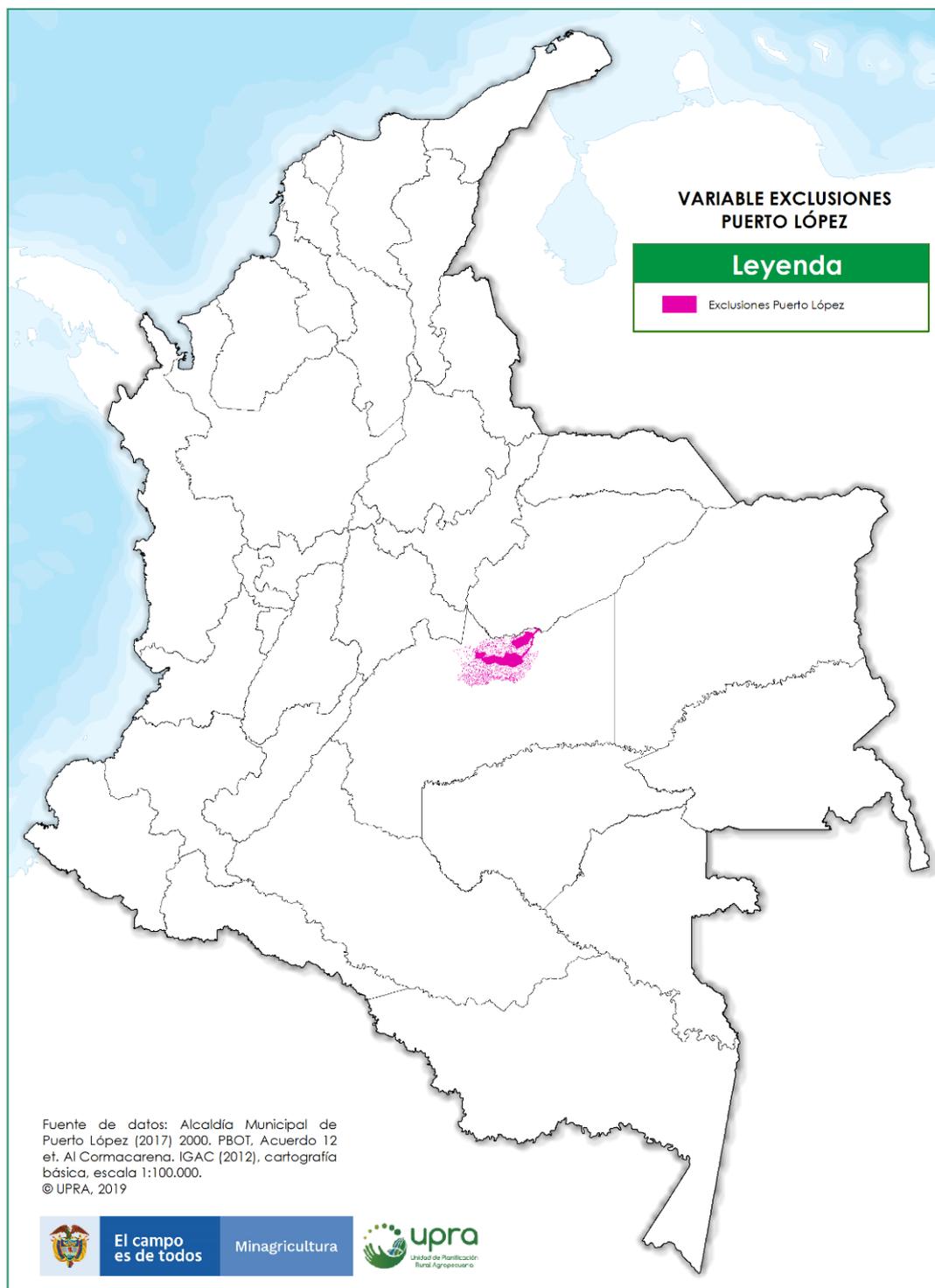


Unidad de análisis	Áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales, polígonos de Parques Nacionales Regionales y polígonos de las Reservas Forestales Protectoras.
FUENTES DE INFORMACIÓN	
<ul style="list-style-type: none"> • IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. • PNN. (2019). <i>Categorías regionales del Runap V.6.</i> • ... (2019). <i>Límite de los Parques Nacionales Naturales de Colombia V.6.</i> 	

4.1.3. Otras áreas protegidas locales

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE	
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO DE USO INDUSTRIAL
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:	
<p>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.</p>	
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE	
Para los propósitos de la zonificación de aptitud del cultivo tecnificado de papa variedad Diacol Capiro de uso industrial, 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	
El 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.	

EXCLUSIONES LEGALES



Unidad de análisis	Zonas de protección declaradas en el PBOT de Puerto López
FUENTES DE INFORMACIÓN	
<ul style="list-style-type: none"> Alcaldía Municipal de Puerto López (2017). <i>PBOT, Acuerdo 12 et al. Cormacarena.</i> Cormacarena (2015). <i>Distritos de Manejo Integrado – DMI. Área de Manejo Especial La Macarena (AMEM).</i> IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. 	

4.1.4 Variable áreas urbanas

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)		CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO DE USO INDUSTRIAL
CRITERIO ASOCIADO: EXCLUSIONES LEGALES		
VARIABLE: áreas urbanas		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Análisis jerárquico	
	Condicionante	
	Exclusión técnica	/
	Exclusión legal	
DEFINICIÓN		
<p>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).</p> <p>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.</p> <p>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.</p>		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
Establece la posibilidad de identificar las áreas que, por ser destinadas a usos urbanos, no son aptas para el establecimiento y desarrollo de actividades productivas agropecuarias, de acuerdo con los lineamientos establecidos por la Ley 388 de 1997.		
VALOR DE EXCLUSIÓN DE LA VARIABLE		
No aplica por tratarse de una exclusión legal		
LIMITANTES DE EVALUACIÓN DE LA VARIABLE		
La escala cartográfica para el tratamiento de los datos es 1:100.000, por lo que se recomienda consultar las clases y categorías de usos del suelo establecidas en los Planes de Ordenamiento Territorial por los municipios, previo al desarrollo de la actividad productiva.		
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN		
<p>1. Información.</p> <p>DANE. 2014. Marco Geoestadístico Nacional. Cabeceras municipales y centros poblados</p> <p>Ideam. 2012. Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2010-2012, escala 1:100.000 versión 1.0</p> <p>IGAC. 2012. Cartografía básica, escala 1:100.000.</p> <p>2. Precisiones de la información.</p> <p>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:</p>		

Conformación del código del Marco Geoestadístico Nacional

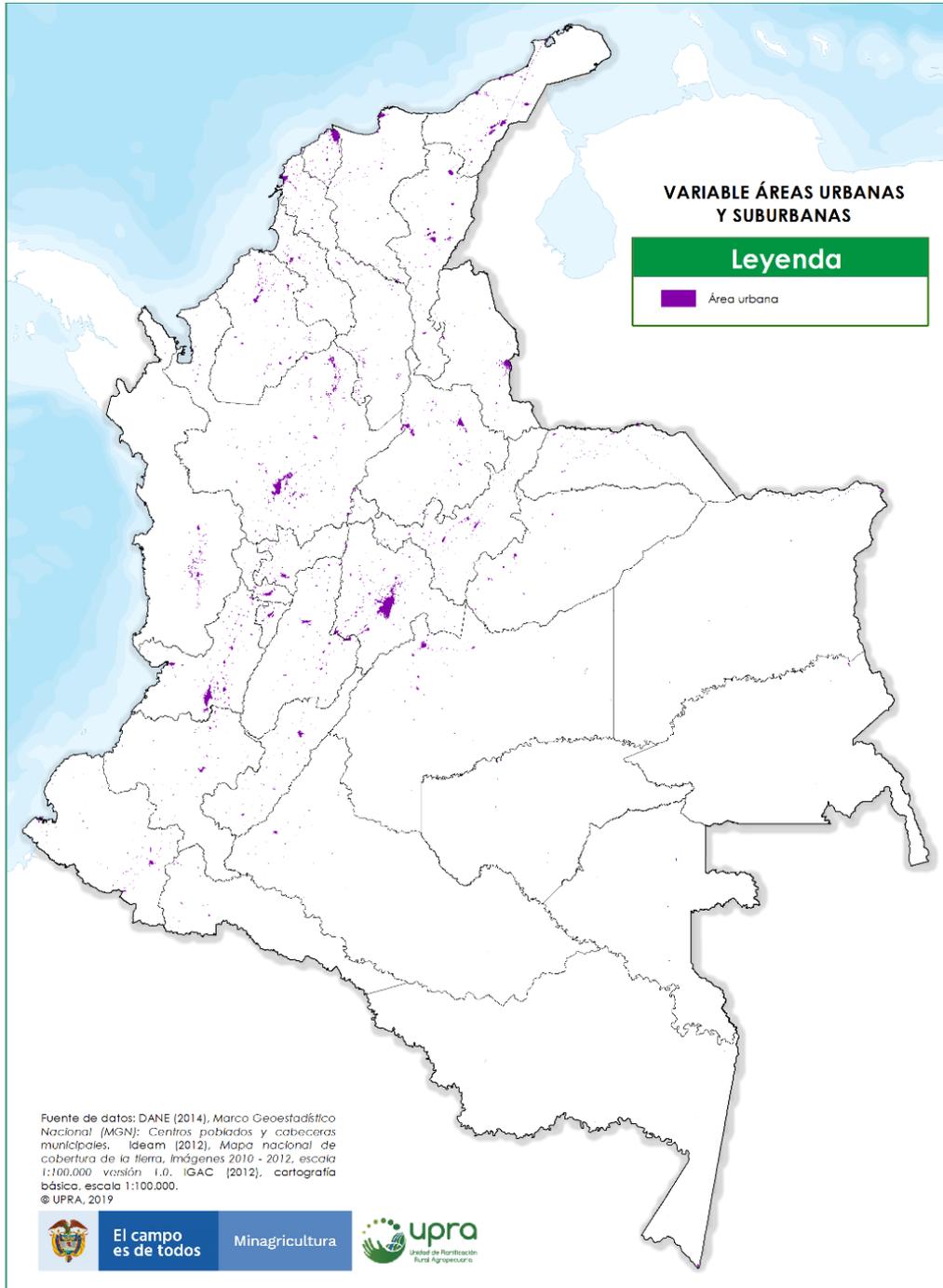


Fuente: Elaboración propia con base en DANE (2018)

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.

EXCLUSIONES LEGALES



Unidad de análisis	Polígonos correspondientes a cabeceras municipales y centros poblados
FUENTES DE INFORMACIÓN	
<ul style="list-style-type: none"> • DANE. (2018). <i>Manual de uso del Marco Geoestadístico Nacional. Glosario</i>. Recuperado de: <https://www.sen.gov.co/files/RegulacionEstadistica/Manual_MGN.pdf> • ... (2014). <i>Marco Geoestadístico Nacional (MGN). Cabeceras municipales y centros poblados</i>. • Ideam (2012). <i>Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2010-2012, escala 1:100.000 versión 1.0</i> • IGAC. (2012). <i>Cartografía básica, escala 1:100.000</i>. Bogotá: IGAC. 	

4.1.5. Variable parques arqueológicos

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO DE USO INDUSTRIAL	
CRITERIO ASOCIADO: EXCLUSIONES LEGALES		
VARIABLE: parques arqueológicos		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Análisis jerárquico	
	Condicionante	
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	
DEFINICIÓN		
<p>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.</p> <p>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).</p>		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
<p>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.</p> <p>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: «<i>los bienes muebles e inmuebles de CARÁCTER arqueológico (...) integran el patrimonio arqueológico, el cual pertenece a la Nación, es inalienable, imprescriptible e inembargable</i>» 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».</p> <p>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.</p>		
VALOR DE EXCLUSIÓN DE LA VARIABLE		
No aplica por tratarse de una exclusión legal		
LIMITANTES DE EVALUACIÓN DE LA VARIABLE		
<p>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.</p>		

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		

EXCLUSIONES LEGALES



FUENTES DE INFORMACIÓN	
•	Icanh. (2019). <i>Parques arqueológicos declarados a la fecha</i>
•	IGAC. (2012). Cartografía básica escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

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

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO DE USO INDUSTRIAL	
CRITERIO ASOCIADO: EXCLUSIONES LEGALES		
VARIABLE: Zonas de Reserva Forestal Nacional de Ley 2ª de 1959, tipo A		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Análisis jerárquico	
	Condicionante	
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	
DEFINICIÓN		
<p>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.</p> <p>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).</p> <p>Estas zonas tipo A son tomadas como exclusión para esta zonificación. Las zonificaciones se adoptaron mediante las siguientes resoluciones:</p> <ol style="list-style-type: none"> 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).

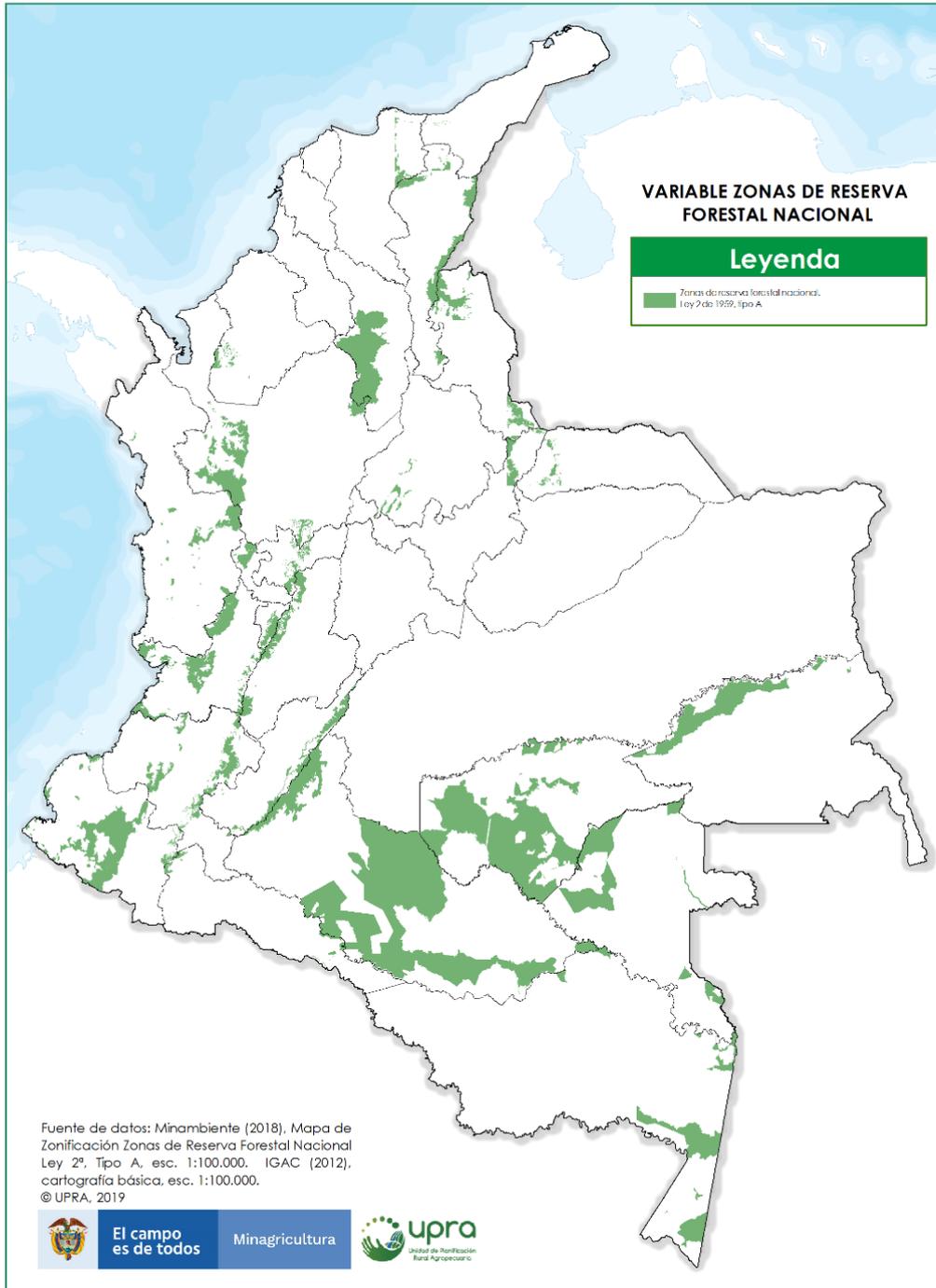
LIMITANTES DE EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

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.

EXCLUSIONES LEGALES



FUENTES DE INFORMACIÓN

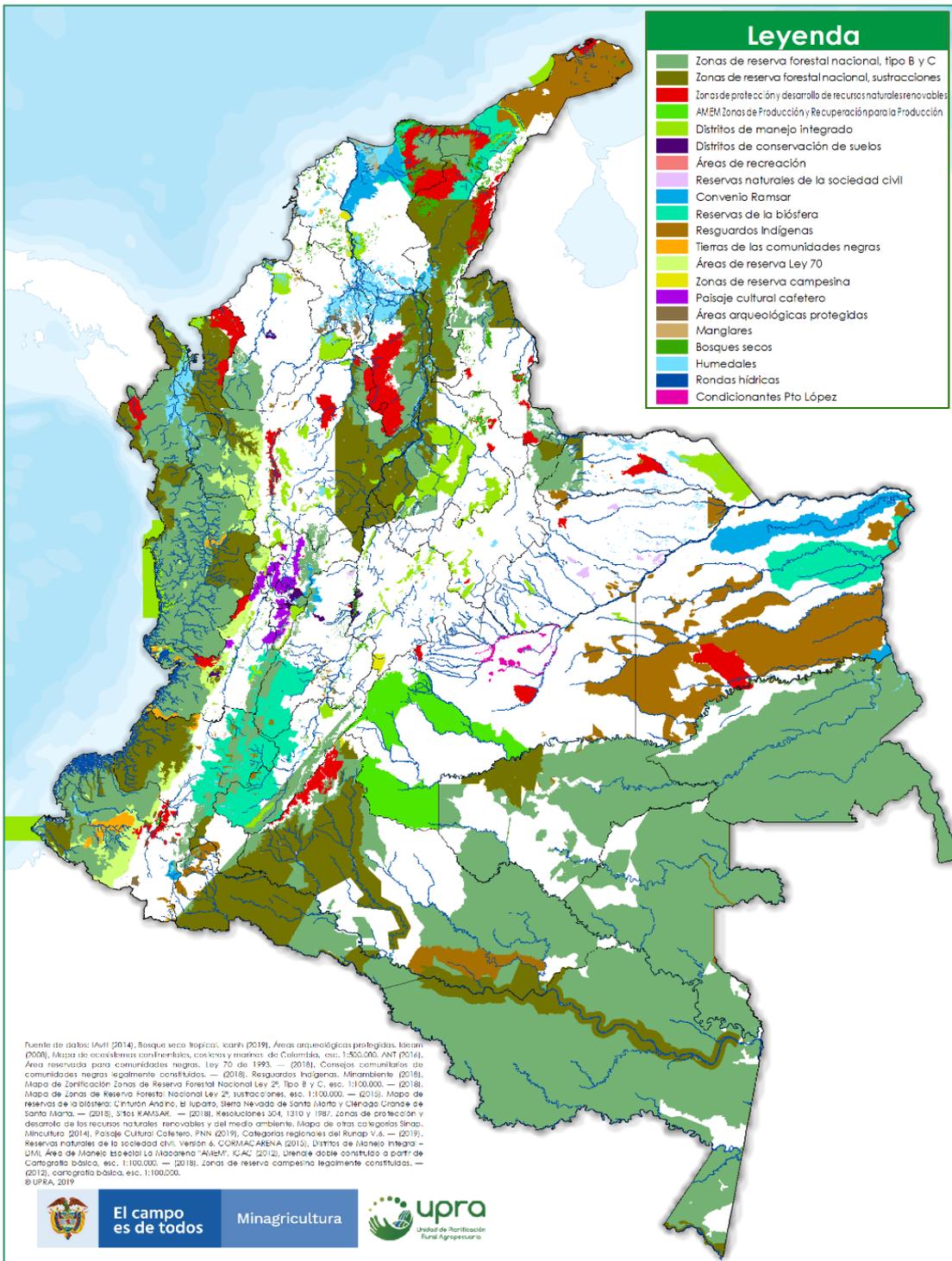
- Minambiente (2018). *Mapa de zonificación de Zonas de Reserva Forestal Nacional Ley 2ª, Tipo A, escala 1:100.000.*
- IGAC. (2012). *Cartografía básica escala 1:100.000.* Bogotá: IGAC.

5. Fichas metodológicas de condicionantes legales

1.1 Criterio Condicionantes Legales

FICHA METODOLÓGICA DEL CRITERIO	
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO DE USO INDUSTRIAL
COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO	
CRITERIO ASOCIADO: CONDICIONANTES LEGALES	
TIPO DE CRITERIO	Análisis jerárquico
	Condicionante
	Exclusión técnica
	Exclusión legal
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO	
<p>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.</p> <p>Áreas protegidas: polígonos de distritos de manejo integrado (DMI), polígonos Zonas de Producción y Recuperación para la Producción del AMEM, polígonos de distritos de conservación de suelos (DCS), polígonos de áreas de recreación, polígonos de reservas naturales de la sociedad civil, polígonos de zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medio ambiente.</p> <p>Zonas de Reserva Forestal Nacional: polígonos de las zonas tipo B y C de las Zonas de Reserva Forestal Nacional.</p> <p>Distinciones internacionales: polígonos de Reservas de la Biosfera y polígonos de humedales Ramsar.</p> <p>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.</p>	
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 tecnificado de papa variedad Diacol Capiro de uso industrial.	
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.	

CONDICIONANTES LEGALES



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Alcaldía Municipal de Puerto López (2017). *PBOT, Acuerdo 12 et al. Cormacarena.*
- ANT. (2016). *Áreas reservadas para comunidades negras. Ley 70 de 1993.*
- _ (2018). *Consejos comunitarios de comunidades negras legalmente constituidos.*
- _ (2018). *Resguardos indígenas*
- Cormacarena. (2015). *Distrito de manejo integral –DMI-, Área de Manejo Especial La Macarena “AMEM”.*
- IAVH. (2014). *Bosque seco tropical.*
- Icanh. (2019). *Áreas arqueológicas protegidas.*
- Ideam et al. (2008). *Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia, escala 1:500.000.*
- IGAC. (2012). *Drenaje doble construido a partir de cartografía básica, escala 1:100.000.*
- _ (2018). *Zonas de reserva campesina legalmente constituidos.*
- _ (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.*
- Minambiente. (2018). *Mapa de zonificación Zonas de Reserva Forestal Nacional de la Ley 2.^a Tipos B y C, escala 1:100.000.*
- _ (2018). *Mapa de zonas de Reserva Forestal Nacional Ley 2^a, sustracciones, escala 1:100.000*
- _ (2015). *Mapa de reservas de la biósfera: Ciénaga Grande de Santa Marta, Cinturón Andino, El Tuparro y Sierra Nevada de Santa Marta.*
- _ (2018). *Sitios Ramsar.*
- _ (2015). *Resoluciones 504, 1310 y 1987. Zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medio ambiente. Mapa de otras categorías Sinap.*
- Mincultura. (2014). *Paisaje Cultural Cafetero.*
- PNN. (2019). *Categorías regionales del Runap V. 6.*
- _ (2019). *Reservas naturales de la sociedad civil. Versión 6.*

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

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE	
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO DE USO INDUSTRIAL
CRITERIO ASOCIADO: CONDICIONANTES LEGALES	
VARIABLE: ecosistemas estratégicos (manglares, humedales, rondas hídricas y bosque seco tropical)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Análisis jerárquico
	Condicionante
	Exclusión técnica
	Exclusión legal
DEFINICIÓN	
<p>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 tecnificado de papa variedad Diacol Capiro de uso industrial. Las consideraciones definidas para esta variable se muestran a continuación:</p> <p>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 tecnificado de papa variedad Diacol Capiro de uso industrial.</p> <p>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.</p> <p>Económicamente, el manglar ha sido base de subsistencia de muchas comunidades a lo largo de las costas colombianas, quienes han utilizado su madera a pequeña escala y para uso local. Igualmente, del manglar 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.</p> <p>Por su parte, los humedales son ecosistemas estratégicos de gran importancia ecológica, ya que ofrecen una gran variedad de bienes y servicios a las comunidades aledañas. Estos ecosistemas han ido desapareciendo debido a diversos factores que alteran sus características físicas, biológicas y químicas, afectando así la flora y la fauna presente en ellos. El Decreto 1640 de 2012 plantea, en su artículo 2°, la existencia de ecosistemas de importancia estratégica para la conservación de recursos hídricos, entendiéndolos como aquellos que garantizan la oferta de servicios ecosistémicos relacionados con el ciclo hidrológico y, en general, con los procesos de regulación de disponibilidad del recurso hídrico en un área determinada.</p> <p>La ronda hídrica se considera la faja paralela a las líneas de mareas máximas o al cauce permanente de ríos y lagos de hasta 30 m, las cuales son un bien inembargable e imprescriptible del Estado, excepto si existen derechos adquiridos (Decreto 2811 de 1974).</p> <p>El Decreto 1449 de 1977 consagra en su artículo 3, literal b, que los propietarios de predios rurales tienen la obligación de mantener cobertura boscosa en áreas forestales protectoras, dentro de las cuales define como tal una faja de terreno no inferior a 30 m de ancho, paralela a las líneas máximas de marea, a los lados de los cauces y alrededor de lagos o depósitos de agua.</p> <p>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).</p> <p>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)</p> <p>El Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección del Medio Ambiente (Decreto 2811 de 1974), establece una regulación en términos de propiedad con relación a las zonas paralelas a los cauces permanentes. En el artículo 83, literal d, consagra que la faja paralela a las líneas de mareas máximas o al cauce permanente de ríos y lagos de hasta 30 m es un bien inembargable e imprescriptible del Estado, excepto si existen derechos adquiridos.</p>	

Por su parte, el Decreto 1449 de 1977 consagra en su artículo 3°, literal b, que los propietarios de predios rurales tienen la obligación de mantener cobertura boscosa en áreas forestales protectoras, dentro de las cuales define como tal una faja de terreno no inferior a 30 m de ancha, paralela a las líneas máximas de marea, a los lados de los cauces y alrededor de lagos o depósitos de agua. En este sentido, el Decreto 3600 de 2007, que regula sobre los determinantes para el ordenamiento del suelo rural, en su artículo 4° señala que las rondas hidráulicas hacen parte de la categoría de áreas de conservación y protección ambiental, por ser áreas de especial importancia ecosistémica.

El ecosistema de bosque seco se considera una zona de importancia ambiental que se ha priorizado para su protección y conservación debido a su importancia ecosistémica o su nivel de amenaza; se requiere de un análisis detallado del área, previo a cualquier establecimiento de un cultivo.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Permite identificar áreas donde el establecimiento del cultivo no es compatible con los usos vocacionales en estos ecosistemas estratégicos y, por tanto, su uso está condicionado a estudios con mayor nivel de detalle.

VALOR DE EXCLUSIÓN DE LA VARIABLE

No aplica, por tratarse de un condicionante legal (C1).

LIMITANTES DE EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Generalmente estas zonas no cuentan con una delimitación a escala regional, lo cual motiva que sean considerados como figuras normativas que requieren de un análisis complementario de tipo legal, social, cultural y/o ambiental para el desarrollo de actividades agropecuarias. Es necesario determinar si la autoridad ambiental regional ha definido y reglamentado las normas que fijan la Estructura Ecológica Principal de su territorio; si estas áreas aparecen identificadas y reglamentadas deberán ser tratadas como una exclusión legal.

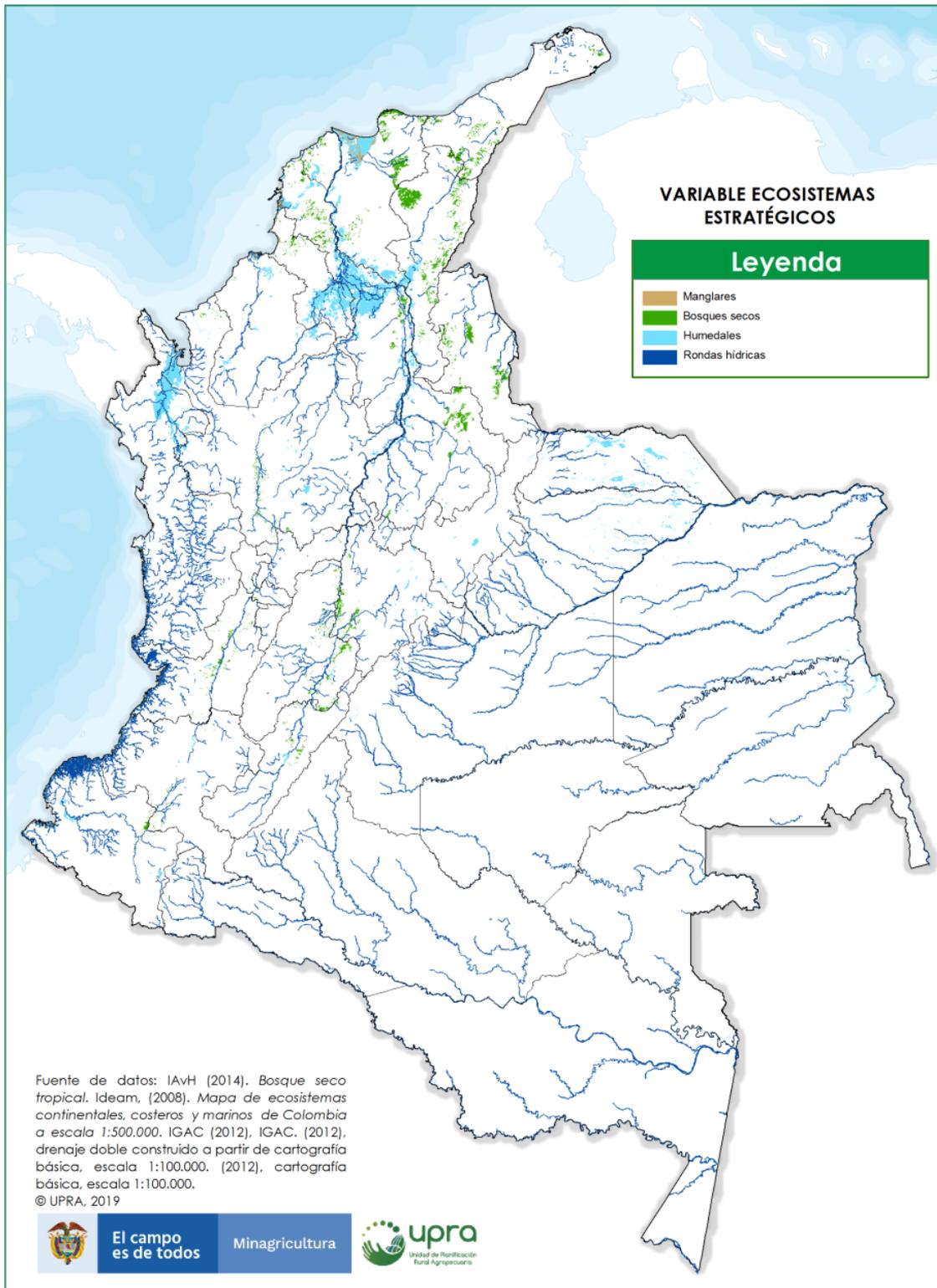
En lo referente a rondas hídricas, es necesario mencionar que la delimitación específica de cada cauce, debe obedecer a lo que establezcan las autoridades ambientales respectivas. Para la zonificación de aptitud se toman 30 m; no obstante, estas podrán tener una mayor o menor longitud.

Es función de las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR) efectuar, en el área de su jurisdicción y en el marco de sus competencias, el acotamiento de la faja paralela a los cuerpos de agua a que se refiere el literal d del artículo 83 del Decreto Ley 2811 de 1974, y el área de protección o conservación aferente, para lo cual se deberán realizar los estudios correspondientes, conforme a los criterios que defina el Gobierno nacional (Ley 1450 de 2011).

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para la generación de la información cartográfica, se parte de las capas que contienen la información espacial actualizada de las áreas de bosque seco tropical, humedales y manglares. Para las rondas hídricas se emplea la cartografía básica del IGAC, donde se definen los cauces sencillos. Una vez definidos los cauces se toman un buffer de 30 m, a lado y lado del cauce.

CONDICIONES 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	
<ul style="list-style-type: none"> • IAVH. (2014). <i>Bosque seco tropical</i>. • Ideam (2010). <i>Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia</i>. • Ideam et al. (2008). <i>Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia, escala 1:500.000</i>. • IGAC. (2012). <i>Cartografía básica, escala 1:100.000</i>. Bogotá: IGAC. • ... (2012). <i>Drenaje doble construido a partir de cartografía básica, escala 1:100.000</i>. • Ideam (2010). <i>Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia</i>. 	

5.1.2. Variable áreas protegidas

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO DE USO INDUSTRIAL	
CRITERIO ASOCIADO: CONDICIONANTES LEGALES		
VARIABLE: áreas protegidas		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Análisis jerárquico	
	Condicionante	
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	
DEFINICIÓN		
<p>Agrupar 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 cultivos tecnificados de papa variedad Diacol Capiro de uso industrial; aunque no prohíba la actividad como tal, sí genera un condicionamiento al posible uso de dichas áreas. Las consideraciones legales para esta variable se muestran a continuación:</p> <p>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.</p> <p>Distritos de conservación de suelos (DCS): el Decreto 2372 de 2010, compilado por el Decreto 1076 de 2015 define que son espacios geográficos cuyos ecosistemas estratégicos, en la escala regional, mantienen su función, aunque su estructura y composición hayan sido modificadas; aportan esencialmente a la generación de bienes y servicios ambientales, cuyos valores naturales y culturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su restauración, uso sostenible, preservación, conocimiento y disfrute, por las restricciones debidas a su orientación de manejo para la recuperación de suelos alterados o degradados o la prevención de fenómenos que causen alteración o degradación en áreas especialmente vulnerables por sus condiciones físicas o climáticas o por la clase de utilidad que en ellas se desarrolla.</p> <p>Áreas de recreación: conforme al 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.</p> <p>Zonas de producción y recuperación para la producción del AMEM: de acuerdo con el Decreto 1989 de 1989 «Por el cual se declara Área de Manejo Especial La Macarena (AMEM), la Reserva Sierra de la Macarena, se clasifica y zonifica su territorio y se fijan sus límites reales», entre su zonificación se definen las siguientes zonas: a) recuperación para la producción occidente, b) preservación vertiente oriental, c) producción Ariari-Guayabero, d) recuperación para la preservación sur y e) recuperación para la producción sur.</p>		

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.

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, prorrogó la duración de estas zonas, adicionalmente modifica por aumento o disminución de área dichas zonas.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Alerta a los planificadores y productores, con respecto a las áreas que aunque posean aptitud para el cultivo, cuentan con regímenes especiales que condicionan el desarrollo de las actividades agropecuarias en el territorio. Cada una de las categorías consideradas genera un condicionante a su uso, pues si bien no lo prohíbe, requiere de una revisión de la zona apta en relación a las condiciones normativas de la figura o figuras con la que se superpone.

VALOR DE EXCLUSIÓN DE LA VARIABLE

No aplica, por tratarse de un condicionante legal (C1).

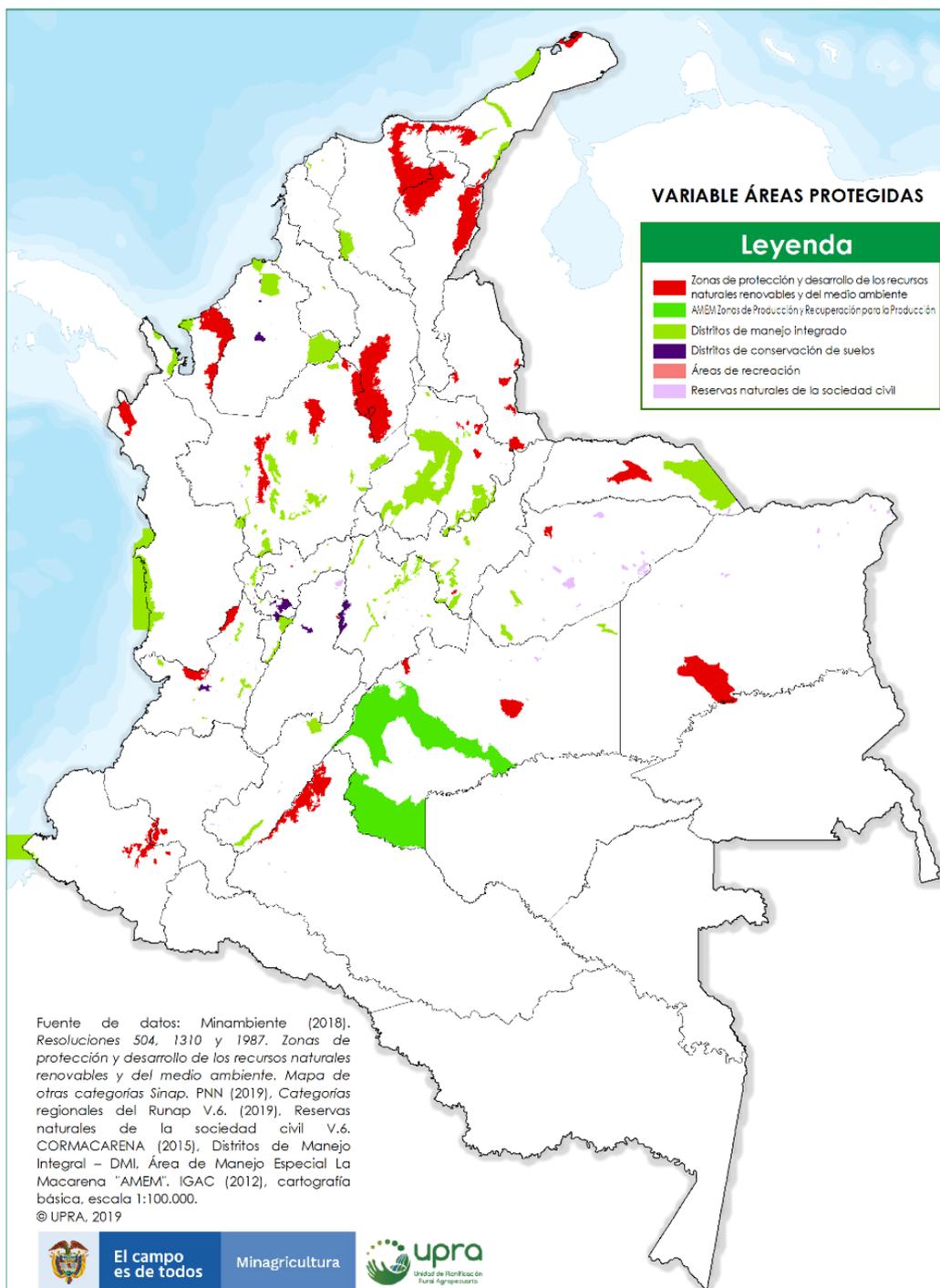
LIMITANTES DE EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Cada una de las figuras protegidas en teoría debe contar con su respectivo plan de manejo, en el cual se definen los usos permitidos del área que aparece bajo una figura de protección. Sin embargo, no todas las áreas protegidas tienen un plan de manejo formulado, lo cual implica que, a pesar de que estén delimitadas, aún no tienen definido el uso por lo cual no es posible definir en qué zonas si es posible desarrollar cultivos tecnificados de papa variedad Diacol Capiro de uso industrial 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.

CRITERIO CONDICIONANTES LEGALES

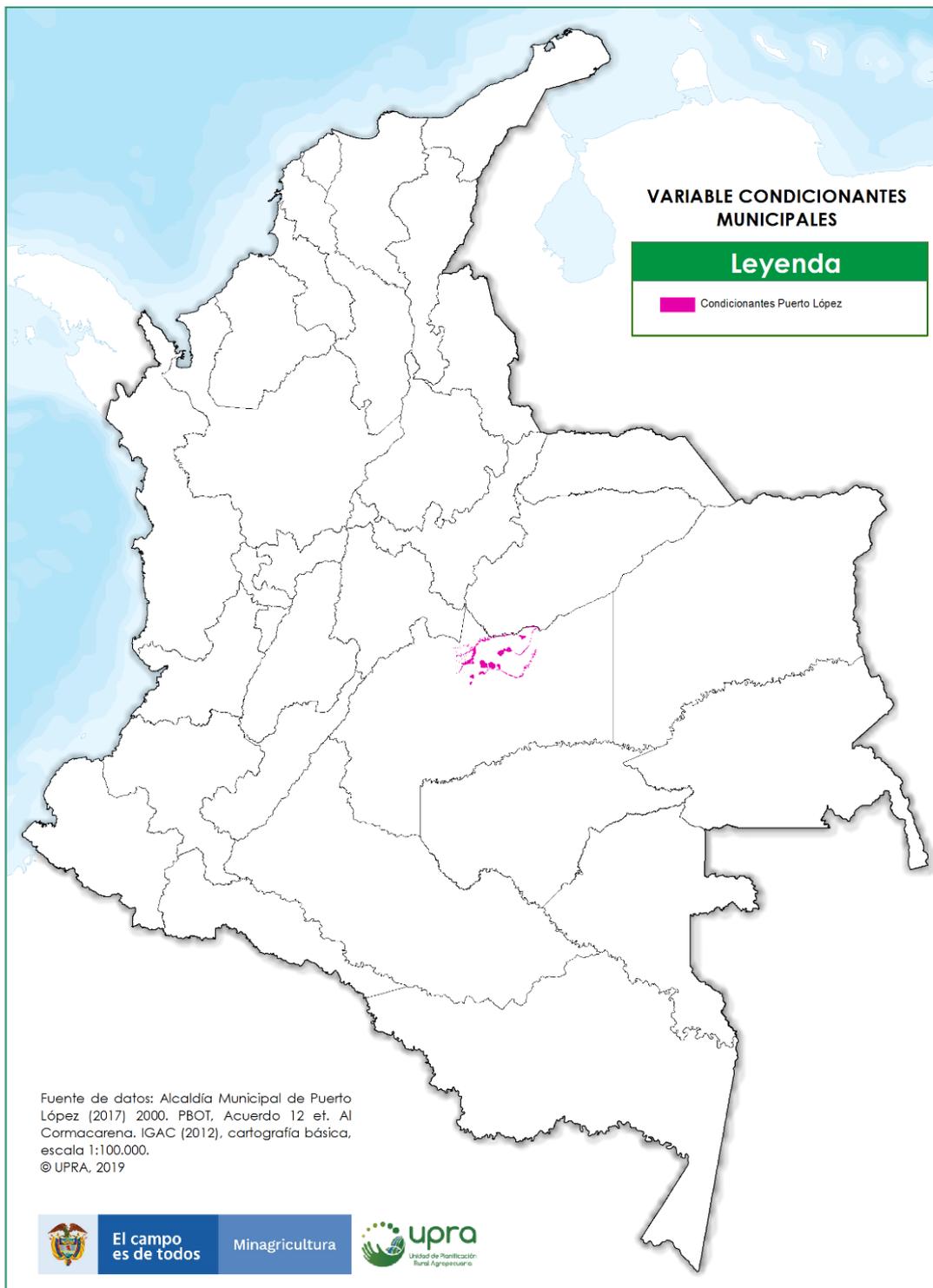


FUENTES DE INFORMACIÓN	
•	IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
•	Minambiente. (2015). <i>Resoluciones 1814 y 1628. Zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medio ambiente. Mapa de otras categorías Sinap.</i>
•	PNN. (2019). <i>Categorías regionales del Runap V.6.</i>
•	... (2019). <i>Reservas naturales de la sociedad civil. Versión 6.</i>

5.1.3. Otras áreas protegidas locales

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE	
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO DE USO INDUSTRIAL
CRITERIO ASOCIADO: CONDICIONANTES LEGALES	
VARIABLE: áreas protegidas	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Análisis jerárquico
	Condicionante
	Exclusión técnica
	Exclusión legal
DEFINICIÓN	
<p>Las áreas protegidas consideradas dentro de esta condicionante legal corresponden a:</p> <p>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.</p>	
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.	

CRITERIO CONDICIONANTES LEGALES



Unidad de análisis	Zonas de protección declaradas en el PBOT de Puerto López
FUENTES DE INFORMACIÓN	
<ul style="list-style-type: none"> Alcaldía Municipal de Puerto López (2017). <i>PBOT, Acuerdo 12 et al. Cormacarena.</i> Cormacarena (2015). <i>Distritos de Manejo Integrado – DMI. Área de Manejo Especial La Macarena (AMEM).</i> IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. 	

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

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO DE USO INDUSTRIAL	
CRITERIO ASOCIADO: CONDICIONANTES LEGALES		
VARIABLE: Zonas de Reserva Forestal Nacional de la Ley 2ª de 1959, Tipo B y C		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Análisis jerárquico	
	Condicionante	
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	
DEFINICIÓN		
<p>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.</p> <p>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:</p> <p>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).</p> <p>Zona tipo C: zonas que por sus características biofísica ofrecen condiciones para el desarrollo de las actividades productivas agroforestales, silvopastoriles y otras compatibles con los objetivos de la Reserva Forestal, que deben incorporar el componente forestal y que no impliquen la reducción de las áreas de bosque natural presentes en sus diferentes estados sucesionales. (Resolución MADS 1922 de 2013, que corresponde a la adopción de la zonificación de la Zona de Reserva Forestal Central).</p> <p>Las zonificaciones se adoptaron mediante las siguientes resoluciones:</p> <ol style="list-style-type: none"> Resolución 1277 de 2014, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Amazonía, establecida en la Ley 2ª de 1959, para los departamentos de Amazonas, Cauca, Guainía, Putumayo y Vaupés. Resolución 1276 de 2014, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Sierra Nevada de Santa Marta, establecida en la Ley 2ª de 1959. Resolución 1275 de 2014, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del Cocuy, establecida en la Ley 2ª de 1959. Resolución 1926 de 2013, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del Pacífico, establecida en la Ley 2ª de 1959. Resolución 1925 de 2013, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Amazonía, establecida en la Ley 2ª de 1959, para los departamentos de Caquetá, Guaviare y Huila. 		

- 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).

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 tecnificado de papa variedad Diacol Capiro de uso industrial.

VALOR DE EXCLUSIÓN DE LA VARIABLE

No aplica, por tratarse de un condicionante legal (C1).

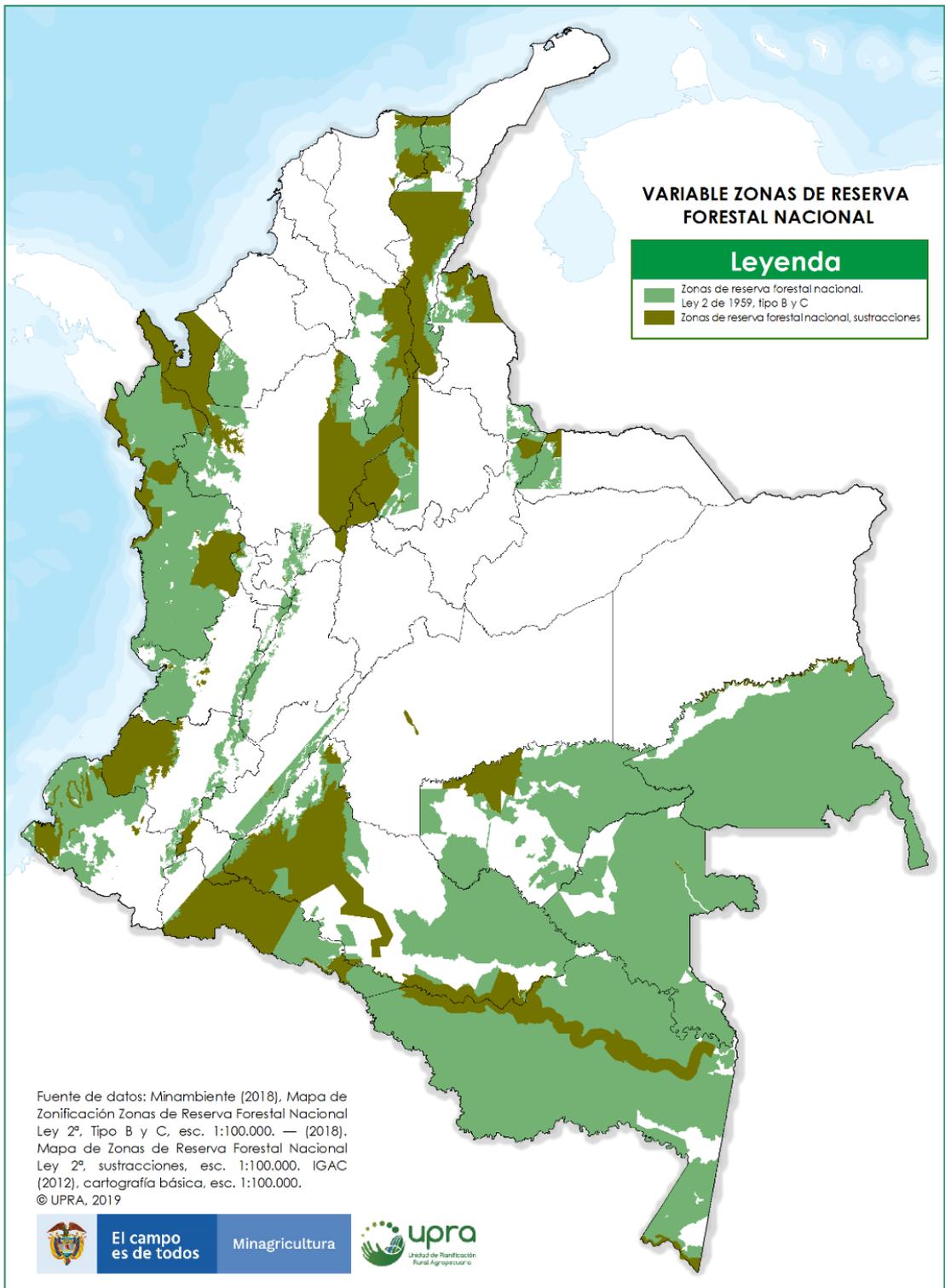
LIMITANTES DE EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

En 2015 las Zonas de Reserva Forestal Nacional se establecen que tanto en las zonas tipo A, B o C, se pueden adelantar procesos de sustracción de conformidad con la normatividad vigente. Como todas las áreas son susceptibles de solicitud de sustracción, la información de este insumo deberá ser actualizada, en función de las nuevas sustracciones realizadas en las reservas.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para la generación de la información cartográfica se parte del mapa de Reservas Forestales Nacionales de Ley 2 de 1959, identificando las zonas tipo B y C y del análisis cartográfico del mapa de sustracciones de Reserva Forestal Nacional de la Ley 2ª de 1959 oficial del MADS.

CRITERIO CONDICIONANTES LEGALES



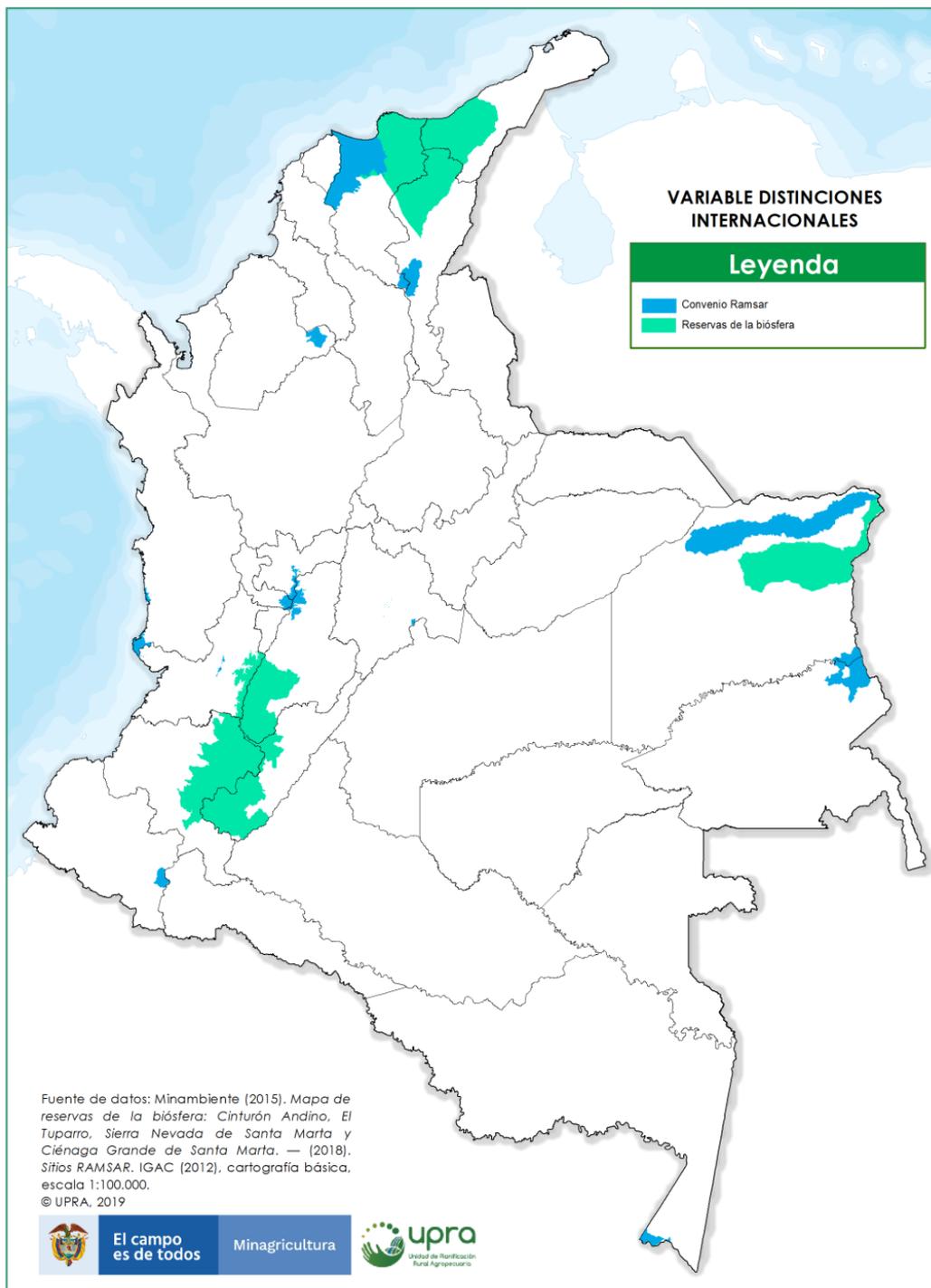
Unidad de análisis	Polígonos correspondientes las ZRFN y sustracciones de Reserva Forestal Nacional, tipos B y C
FUENTES DE INFORMACIÓN	
<ul style="list-style-type: none"> • IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC. • Minambiente (2018). <i>Mapa de zonificación de Zonas de Reserva Forestal Nacional de la Ley 2ª, Tipos B y C, escala 1:100.000.</i> • ... (2012). <i>Mapa de sustracciones de reservas forestales nacionales de la Ley 2ª, escala 1:100.000.</i> • ... (2018). <i>Mapa de zonas de Reserva Forestal Nacional Ley 2ª, sustracciones, escala 1:100.000.</i> 	

5.1.5. Variable distinciones internacionales

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE	
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO DE USO INDUSTRIAL
CRITERIO ASOCIADO: CONDICIONANTES LEGALES	
VARIABLE: DISTINCIONES INTERNACIONALES	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Análisis jerárquico
	Condicionante
	Exclusión técnica
	Exclusión legal
DEFINICIÓN	
<p>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.</p> <p>Las consideraciones legales para esta variable se muestran a continuación:</p> <p>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).</p> <p>Ramsar: la «Convención sobre los humedales de importancia internacional», conocida como Convención Ramsar, es un tratado intergubernamental desarrollado para coordinar las acciones en el ámbito nacional y la cooperación internacional para garantizar la conservación y el uso racional de los humedales de importancia regional (en el trayecto de rutas de aves migratorias) y sus recursos.</p> <p>Colombia, mediante la Ley 357 de 1997, aprueba la «Convención relativa a los humedales de importancia internacional, especialmente como hábitat de aves acuáticas»; se obliga como parte contratante de la convención a elaborar y aplicar su planificación de forma que favorezca la conservación de los humedales incluidos en la lista y, en la medida de lo posible, el uso racional de los humedales de su territorio (art. 3°), así como a fomentar la conservación de los humedales y de las aves acuáticas creando reservas naturales en aquellos (artículo 4°).</p>	

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
<p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p>
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.

CRITERIO CONDICIONANTES LEGALES



Unidad de análisis	Humedales Ramsar y Reservas de la Biósfera, de acuerdo con las fuentes de información oficial
FUENTES DE INFORMACIÓN	
<ul style="list-style-type: none"> • IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC. • Minambiente. (2015). <i>Mapa de reservas de la biosfera: Ciénaga Grande de Santa Marta, Cinturón Andino, El Tuparro y Sierra Nevada de Santa Marta.</i> • ... (2018). <i>Sitios Ramsar.</i> • Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco). (1994). Convención relativa a los humedales de importancia internacional especialmente como hábitat de aves acuáticas (Convenio de Ramsar). París: Unesco. Recuperado de: <http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/current_convention_text_s.pdf> 	

5.1.6. Variable áreas de interés cultural y social

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE PAPA VARIEDAD DIACOL CAPIRO DE USO INDUSTRIAL	
CRITERIO ASOCIADO: CONDICIONANTES LEGALES		
VARIABLE: áreas de interés cultural y social		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Análisis jerárquico	
	Condicionante	
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	
DEFINICIÓN		
<p>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.</p> <p>Las figuras legales que conforman esta variable son:</p> <p>Tierras de las comunidades negras: terrenos en los que tienen su asentamiento histórico y ancestral las comunidades negras para uso colectivo, que constituye su hábitat, y sobre los cuales desarrollan sus prácticas tradicionales de producción, en relación a las que se profiere el acto administrativo, que reconoce la propiedad colectiva (ANT, 2017). Para recibir en propiedad colectiva las tierras adjudicables, cada comunidad debe conformar un Consejo Comunitario como forma de administración interna de las tierras de propiedad colectiva (Ley 70 de 1993).</p> <p>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).</p> <p>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).</p> <p>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).</p> <p>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).</p>		

Áreas Arqueológicas Protegidas (**APP**): es un polígono o zona delimitada en el territorio colombiano que, por las particularidades y características únicas de sus evidencias arqueológicas, requiere de una especial protección y conservación, con miras a abrir las posibilidades para la investigación, divulgación y, en algunos casos, el turismo responsable en ella (http://www.icanh.gov.co/nuestra_entidad/grupos_investigacion/grupo_patrimonio/Areas_arqueologicas_protegidas).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Alerta a los planificadores y productores, con respecto a las áreas que, aun cuando posean aptitud para el cultivo, cuentan con regímenes especiales –culturales y normativos– que condicionan las actividades económicas y productivas a desarrollar en esas áreas.

En las zonas aptas para el cultivo, previo a la formulación de proyectos de inversión, se deberán considerar los siguientes aspectos:

En áreas donde existan resguardos indígenas y tierras de las comunidades negras, se deberán surtir procesos de Consulta previa en orden a lo dispuesto en el Decreto 1320 de 1998 del Ministerio del Interior.

Para el caso de las Zonas de Reserva Campesina, los proyectos deberán ser agrosostenibles, contribuir al cumplimiento del Plan de Desarrollo Sostenible de la zona, y/o ser socializados con la comunidad y demás entidades territoriales competentes, en el marco de una audiencia pública según lo establece el Acuerdo 021 de 1996 del Incora.

Respecto al Paisaje Cultural Cafetero, se deberá realizar el estudio de impacto de nuevos proyectos productivos en coordinación con el Mincultura, las Corporaciones Autónomas Regionales, la Federación Nacional de Cafeteros y entidades del orden local. Con esto se determinarán los posibles cambios del Valor Universal Excepcional del Paisaje Cafetero y los manejos específicos que se deben dar para evitar su modificación. Asimismo, se debe considerar lo dispuesto en el Conpes 3803 de 2014, a fin de garantizar la sostenibilidad económica, cultural, social y ambiental de este paisaje cultural.

Para las áreas arqueológicas protegidas o zonas de influencia de las mismas, los Planes de Manejo Arqueológico determinarán los niveles permitidos de intervención, condiciones de manejo y planes de divulgación para estos bienes. Dichas zonas de influencia arqueológica y Planes de Manejo deberán ser aprobados por el Icanh de conformidad con el artículo 54 del Decreto Nacional 763 de 2009 (compendiado en el Decreto único 1080 de 2015 del sector cultura).

En lo que respecta a las áreas de influencia arqueológica, de acuerdo con el artículo 4° del Decreto 833 de 2002 se precisa que: *«en ningún caso la inexistencia de la declaratoria de una zona de influencia arqueológica, o la inexistencia de un Plan de manejo arqueológico, faculta la realización de alguna clase de exploración o excavación sin la previa autorización del Instituto Colombiano de Antropología e Historia».*

VALOR DE EXCLUSIÓN DE LA VARIABLE

No aplica por tratarse de un criterio condicionante.

LIMITANTES DE EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La información espacializada contempla únicamente las tierras de las comunidades negras, resguardos indígenas y Zonas de Reserva Campesina que están constituidos mediante un acto administrativo de la entidad competente (ANT).

Las áreas de régimen especial declaradas no permiten diferenciar el origen del título (colonial o republicano). Para ello se requiere que la entidad competente clarifique la vigencia legal de los títulos coloniales existentes, y los reclasifique en las categorías que se incluyen en esta variable.

El prescindir de esta información en la zonificación de aptitud no desconoce la posibilidad de que se requiera adelantar procesos de consultas previas, audiencias públicas, estudios de impacto, o verificaciones *in situ* al momento de implementar desarrollos productivos en áreas donde existan ampliaciones o procesos de saneamiento en resguardos indígenas en curso, áreas con ocupación ancestral por parte de comunidades negras, o zonas de reserva campesina con acto administrativo para dar inicio al proceso de constitución.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

ANT. 2018. Resguardos Indígenas legalmente constituidos

ANT. 2018. Consejos comunitarios legalmente constituidos.

Icanh. 2019. Áreas Arqueológicas Protegidas.

IGAC. 2012. Cartografía básica, escala 1:100.000.

IGAC. 2018. Zonas de reserva campesina legalmente constituidos.

Mincultura. 2014. Paisaje Cultural Cafetero.

2. Precisiones de la información.

La información espacializada corresponde a la cartografía expedida por la fuente oficial a la fecha en que esta fue suministrada a la UPRA, por lo cual es posible que existan nuevas áreas que cuenten con acto administrativo vigente, pero que a la fecha no hayan sido incorporadas al sistema de información geográfica de la entidad emisora.

A continuación se precisa información sobre las características de las figuras incorporadas:

- **Tierras de las comunidades negras.**

En los departamentos de Chocó, Nariño, Cauca y Valle del Cauca se ubican el 95 % de los territorios de comunidades negras, de los cuales el 54 % se encuentran en el Chocó, cifra que equivale a 3.065.265 ha y que abarca casi la totalidad de las subregiones Pacífico Sur y San Juan. Nariño es el segundo departamento con mayor proporción de territorio bajo esta figura con 1.206.257 ha, seguido del Cauca y Valle del Cauca con 713.445 ha y 447.828 ha, respectivamente. Sin embargo, en departamentos como La Guajira, Magdalena, Antioquia y Bolívar, también se reportan Consejos Comunitarios de extensiones que no superan las 500 ha.

Los Consejos Comunitarios más extensos del país se ubican en los municipios de Riosucio (Chocó) y Buenaventura (Valle del Cauca), los cuales abarcan entre 422 mil y 451 mil ha. A su vez, se destacan los municipios con mayor representatividad de esta comunidad étnica, los cuales son Nóvita, El Cantón del San Pablo y Medio San Juan en el Chocó, donde más del 98 % del municipio, está bajo esta figura de protección sociocultural.

- **Áreas reservadas para comunidades negras.**

De las cerca de 10 millones de ha reservadas para las comunidades negras, el 79 % se encuentran en los departamentos del Chocó, Nariño y Antioquia, y el 21 % restante está en los departamentos del Cauca, Valle del Cauca, Risaralda y Caldas. Los municipios con menor área reservada para la constitución de consejos comunitarios son Guachucal (Nariño), Riosucio (Caldas) y Betania (Antioquia) con 37 ha, 62 ha y 65 ha, respectivamente.

Se destaca aquí que, en las subregiones del Urabá, occidente y suroeste antioqueño existen municipios donde más del 97 % de su área total ha sido reservado para comunidades negras. Este mismo fenómeno ocurre en otros departamentos, donde pese a estar la totalidad del municipio reservado para comunidades negras, a la fecha se reportan consejos comunitarios constituidos en extensiones bastante reducidas. Un ejemplo de ello son los municipios de El Cairo, Dagua, Versalles y El Dovio (Valle del Cauca) donde la extensión de los consejos constituidos equivale a menos del 10 % del total del territorio reservado para este grupo étnico. En los municipios de Pueblo Rico (Risaralda) y Argelia (Cauca) esta cifra es del 18 %.

- **Resguardos indígenas.**

Son territorios de propiedad colectiva de las comunidades indígenas, que conforme a los artículos 63 y 329 de la Constitución Política, tienen el carácter de inalienables, imprescriptibles e inembargables. Los resguardos indígenas, son una institución legal y sociopolítica de carácter especial conformada por una o más comunidades indígenas, que, con un título de propiedad colectiva, gozan de las garantías de la propiedad privada y poseen su territorio. Estas comunidades tienen una organización autónoma amparada por el fuero indígena y su sistema normativo propio (Art. 21, Decreto Minagricultura 2164 de 1995).

- **Zonas de Reserva Campesina.**

Las áreas constituidas como Zonas de reserva campesina (ZRC) suman alrededor de 875.592 ha., por lo que representan menos del 1 % de la extensión territorial de Colombia. Entre 1996 y 2018 se han constituido siete ZRC en todo el país, las más antiguas datan de los años 1997-1999 y son las de Pato-Balsillas en el municipio de San Vicente del Caguán (Caquetá), Arenal-Morales en el departamento de Bolívar, y la ZRC Guaviare, que abarca parte de los municipios de Calamar, El Retorno y San José del Guaviare. Esta última es la de mayor extensión (463.600 ha).

En el año 2000 se constituyeron las ZRC de Cabrera (Cundinamarca), Perla Amazónica (Puerto Asís, Putumayo) y la del Valle del río Cimitarra que se ubica en la región del Magdalena medio entre los departamentos de Bolívar y Antioquia. La más reciente constitución de ZRC tuvo lugar el 16 de abril de 2018 en la región de los Montes de María entre las inmediaciones de los departamentos de Sucre y Bolívar, cuyo nombre es Montes de María 2 y cuenta tiene una extensión de 44.481 ha.

- **Paisaje Cultural Cafetero.**

Esta figura tiene una extensión total de 351.291 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.

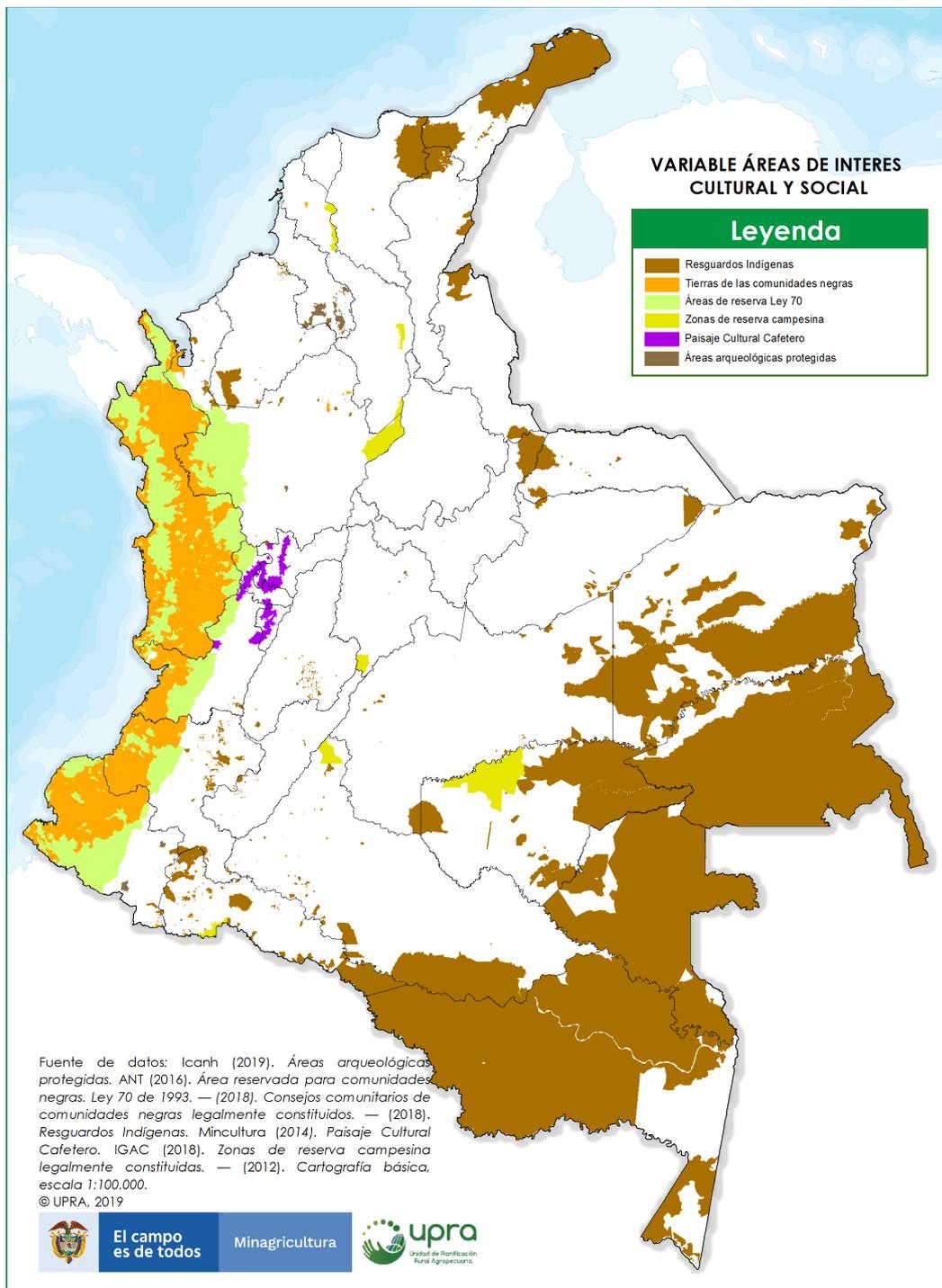
- **Áreas Arqueológicas Protegidas.**

Se identifican 16 áreas arqueológicas protegidas, que incluyen zonas directas e indirectas, así:

Áreas Arqueológicas Protegidas	Zona
Santa María de la Antigua del Darién	Directa
El Salado	Directa
Pueblito	Directa
La Lindosa	Raudal
	Pizarra
	Nuevo Tolima
	Los Túneles
	Los Alpes
	Limoncillo
	Campanilla
Las Salinas	Directa
	Área de influencia
Piedras Blancas	Directa

Áreas Arqueológicas Protegidas	Zona
Piedras del Tunjo	Directa
UPTC Tunja	Directa
Pupiales	Directa
	Área de influencia
Tequendama	Directa
La Mojana	Directa
El Abra	Directa
El Infiernito	Directa
Arboleda	Directa
	Área de influencia
Mogua	Directa
	Área de influencia
Valle alto del río Checua	Directa
	Área de influencia

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 constituidas.*
- Icanh. (2019). *Áreas Arqueológicas Protegidas.*
- IGAC. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000.* Bogotá: IGAC.
- Mincultura. (2014). *Paisaje Cultural Cafetero.*



El campo
es de todos

Minagricultura

