



UPRA



Zonificación de aptitud para el **cultivo de coco** en Colombia



Escala 1:100.000



Zonificación de aptitud para el
cultivo de coco (*Cocos nucifera* L.)
en Colombia a escala 1:100.000





Gustavo Francisco Petro Urrego
Presidente de la República de Colombia

**Ministerio de Agricultura y
Desarrollo Rural**

Martha Viviana Carvajalino Villegas
Ministra de Agricultura y Desarrollo Rural

**Unidad de Planificación de Tierras Rurales
Adecuación de Tierras y Usos Agropecuarios (UPRA)**

Juan Pablo Sandoval Castaño
Directora general

Juan Carlos López Gómez
Secretario general

Adriana Pérez Orozco
**Directora técnica de Ordenamiento
de la Propiedad y Mercado de Tierras**

Alexander Rodríguez Romero
**Director técnico de Uso Eficiente del
Suelo Rural y Adecuación de Tierras**

Julia Edith Espíndola García
**Jefe de la Oficina de Tecnologías de
la Información y las Comunicaciones (e)**

Ledys Patricia Lora Rodelo
Mónica Cortés Pulido
Osman Benjamín Vargas Roza
Sandra Milena Ruano Reyes
Asesores

Claudia Liliana Cortés
Alexánder Rodríguez Romero
Directores temáticos

Renato Baldovino Guevara
Sebastián Polo Carrera
Coordinación técnica

Alexander Rodríguez Romero
Renato Baldovino Guevara
Sebastián Polo Carrera
Jorge Alexander Pardo Mayorga
Édinson Chacón Pardo
Gabriel Eduardo Páramo Rocha
Claudia Patricia Acosta Latorre
Helmer Alexis Guzmán López
Luis Eduardo García Castellanos
Luisa María Lagos Riaño
Katherine Gómez Rodríguez
Ruth Natalia Becerra Vargas
Heidy Soledad Rodríguez Albarracín

Autores

Carlos Andrés Ruiz
Nancy Milena Alarcón
Edward Alejandro Moreno
Pablo Daniel Díaz
Katherine Alba Rodríguez

Análisis de información

Nancy Alarcón Fernández
Alejandro Moreno, Barrera
Carlos Ruiz Urueña
Yohana Urrego Díaz
Equipo Oficina TIC

Representación cartográfica

Jorge Alexánder Pardo Mayorga
Pedro David Porras Rodríguez
Carlos Alberto Novoa Barajas
Jeimy Paola Jiménez Sánchez
Compiladores

Johana Trujillo Moya
Coordinación del equipo de publicaciones

Corrección de estilo
Equipo de Publicaciones UPRA

Fabio Ernesto Mojica
Diseño y diagramación

Andrés Paz Duarte
Édgar Mauricio Carrillo
Fotografías / Banco de imágenes UPRA / www.freeipik.com

Este documento es propiedad intelectual de la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA). Solo se permite su reproducción parcial, cuando no se use con fines comerciales, citando este documento así: Rodríguez Romero, A., Baldovino Guevara, R., Polo Carrera, S., Pardo Mayorga, J. A., Chacón Pardo, É., Páramo Rocha, G. E., Acosta Latorre, C. P., Guzmán López, H. A., García Castellanos, L. E., Lagos Riaño, L. M., Gómez Rodríguez, K., Becerra Vargas, R. N., & Rodríguez Albarracín, H. S. (2025). *Zonificación de aptitud para el cultivo de coco* (Cocos nucifera L.) en Colombia a escala 1:100.000. UPRA. URL de ubicación del documento.

ISBN: 978-628-7697-71-3
UPRA© 2025





Resumen

Se presenta la memoria técnica de la zonificación de aptitud para el cultivo de coco (*Cocos nucifera* L.) en Colombia a 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 Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), orientados a direccionar la inversión del sector agropecuario.

El documento está dividido en cuatro secciones: en la primera, se muestran las generalidades, en términos de su importancia internacional y nacional; la segunda aborda el marco conceptual, basado en un enfoque multidisciplinario que toma en consideración los principios y fundamentos del esquema de evaluación de tierras, desde los criterios de carácter físico, socioecosistémico y socioeconómico; la tercera aborda la metodología, 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 presenta los resultados de la zonificación de aptitud, representados en el mapa de aptitud para el cultivo de coco, las estadísticas de orden nacional y departamental, las conclusiones y las fuentes de información bibliográfica utilizadas.

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 consultadas.

Se identificaron nueve criterios físicos, cuatro socioecosistémicos y ocho socioeconómicos que agrupan 66 variables a partir de los cuales se obtuvieron los mapas de aptitud para el cultivo de coco en Colombia a escala 1:100.000.

En el mapa se identificó que Colombia tiene 24.414.858 ha aptas para el cocotero, equivalente a 56,9 % de la frontera agrícola. De las áreas aptas, 32,6 ha corresponden a *aptitud alta* (A1), 19,6 a *aptitud media* (A2) y 47,7 a *aptitud baja* (A3).

Palabras clave: Cocotero, evaluación de tierras, criterios físicos, criterios socioecosistémicos, criterios socioeconómicos, análisis multicriterio, mapa de aptitud.

Contenido

Resumen	7
Índice de tablas	10
Índice de figuras	11
Lista de siglas y abreviaturas	12
Lista de símbolos	14
Glosario	15
Introducción	18
1. Generalidades	22
1.1. Contexto mundial y nacional	23
2. Marco conceptual	26
3. Marco metodológico	34
3.1. Definición del tipo de utilización de la tierra (TUT)	38
3.2. Criterios de análisis jerárquico	39
3.2.1. Criterios físicos	39
3.2.2. Criterios socioecosistémicos	43
3.2.3. Criterios socioeconómicos	47
3.3. Rangos de aptitud y exclusiones técnicas	54
3.3.1. Rangos de los criterios y variables del componente físico	55
3.3.2. Rangos de los criterios y variables del componente socioecosistémico	57
3.3.3. Rangos de los criterios y variables del componente socioeconómico	60
3.4. Frontera agrícola nacional (FAN)	63
3.5. Análisis multicriterio	66
3.5.1. Proceso analítico jerárquico	66
3.5.2. Matriz del proceso analítico jerárquico	67
3.6. Análisis espacial y modelo cartográfico	70
3.7. Proceso de socialización y validación de los mapas	73
3.7.1. Socialización y visitas de campo	73
3.7.2. Validación de rangos y mapas de aptitud	75

4. Resultados	78
5. Conclusiones	86
Referencias	88
Fichas metodológicas de criterios y variables	93



Índice de tablas

Tabla 1.	Producción y rendimiento de los principales departamentos productores de coco en Colombia (2023)	27
Tabla 2.	Exportaciones de coco y derivados de Colombia (2022)	28
Tabla 3.	Importación de coco y derivados (2022)	28
Tabla 4.	Principios de la evaluación de tierras	33
Tabla 5.	Definición de variables del subcomponente climático	40
Tabla 6.	Definición de criterios y variables del subcomponente edáfico	41
Tabla 7.	Definición de variables del subcomponente fitosanitario	43
Tabla 8.	Definición de criterios y variables del componente socioecosistémico	45
Tabla 9.	Definición de criterios y variables del componente socioeconómico	48
Tabla 10.	Categorías para la zonificación de aptitud de cultivos comerciales	54
Tabla 11.	Rangos de aptitud del subcomponente climático del cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.)	55
Tabla 12.	Rangos de aptitud del subcomponente edáfico del cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.)	55
Tabla 13.	Rangos de aptitud del subcomponente fitosanitario del cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.)	56
Tabla 14.	Rangos de aptitud definidos por el componente socioecosistémico para el cultivo de coco	58
Tabla 15.	Rangos de aptitud definidos por el componente socioeconómico para el cultivo de coco	61
Tabla 16.	Escala de preferencia o importancia dentro del proceso analítico jerárquico	67
Tabla 17.	Esquema de la matriz de comparación según criterio	67
Tabla 18.	Matriz de integración biofísica para la zonificación de aptitud del cultivo de coco	68
Tabla 19.	Matriz de integración socioeconómica para la zonificación de aptitud del cultivo de coco	69
Tabla 20.	Matriz de paso para el cruce de componentes para la zonificación de aptitud del cultivo de coco	69
Tabla 21.	Socializaciones y visitas a campo de la zonificación de aptitud para el cultivo de coco	73
Tabla 22.	Validación de mapas integrados para la zonificación de aptitud para el cultivo de coco	76
Tabla 23.	Áreas según categorías de aptitud para el cultivo de coco (escala 1:100.000)	79
Tabla 24.	Departamentos con aptitud total, aptitud alta (A1), aptitud media (A2) y aptitud baja (A3) para el cultivo de coco en Colombia (ha)	81
Tabla 25.	Municipios con mayor aptitud total para el cultivo de coco en Colombia	82
Tabla 26.	Municipios con mayor aptitud alta (A1), aptitud media (A2) y aptitud baja (A3) para el cultivo de coco en Colombia (ha)	83

Índice de figuras

Figura 1. Área sembrada, área cosechada y producción del cultivo de coco en Colombia (2019-2023)	25
Figura 2. Área sembrada, área cosechada y producción del cultivo de coco en Colombia, por departamentos (2019-2023)	26
Figura 3. Balanza comercial del coco en Colombia (2015-2019)	29
Figura 4. Cadena del coco en Colombia	29
Figura 5. Marco conceptual para la zonificación de cadenas productivas	31
Figura 6. Criterios de zonificación de aptitud	36
Figura 7. Esquema metodológico de la zonificación de aptitud del cultivo de coco	37
Figura 8. Criterios y variables del componente físico	39
Figura 9. Relación entre los atributos y criterios de estructura, función y dinámica para la interpretación socioecosistémica	44
Figura 10. Criterios y variables del componente socioecosistémico	44
Figura 11. Criterios y variables del componente socioeconómico	48
Figura 12. Mapa de restricciones legales	64
Figura 13. Mapa de condicionantes legales	65
Figura 14. Proceso de análisis de información espacial para la obtención del mapa de aptitud	70
Figura 15. Modelo cartográfico integral para la zonificación de aptitud del cultivo de coco	72
Figura 16. Estrategia de socialización y validación de la zonificación de aptitud	73
Figura 17. Mapa integrado de zonas aptas para el cultivo de coco en Colombia (escala 1:100.000)	80
Figura 18. Mapas intermedios de la zonificación de aptitud para el cultivo de coco en Colombia (escala 1:100.000)	84



Lista de siglas y abreviaturas

AC	áreas críticas para especies migratorias en agroecosistemas
ACES	area de concentración de especies sensibles en el territorio
Agrosavia	Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria
AHP	proceso analítico jerárquico (<i>Analytic Hierarchy Process</i>)
AICAS	áreas de importancia para la conservación de aves silvestres
APC	áreas prioritarias de conservación
CAR	Corporación Autónoma Regional y de Desarrollo Sostenible
CECN	conectividad estructural de las coberturas naturales
CIC	capacidad de intercambio catiónico
CONPES	Consejo Nacional de Políticas Económicas y Sociales
COP	Peso colombiano
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
DHR	disponibilidad hídrica real
DMI	distritos de manejo integrado
DNP	Departamento Nacional de Planeación
ETR	evapotranspiración real
FAG	Fondo Agropecuario de Garantías
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
FAOSTAT	base de datos estadísticos sobre alimentación, agricultura, pesca, silvicultura, gestión de recursos naturales y nutrición de la FAO
Finagro	Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario
FOB	libre a bordo.
IAvH	Instituto de Investigaciones Biológicas 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
ISRIC	International Soil Reference and Information Centre
IUA	índice de uso de agua
LEC	línea especial de crédito
MinAgricultura	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural
MinAmbiente	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

MinCultura	Ministerio de Cultura
MinEducación	Ministerio de Educación Nacional
MinHacienda	Ministerio de Hacienda y Crédito Público
MinSalud	Ministerio de Salud y de la Protección Social
MinTIC	Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones
MinTransporte	Ministerio de Transporte
m s. n. m.	metros sobre el nivel del mar
PET	población en edad de trabajar
pH	potencial de hidrógeno
PH	propiedad horizontal
PIB	producto interno bruto
PNN	Parques Nacionales Naturales de Colombia
PSI	porcentaje de sodio intercambiable
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
TUT	tipo de utilización de la tierra
UPRA	Unidad de Planificación Rural Agropecuaria
USDA	Departamento de Agricultura de los Estados Unidos
Zidres	zonas de interés de desarrollo rural, económico y social
ZRFN	zonas de reserva forestal nacional



Lista de símbolos

14

>	mayor que
<	menor que
≥	mayor o igual que
≤	menor o igual que
°C	grado Celsius
cm	centímetro
cmol	centimol (10^{-2} mol)
dS	decisiemens (10^{-1} S)
g	gramo
ha	hectárea
km	kilómetro
km ²	kilómetro cuadrado
l	litro
ln	logaritmo natural
m	metro
m ²	metro cuadrado
m ³	metro cúbico
mg	miligramo
mm	milímetro
Mm ³	millones de metros cúbicos
Mt	millones de toneladas
ppm	partes por millón
t	toneladas métricas



Glosario

Actividad agropecuaria: actividad productiva primaria de bienes económicos, basada en recursos naturales renovables que hace uso de la tierra con cultivos y especies animales, mediante la combinación del esfuerzo del hombre y la naturaleza, para favorecer la actividad biológica de plantas y animales incluyendo su reproducción, mejoramiento y/o crecimiento (<https://upra.gov.co/atenci%C3%B3n-al-ciudadano/glosario>).

Agricultura familiar: sistema social, económico y cultural sostenible, desarrollado por comunidades agrarias, bien sea campesinas, colonas, indígenas, afrodescendientes o de otra índole en sus respectivos territorios, en los que se realizan actividades agrícolas, pecuarias, silvícolas, acuícolas y pesqueras. El sistema está bajo la dirección y mano de obra predominantemente familiar o de una comunidad de familias rurales, con una relación de tenencia y tamaño de la tierra heterogénea, y su sistema de producción le permite, cubrir parcialmente necesidades de autoconsumo, y generar ingresos por su comercialización, de forma esporádica o constante, en búsqueda de condiciones estables de vida, aportando a la seguridad alimentaria (<https://upra.gov.co/atenci%C3%B3n-al-ciudadano/glosario>).

Álgebra de mapas: amplio conjunto de operadores o algoritmos que se ejecutan sobre una o varias capas ráster con el propósito de producir una nueva capa de salida. El uso de operadores lógicos o condicionales permite elaborar operadores complejos para implementar procesos de análisis de datos en estructuras de tipo ráster (Siraj et al., 2013).

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 la frontera agrícola (UPRA, 2017).

Buffer: área de influencia calculada a partir del borde externo de una entidad geográfica —tipo polígono o a partir de un eje tipo línea— para denotar un área de influencia.

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: capacidad que tiene un territorio, un productor o una empresa para producir bienes o servicios que compitan exitosamente en mercados globalizados, para generar crecimiento sostenido a largo plazo, y contribuir a mejorar los ingresos y la calidad de vida de sus habitantes, sin afectar el bienestar de las futuras generaciones (UPRA, 2014).

Componente: composición de varios elementos que se agrupan para dar significancia parcial a la aptitud. En la evaluación de tierras, están tipificados el componente físico, socioecosistémico y socioeconómico (UPRA, 2017).

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

Criterio: conjunto de requisitos, parámetros o variables que definen decisiones de aptitud de uso específico de un territorio rural (UPRA, 2017).

Cultivar: nombre genérico que se usa para referirse indistintamente a variedades, líneas, híbridos y clones que se estén utilizando como materiales comerciales para siembra (ICA, 2015).

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 (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, sociales y ambientales. 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)

Frontera agrícola: es el límite del suelo rural donde se permiten y promueven las actividades agropecuarias (agrícola, pecuaria, acuícola, pesquera y forestal) y reconoce aquellas áreas en las que, por consideraciones legales, políticas y técnicas, están restringidas. Adaptado de la Resolución 261 del 2018 (MinAgricultura, 2018)

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).

Integridad ecológica (IE): 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 (Ciontescu, 2012).

Isocronas: áreas que se encuentran a un igual tiempo de distancia de un punto, línea o zona de referencia, teniendo en cuenta los medios de transporte disponibles para llegar a los destinos.

Restricciones legales: zonas en las cuales, por mandato legal, no se permite el desarrollo de la actividad productiva.

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 los componentes físico, socioecosistémico y económico; sus principales características, 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: es la armonización espacial y/o temporal de diferentes usos del suelo en un área determinada, para garantizar el bienestar humano y ambiental de manera integral, minimizando los impactos con el fin de mantener en el largo plazo la sostenibilidad ambiental, económica y social para la formulación de política pública del territorio, mediante un proceso de ordenación general. En el marco del sector agropecuario, es el resultado de las intervenciones de los procesos de ordenamiento productivo agropecuario y el ordenamiento social de la propiedad rural (UPRA, 2014).

Zonificación: proceso que identifica y delimita las áreas con potencial para el establecimiento y desarrollo de una actividad agropecuaria determinada bajo un marco legal, normativo y técnico que las define y diferencia de otros usos posibles. Es una herramienta técnica para el desarrollo de iniciativas de inversión que permite orientar la formulación de políticas y la destinación de recursos públicos y privados del sector (UPRA, 2017).



Introducción

18

El Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 “Colombia potencia mundial de la vida”, Ley 274 de 2023, en el Título III, arts. 32, 36 y 61, resalta las funciones de la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA) en la protección del derecho humano a la alimentación de los habitantes del territorio nacional en las áreas de especial interés localizadas dentro de la frontera agrícola, en particular, en las incluidas en las Áreas de Protección para la Producción de Alimentos (APPA) declaradas por el MinAgricultura; en la estructuración de políticas sobre los distritos de adecuación de tierras; y la identificación de predios rurales idóneos, desde la dinámica del mercado de tierras, que puedan incluirse en la futura reforma rural integral.

La UPRA en cumplimiento de lo señalado en la Ley 1955 de 2019, las funciones del Decreto de creación de la Unidad 4145 de 2011, respecto al uso eficiente del suelo, la adecuación de tierras, el ordenamiento social de la propiedad, el mercado de tierras y el seguimiento y evaluación sobre las materias señaladas anteriormente, la Ley 1551 de 2012 en lo relacionado con la elaboración de planes de desarrollo y de ordenamiento territorial, la Ley 1776 de 2016 de zonas Zidres y la Resolución del MinAgricultura 299 de 2019, formuló y registró ante el Departamento Nacional de Planeación (DNP), el proyecto de inversión *Desarrollo de la planificación y gestión del territorio rural para usos agropecuarios en el ámbito nacional*. Dicho proyecto tiene como objetivo general: “Fortalecer la orientación de la política de planificación y la gestión del territorio para usos agropecuarios”.

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 art. 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.

Teniendo en cuenta que en el proyecto formulado y al cual se le asignaron recursos de inversión, para la vigencia 2020 del Presupuesto General de la Nación (PGN), se enmarca en los programas del nuevo catálogo de cuentas del Ministerio de Hacienda y Crédito Público (MinHacienda) y el Departamento Nacional de Planeación (DNP) y en la alineación del presupuesto orientado a resultados del programa de ordenamiento social y uso productivo del territorio rural, orientado a aquellas intervenciones para mejorar el acceso, uso y aprovechamiento adecuado de las tierras rurales, el cual tiene como elementos constitutivos del programa la planificación del ordenamiento productivo para el uso eficiente del suelo rural, el ordenamiento social de la propiedad rural, y el desarrollo y aplicación de lineamientos e instrumentos

para la regulación del mercado de tierras, la Dirección de Uso Eficiente del Suelo y Adecuación de Tierras de la UPRA planteó desarrollar estudios que tienen como propósito fundamental, generar instrumentos técnicos para la definición de políticas públicas a cargo del MinAgricultura y sus entidades adscritas y vinculadas.

En Colombia, el análisis de las problemáticas de las zonas rurales y la definición de alternativas de manejo espacial basadas en la integración de múltiples factores han sido limitados. Esto se debe a que el énfasis se ha centrado en los aspectos climáticos y edáficos, relegando 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.

De esta manera, la UPRA identificó la necesidad de proponer diferentes zonificaciones para los sectores agrícola, pecuario, forestal, acuícola y pesquero, abordadas desde un enfoque interdisciplinario. Esta propuesta parte de la premisa de que la zonificación, como instrumento de planificación para las áreas rurales, facilita la identificación de áreas geográficas que combinan características físicas, biológicas, humanas e institucionales aptas para un uso específico, que pueden ser interpretadas en términos de objetivos para la gestión territorial.

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 y Granados, 2009).

Desde el 2013, la UPRA ha realizado adaptaciones a la metodología de evaluación de tierras propuesta por la FAO y propuso como un primer instrumento, la evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios en el contexto nacional, metodología a escala 1:100.000 (UPRA y Universidad Nacional de Colombia, 2013), con base en el enfoque FAO en cuanto a su aplicación pero incorpora los aspectos socioeconómicos relacionados con la competitividad de las áreas, así como los de política y gobernabilidad.

La metodología está fundamentada en el análisis multicriterio, cuyos criterios y variables de los componentes físicos y socioecosistémicos se integran en una matriz denominada *biofísica* mientras que los aspectos socioeconómicos se estructuran en otra. Ambos criterios son ponderados de acuerdo con las características propias de cada cadena productiva, consolidando al final, una matriz de paso entre los dos mapas intermedios para obtener resultados de zonas aptas para un determinado uso.

En el marco de esta 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 otras actividades. Desde el año 2014, la UPRA ha venido realizando zonificaciones de aptitud que ya suman más de 70 cadenas productivas. Dentro de las agrícolas se encuentran cacao, palma de aceite, caucho natural, papa, maíz tecnificado de clima cálido, arroz seco mecanizado, aguacate Hass, mango, papaya del híbrido Tainung, fresa, piña MD-2, cebolla de bulbo, ají tabasco, pimentón, algodón, banano de exportación, caña de azúcar para la producción de panela, fríjol y plátano; además de 33 especies forestales maderables contempladas en el certificado de incentivo forestal (ICR), instrumento del MinAgricultura, al que se suma el caucho natural.

Las zonificaciones pecuarias en la UPRA iniciaron con la zonificación de aptitud para la avicultura en el 2016, seguida del mapa para el sector porcícola colombiano en el 2018, las zonificaciones de aptitud para la producción de carne y leche vacuna en pastoreo y la identificación de zonas potenciales para el establecimiento de ocho grupos de gramíneas para el pastoreo.

En el 2020 también se inició con la definición de zonas aptas para la producción de búfalos y de ovinos en pastoreo en Colombia, y en el 2021 se realizó la zonificación de caprinos también en pastoreo. En este mismo año la UPRA tomó como base el trabajo en acuicultura realizado en el 2016 con la participación de la Aunap, dando inicio al proceso de actualización metodológica de la zonificación de aptitud para acuicultura y pesca; a partir del 2023 se incorpora la zonificación de aptitud para plátano de los cultivares hartón y dominico hartón; yuca; frijol y caupí; apicultura y la actualización de 20 especies forestales maderables en Colombia a escala 1:100.000.

20

Dentro de los objetivos específicos de la presente zonificación, se encuentran:

- Elaborar los lineamientos técnicos y metodológicos para el cultivo de coco (*Cocos nucifera* L.) en Colombia, escala 1:100.000, mediante la definición de criterios y variables que incidan en la delimitación de áreas con aptitud; definir los procesos de integración de los distintos criterios para la zonificación, así como la identificar y estandarizar la información geográfica disponible en bases de datos asociadas.
- Elaborar, con base en la metodología, la propuesta del mapa de zonas aptas para el cultivo de coco (*Cocos nucifera* L.) en Colombia a escala 1:100.000.

El mapa de zonificación de aptitud para el cultivo del coco en Colombia a escala 1:100.000, fortalece el desarrollo de políticas para el sector agrícola, ya que contribuye a la consolidación de posibles núcleos de desarrollo y a la orientación de inversiones a escala nacional o regional. Así mismo, se constituye en una herramienta para la planificación rural agropecuaria y el ordenamiento territorial.

Es una herramienta de carácter indicativo que considera la totalidad del territorio colombiano; identifica posibles núcleos productivos; y señala áreas de referencia para la planificación y la gestión del suelo rural agropecuario. Por tal razón, no es un instrumento de regulación o de reglamentación de uso del suelo; y tampoco aplica para la toma de decisiones que impacten aspectos económicos, instrumentos financieros y crediticios, o de planificación a nivel predial.

El mapa de zonificación de aptitud para el cultivo de coco 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 permanentemente la zonificación de acuerdo con la naturaleza de los criterios, por lo menos cada cinco años, mediante un proceso sistemático que facilite esta labor.

La memoria técnica se encuentra dividida en cuatro partes: en la primera se desarrolla un contexto general del tema, que incluye la importancia económica de la producción de coco en su contexto mundial y nacional. 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 incluyendo los criterios usados en los tres

componentes, su evaluación y ponderación para la obtención de los mapas de zonificación de aptitud, así como las técnicas de análisis utilizadas. Por último, en la cuarta parte, se presentan los resultados obtenidos en la identificación de las áreas aptas para el cultivo de coco (*Cocos nucifera* L.), las conclusiones y la bibliografía.

Como anexo, se presenta las fichas metodológicas de los criterios y las variables que se utilizaron en la zonificación; cada ficha contiene las definiciones, la importancia, los límites de la evaluación, la metodología utilizada, los rangos para asignar valores de aptitud, la cartografía y las fuentes de información utilizadas como insumo para su obtención.



1. Generalidades





Se considera que el cocotero es originario de la región del océano Indo-Pacífico (García y Guerrero, 2003); de allí se extendió desde las islas Seychelles al oeste, hasta las islas Espóradas ecuatoriales, al este (Harries, 1978). Se cree que su centro de domesticación fue la región entre Asia Suroriental y Australasia (Malesia) (Harries, 1990, citado por Limones y Fernández, 2016).

El coco (*Cocos nucifera* L.) se clasifica en la clase: *Monocotyledoneae*; orden: *Palmales*; familia: *Palmae*; subfamilia: *Cocowsideae*; género: *Cocos* y especie: *Cocos nucifera*.

La planta tiene raíz fasciculada, con raíces primarias encargadas del anclaje y de la absorción del agua, mientras que las secundarias y terciarias absorben los nutrientes (Cintra y Aragao, 2007). El tronco es un estípite no ramificado, con un grupo de hojas en su extremo superior, que protegen la yema terminal de la planta; el tronco no posee tejido meristemático por lo que no engruesa (Passos, 2010).

La hoja del cocotero es de tipo pinnada con hasta seis metros de largo y circunda casi totalmente al tronco; luego sigue el raquis, donde se fijan de 200 a 300 foliolos; las inflorescencias son en panícula, axilares y protegidas por una bráctea denominada espada la cual se desarrolla en 3 a 4 meses, y después de ello se liberan las espigas; cada espiga posee flores masculinas en los dos tercios terminales y flores femeninas en el tercio basal. Para el caso de los cocoteros gigantes de polinización cruzada, las flores masculinas se abren antes de que las femeninas se encuentren receptivas (Lizano, 2006).

El fruto es una drupa formada por una epidermis lisa, un mesocarpo espeso (estopa) del cual se extrae la fibra; en su interior se encuentra el endocarpo (testa, hueso o concha), luego se encuentra el albumen sólido (copra) de color blanco, parte comestible del coco y, por último, el albumen líquido conocido como el *agua de coco*.

El cultivo debe realizarse en terrenos con baja pendiente que faciliten las diferentes labores; en pendientes elevadas presentan inconvenientes cuando se presentan vientos fuertes. Los suelos deben ser profundos, de texturas livianas evitando las muy arcillosas; los suelos deben ser bien drenados, aunque tolera inundaciones cortas de aguas salinas y nivel freático cercano a 1 metro, pero no soporta encharcamientos largos. La especie soporta moderada alcalinidad y presenta tolerancia a la salinidad y a altos índices de sodio (Lizano, 2006).

1.1. Contexto mundial y nacional

Para el 2022, la producción mundial de coco llegó a 60 millones de toneladas (Mt), en un área cosechada de 11 millones de ha; en los últimos años, estas cifras se han mantenido relativamente estables en todas las regiones. Países como Indonesia, Filipinas e India lideran la producción con 17,2; 14,9 y 13,1 Mt, con el 73 % de la participación mundial; entre tanto, con producciones entre 1 a 3 Mt se encuentran Brasil, Sri

Lanka, Vietnam, Nueva Guinea, Myanmar y México que representan un 17 % de la producción mundial; el 10 % restante lo conforman otros 77 países, de los cuales Colombia ocupa el puesto 22 (Faostat, 2024)

La mayor área cosechada la reportó Filipinas con 3,6 millones de ha, seguido por Indonesia e India con 2,8 y 2,1 millones; no obstante, los principales países tuvieron bajos rendimientos, en algunos casos, por la edad avanzada de las plantaciones (Medaglia, 2020).

La demanda mundial de coco satisface principalmente el mercado interno de cada país en diversos productos como fibras, aceites, derivados comestibles y el fruto en fresco y deshidratado. De acuerdo con FAO, para el 2022 las exportaciones mundiales de fruta fresca y coco seco fueron de 2,1 Mt, con un 75 % de coco fresco, incluyendo partidas arancelarias de coco con cáscara y sin ella (Faostat, 2024). Por otro lado, las exportaciones de aceite de coco en bruto alcanzaron 1,3 Mt (TradeMap, 2024). El comportamiento de las exportaciones de coco fresco y coco seco entre 2018 y 2022 fue positivo, pasando de 1,1 Mt a 1,6 Mt, y de 0,3 Mt a 0,5 Mt, respectivamente (Faostat, 2024).

Para el 2022 la exportación de coco en fresco la encabezó Indonesia con 41,7 % del total mundial, seguido de Tailandia con 35,5 %, Vietnam con 7,0 % e India con 4,4 %. En cuanto a coco seco, Filipinas participó con 33,0 %, seguido de Indonesia con 21,2 %, Sri Lanka con 8,4 % y Singapur con 6,5 % (Faostat, 2024). El aceite de coco en bruto tuvo como principal exportador a Filipinas con 64,1 %, seguido de Indonesia con 25,2 % y Nueva Guinea con 3,2 %.

Respecto a las importaciones para el 2022, los principales países compradores de coco fresco fueron China con 1,1 Mt, seguido de Malasia con 0,3 Mt y Tailandia 0,1 Mt; en cuando a coco seco las cifras son mucho menores, encabezando el listado Estados Unidos con 54.000 t compradas, seguido de Países Bajos con 37.000 t y Singapur con 32.000 t. Respecto al aceite de coco en bruto, los principales importadores fueron los Países Bajos, Malasia y Estados Unidos con 0,4 Mt, 0,3 Mt y 0,2 Mt, respectivamente.

El cultivo de *Cocos nucifera* tiene una connotación cultural y ancestral en las comunidades afrodescendientes del Pacífico colombiano, desde la época colonial y también guarda una característica muy tradicional en la costa Caribe. En Colombia se distribuye desde el nivel del mar hasta 400 m s. n. m., es decir, en clima cálido y en su mayoría se ubica al borde de las playas y de los ecosistemas hídricos costeros, aunque también existen plantaciones o huertos en zonas no costeras como Meta, Santander, Córdoba y Sucre.

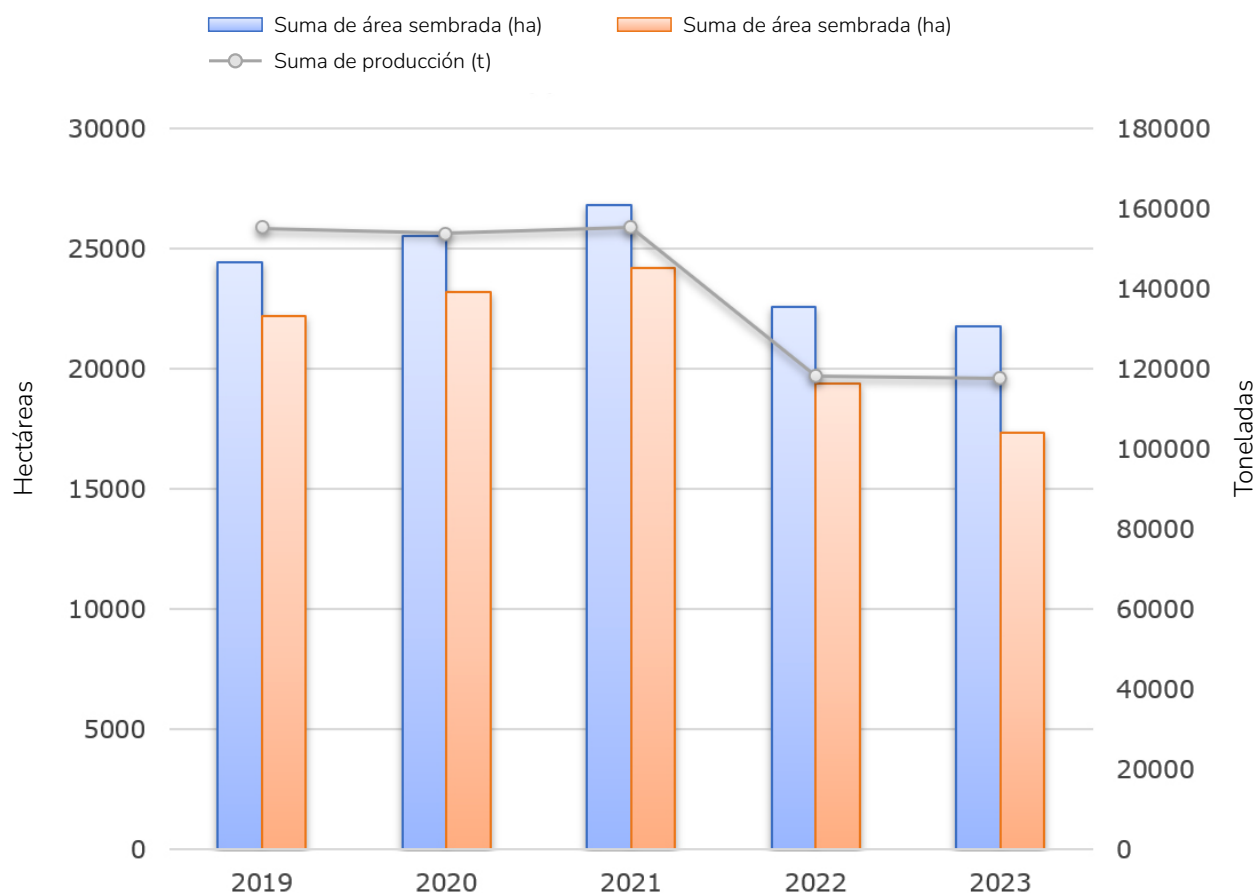
Actualmente, la mayor producción de coco se encuentra en Córdoba, seguido por Cauca, Nariño, Chocó, Antioquia, Sucre y Valle del Cauca, e incluso el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina; el coco está estrechamente relacionado con la culinaria y gastronomía del Pacífico y del Caribe colombiano, en la preparación de platos típicos; el cultivo de coco hace parte de la seguridad alimentaria de las familias que lo cultivan, así como de su soporte económico básico.

El cocotero se presenta principalmente en un contexto de agricultura comunitaria, pues parte del área cultivada pertenece a figuras de territorios colectivos y comunitarios. Su uso incluye industrias de alimentos, cosmética, farmacéutica, agrícola, en la construcción, en jardinería y como artesanía, con hasta 330 posibles usos (Usaid, 2015).



La figura 1 muestra el comportamiento del área sembrada, área cosechada y la producción en el periodo de 2019 a 2023. Se presentó una reducción de las cifras pasando de 26.835 ha en 2021, a 21.750 en 2023; así mismo, una reducción de las áreas cosechadas pasando de 24.208 a 17.328 ha, que redujo la producción en 19 % en 2023 respecto al 2021 (UPRA, 2023). Tal comportamiento se puede atribuir en parte al reporte de afectación en el 95 % de los cultivos del departamento de Nariño por el complejo Anillo Rojo-Gualpa o Picudo Negro Americano (PDET Nariño, 2023).

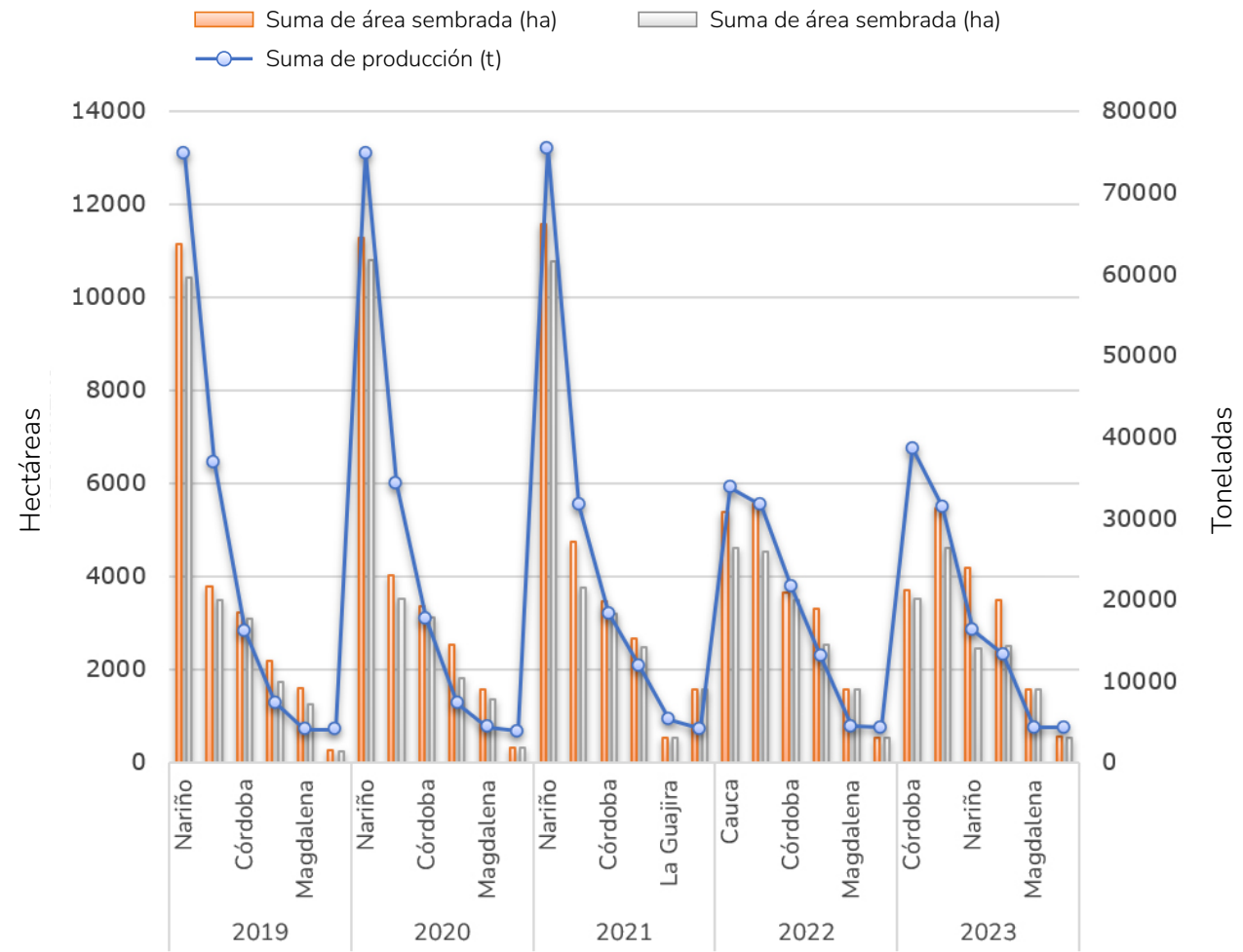
Figura 1. Área sembrada, área cosechada y producción del cultivo de coco en Colombia (2019-2023)



Fuente: UPRA (2023).

La figura 2 muestra el comportamiento del área sembrada, área cosechada y la producción por departamentos, observando como hecho relevante que Nariño pasó de ser el primer productor de coco del país a ser el tercero en todos los aspectos, con una reducción de las cifras, pasando de 74.855 a 16.269 t en el periodo analizado. El primer productor del coco del país es Córdoba, seguido del Cauca, a corte del 2023.

Figura 2. Área sembrada, área cosechada y producción del cultivo de coco en Colombia, por departamentos (2019-2023)



Fuente: UPRA (2023).

La tabla 1, muestra los departamentos que reportaron área sembrada en coco en el 2023, destacando a Córdoba, Cauca, Nariño, Chocó y Magdalena como los líderes (UPRA, 2023). Igualmente, los departamentos ubicados en la costa Caribe han reportado rendimientos excepcionales, llegando hasta 12 t/ha (Atlántico), mientras que el promedio mundial se ubica en rendimientos de 5 t/ha/año; no obstante, estos valores pueden verse fuertemente afectados por problemas fitosanitarios y la avanzada edad de los cultivos (Usaid, 2015).



Tabla 1. Producción y rendimiento de los principales departamentos productores de coco en Colombia (2023)

Departamento	Producción (t)	Participación (%)	Rendimiento (t/ha/año)
Córdoba	38.609,5	32,8 %	8,9
Cauca	31.484,4	26,8 %	5,5
Nariño	16.269,7	13,8 %	6,2
Chocó	13.321,0	11,3 %	6,9
Magdalena	4.369,7	3,7 %	4,1
La Guajira	4.316,0	3,7 %	7,0
Antioquia	3.525,3	3,0 %	3,4
Sucre	2.797,6	2,4 %	6,0
Bolívar	2.289,8	1,9 %	7,2
Valle del Cauca	258,0	0,2 %	2,0
Santander	252,8	0,2 %	2,6
San Andrés, Providencia y Santa Catalina	160,0	0,1 %	10,0
Atlántico	24,0	0,0 %	12,0
Cundinamarca	0,2	0,0 %	1,0

Fuente: UPRA (2023).

Para el 2023, los cuatro principales departamentos productores de coco del país fueron Córdoba, con una participación del 32,8 %, seguido de Cauca con 26,8 %, y Nariño y Chocó con 13,8 % y 11,3 %, del total nacional. En cuanto a los municipios más productores se destacan a Timbiquí (Cauca) con 22,1 %, seguido de San Andrés de Tumaco con 13,1 % (Cauca), Moñitos (Córdoba) con 6,1 %, Santa Bárbara (Iscuandé) y Francisco Pizarro (Sala Honda) en Nariño, con 5,4 % y 3,6 %, así como Bajo Baudó (Pizarro) en Chocó con 3,7 % del total nacional (UPRA, 2023).

En relación con el comercio internacional, las exportaciones de coco desde Colombia para el 2022 se muestran en la tabla 2, reportándose la mayor cantidad y valor en la partida arancelaria de fibras de coco, seguida por cocos secos, torta de coco y aceites de coco. Tales ventas representaron un valor FOB de 526.981 dólares estadounidenses. Los cinco primeros países de destino fueron España con 51,3 %, Aruba con 25,0 %, México con 10,7 %, Salvador con 4,1 % y Curazao con 4,1 % (Legiscomex, 2024).

Tabla 2. Exportaciones de coco y derivados de Colombia (2022)

Código arancel	Partida arancelaria	Cantidad (kg)	Valor FOB (dólares)
801111000	Cocos secos, para la siembra.	36.678,0	24.365,0
801119000	Los demás cocos secos.	187.554,1	141.445,2
1513110000	Aceite de coco (de copra), en bruto.	5,0	262,5
1513190000	Los demás aceites de coco (de copra) y sus fracciones incluso refinados, pero sin modificar químicamente.	135,5	3.555,4
2306500000	Tortas de coco o de copra.	20.000,0	5.238,1
5305009000	Coco, ramio y demás fibras textiles vegetales no expresadas ni comprendidas en otra parte, en bruto o trabajadas, pero sin hilar; estopas y desperdicios de estas fibras (incluidos los desperdicios de hilados y las hilachas)	309.884,1	352.114,5

Fuente: Legiscomex (2024).

En cuanto a importaciones, en el 2022 Colombia compró 10,7 millones de dólares estadounidenses en coco y derivados, compras lideradas por coco seco, seguido de fibras de coco y aceite de coco en bruto (tabla 3). Los dos principales países de procedencia fueron China y Filipinas con 34,7 % y 29,9 %, seguidos por Estados Unidos, Vietnam y México con 13,3 %, 5,1 % y 4,6 %, respectivamente (Legiscomex, 2024).

Tabla 3. Importación de coco y derivados (2022)

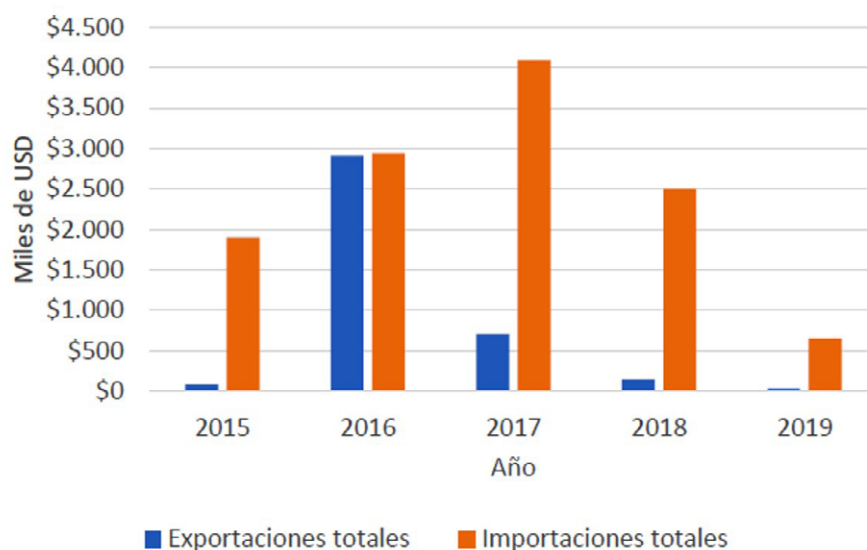
Código arancel	Partida arancelaria	Cantidad (kg)	Valor FOB (dólares)
801119000	Los demás cocos secos.	1.532.527,03	3.973.487,06
1513110000	Aceite de coco (de copra), en bruto.	446.577,42	2.173.547,96
1513190000	Los demás aceites de coco (de copra) y sus fracciones incluso refinados, pero sin modificar químicamente.	119.058,27	692.257,91
2306500000	Tortas de coco o de copra.	15.351,98	12.816,32
5305009000	Coco, ramio y demás fibras textiles vegetales no expresadas ni comprendidas en otra parte, en bruto o trabajadas, pero sin hilar; estopas y desperdicios de estas fibras (incluidos los desperdicios de hilados y las hilachas)	1.398.116,40	3.711.932,94
5702200000	Revestimientos para el suelo de fibras de coco.	7.426,24	91.681,92

Fuente: Legiscomex (2024).

Teniendo en cuenta los resultados del valor de las importaciones y exportaciones, Colombia presenta una balanza negativa para el coco en sus diferentes partidas arancelarias (figura 3).



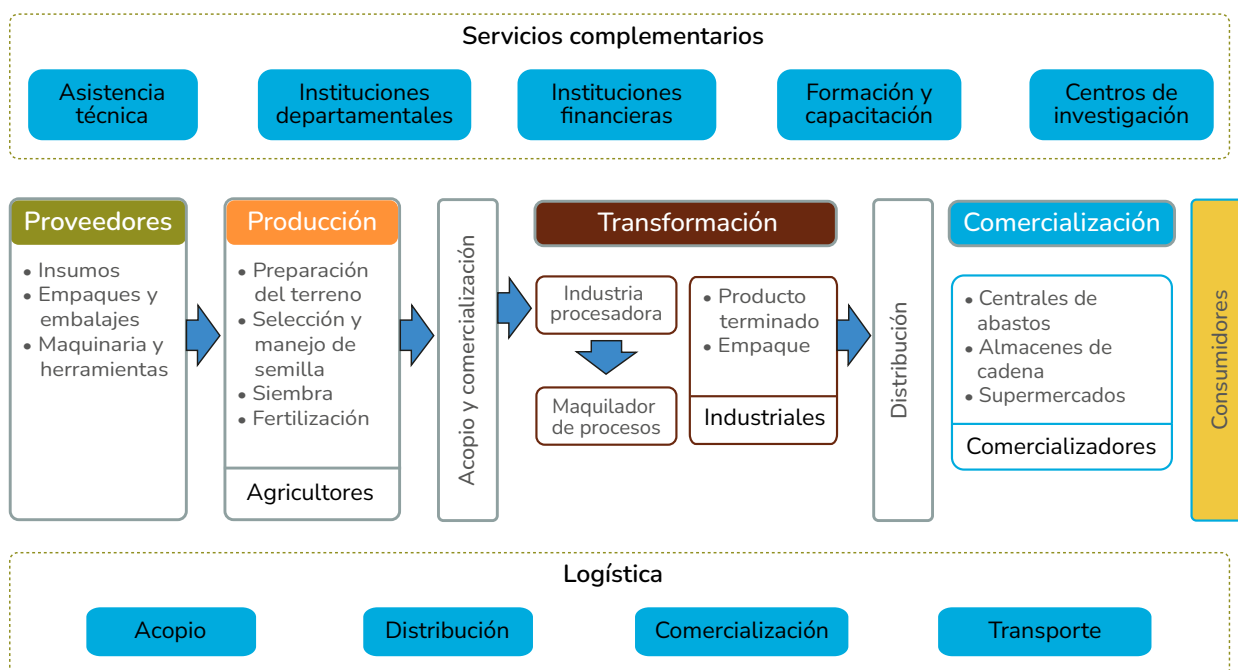
Figura 3. Balanza comercial del coco en Colombia (2015-2019)



Fuente: MinAgricultura (2019).

La cadena de coco en Colombia está constituida por proveedores, productores acopiadores y comercializadores en fresco, transformadores, canales de distribución y comercializadoras de los procesados, apoyados por unos servicios complementarios como asistencia técnica, instituciones del orden de departamental, entidades financieras, instituciones de formación y capacitación y centros de investigación; por último, una logística de acopio de distribución, comercialización y transporte (figura 4).

Figura 4. Cadena del coco en Colombia



Fuente: MinAgricultura (2019).

A close-up photograph of several long, slender palm fronds. The fronds are a vibrant green color, with some showing signs of aging or damage, such as yellowing and small brown spots. Sunlight filters through the fronds, creating a pattern of light and shadow. The background is slightly blurred, showing more of the same fronds.

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 planificar efectivamente el uso del suelo con fines productivos, los gobiernos y las entidades encargadas de la planificación rural agropecuaria requieren información sobre la capacidad de la tierra para apoyar sus diversos usos (Harms et al., 2015), en razón a que este sector representa uno de los más importantes para el bienestar humano. Esto se debe a que aumentan los ingresos y mejora la condición social de los productores, de acuerdo con la distribución y calidad de los recursos disponibles.

El modelo conceptual de la zonificación de aptitud adoptado por la UPRA parte de un enfoque multidisciplinario que considera para su aplicación los principios y fundamentos del esquema de evaluación de tierras en cuanto a la definición y evaluación de la aptitud. A esto se suma la integración de los componentes biofísico y socioeconómico. Estos no solo enmarcan las características particulares de un tipo de utilización de la tierra desde el punto de vista de la productividad —a partir de los criterios edafoclimáticos que considera el esquema de la FAO—, sino que también se fortalece con la incorporación de criterios de competitividad y sostenibilidad, mediante la evaluación de los criterios que involucran los componentes adicionados (figura 5).

Figura 5. Marco conceptual para la zonificación de cadenas productivas



Fuente: UPRA (2014).

La zonificación del cultivo de coco (*Cocos nucifera* L.) en Colombia, se orienta a identificar y delimitar las áreas con aptitud para la producción de este cultivo, como base para el desarrollo técnico, ambiental y competitivo de esta actividad productiva, así como a contribuir en la formulación de lineamientos de ordenamiento territorial y de uso eficiente del suelo rural que permitan la orientación de la inversión pública y privada.

Para la integración de los componentes, la zonificación utiliza un proceso analítico jerárquico como técnica de análisis multicriterio (*Analytic Hierarchy Process* [AHP]), el cual permite generar las alternativas de decisión más adecuadas para el uso del suelo. Este proceso incluye la participación de diversos actores dentro del proceso de planificación, quienes asignan una calificación a partir de criterios y después lo llevan a un programa estadístico (*PriEst*) donde se le asignan pesos a cada criterio.

Dentro del proceso metodológico que implica la integración de los mapas, la UPRA utiliza una primera matriz AHP para integrar los componentes físico y socioecosistémico denominada *integrado biofísico*; y otra que agrupa los criterios socioeconómicos en un solo mapa, denominada *integrado socioeconómico*. Posterior a ello, se genera un árbol de decisión mediante una matriz de paso para obtener cada mapa final de la zonificación de aptitud.

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

A pesar de que la metodología 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. Las adaptaciones que han surgido en los últimos años ofrecen una alternativa de aplicación frente a nuevos retos agroambientales.

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

Desde el componente físico, es importante por medio del análisis de sus elementos en un espacio territorial que se pueda determinar en primera instancia la aptitud o no de un territorio para soportar un tipo de producción definido. De acuerdo con los estudios agronómicos realizados para el cultivo de coco, se han precisado algunas características que identifican criterios y variables para su aplicación, los cuales están agrupados en tres subcomponentes: climático, edáfico y fitosanitario.

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



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

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

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

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

A continuación, se sintetizan algunos de los lineamientos que Rossiter (2009), plantea contemplar en una evaluación de tierras y que representan el enfoque dado en la zonificación de aptitud de las cadenas productivas (tabla 4).

Tabla 4. Principios de la evaluación de tierras

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

Fuente: Rossiter (2009).

3. Marco metodológico





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

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

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

La evaluación multicriterio es un método que se ha diseñado para cubrir un objetivo específico cuando se requiere evaluar varios criterios. Un criterio se considera 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, mientras que una restricción es un criterio que limita dichas alternativas (Eastman et al., 1995).

Dentro de la evaluación multicriterio una de las técnicas más sencillas y más frecuentemente aplicada es la suma lineal ponderada. El objeto principal de la evaluación multicriterio es proporcionar 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 se determina si existe o no la restricción o no, lo cual admite dos calificaciones: si o no. Por otra parte, en el caso de factores, se utiliza generalmente la suma lineal ponderada en la que los factores son combinados aplicando un peso a cada uno seguido por una sumatoria de los resultados para así obtener el mapa de aptitud (Eastman et al., 1995).

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

Un *criterio* es el atributo complejo (conjunto de variables) que describe las cualidades de la tierra y 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 se utilizan como un medio para describir las cualidades de la tierra o el criterio.

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

De análisis jerárquico: factores para los cuales se definen los niveles de aptitud, en donde un factor es un criterio que mejora o reduce la aptitud del cultivo de coco en Colombia.

De exclusión técnica: zonas en las cuales, por condiciones técnicas de tipo físico o socioecosistémico, no es factible el cultivo de coco.

De restricción legal: independientemente de la categoría de aptitud por consideraciones sociales, culturales, ambientales o de bioseguridad, no es posible el desarrollo de la actividad productiva.

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

En la figura 6 se muestra el tipo de criterios que se abordaron en el desarrollo de la zonificación y la manera cómo interactúan entre sí.

Figura 6. Criterios de zonificación de aptitud

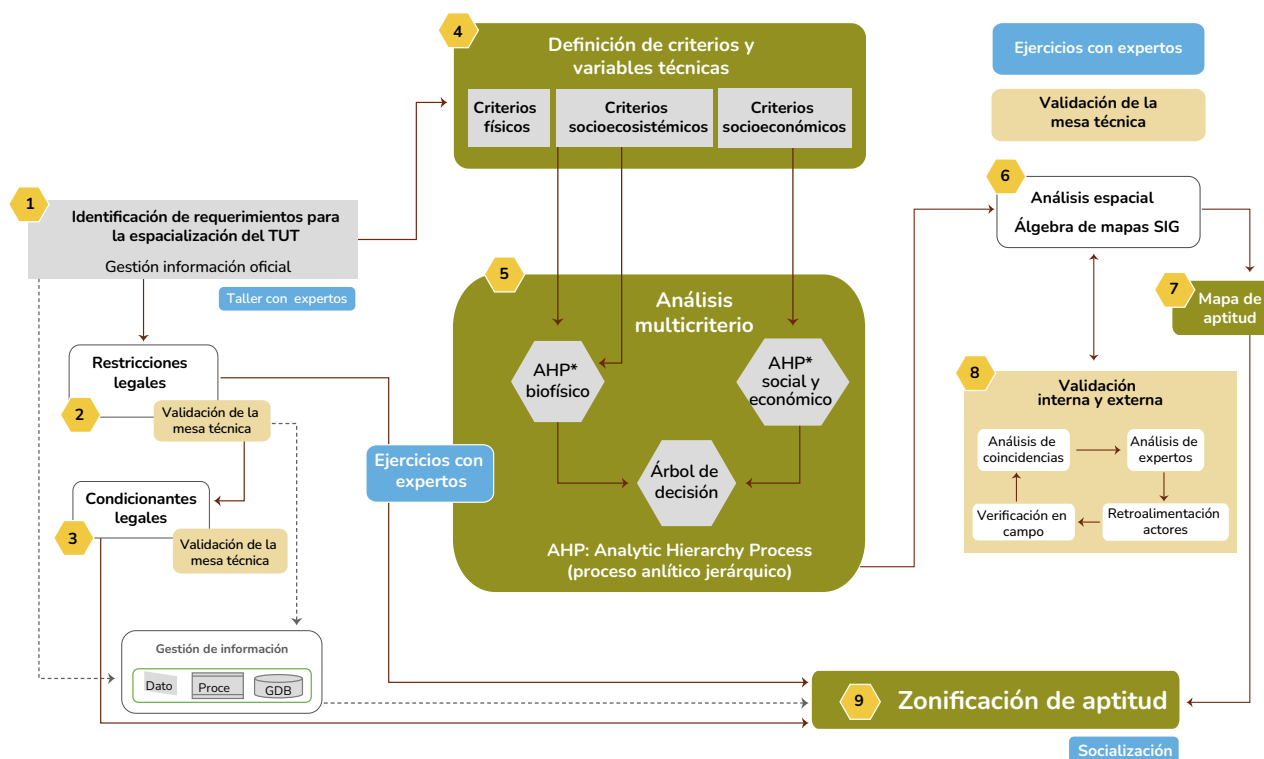


Fuente: UPRA (2019).



A continuación, se presentan los pasos que conforman el esquema metodológico de la zonificación de aptitud (figura 7).

Figura 7. Esquema metodológico de la zonificación de aptitud del cultivo de coco



Fuente: UPRA (2019).

Durante todo el proceso se contó con el acompañamiento y las discusiones con el sector productivo del coco y diferentes profesionales en la materia, quienes aportaron conocimiento y experiencia en la definición de los criterios y variables, y su importancia dentro de la zonificación de aptitud.

Seguidamente, se definen cada una de las etapas que conforman la metodología de las zonificaciones de aptitud.

- **Definición del tipo de utilización de la tierra (TUT):** en esta fase se definió el tipo de uso de la tierra objeto de la zonificación con base en los requerimientos físicos, socioecosistémicos y socioeconómicos. Así mismo, se determinaron los criterios y las variables objeto de la cartografía.
- **Identificación de restricciones legales:** con base en la normativa vigente asociada, principalmente al componente socioecosistémico, se establecieron las figuras que excluyeron la actividad productora.
- **Identificación de condicionantes legales:** con base en la normativa vigente asociada, principalmente al componente socioecosistémico, se establecieron las figuras que condicionaron la actividad productora.

- **Definición y selección de criterios y variables técnicas:** según el TUT planteado, se seleccionaron los criterios y variables para realizar la zonificación, listado concertado con los expertos. Un criterio es el conjunto de requisitos y parámetros que definen decisiones de aptitud de uso específico de un territorio rural.
- **Análisis multicriterio:** es el 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 correspondió al componente biofísico, compuesto de criterios físicos y socioecosistémicos; la segunda matriz, al componente socioeconómico. Una vez ponderados los criterios de cada matriz, se compararon a través de una matriz de paso (árbol de decisión).
- **Análisis espacial:** simultáneo a las actividades mencionadas, los análisis espaciales formaron parte de las fases, desde la consecución/organización de la información y la normalización/estandarización de los datos, hasta la obtención de los mapas de variables y criterios. Además, se aplicó el método jerárquico para la generación de mapas intermedios y la aptitud para el cultivo de coco en Colombia.
- **Mapa de aptitud:** es el resultado de la aplicación de la metodología propuesta. De este modo, se presentaron no sólo las zonas aptas y no aptas para el cultivo de coco en Colombia, sino también los resultados en el orden nacional, departamental y municipal.
- **Validación de resultados:** se socializaron los resultados de las zonas aptas y no aptas para el cultivo de coco en el orden nacional, departamental y municipal; luego, se validaron dichos resultados.
- **Resultados:** se obtuvo la representación cartográfica de las zonas aptas y no aptas para el cultivo de coco, con las 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 (TUT), es un conjunto de especificaciones técnicas de manejo y producción dentro de un marco social, económico, ambiental y cultural específico tales como el 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).

El TUT se define también como una descripción a un nivel apropiado de detalle del uso de la tierra e incluye las características del sistema de producción, los contextos socioeconómico y ecológico, entre otros, que le confieren rasgos diferenciadores al cultivo de coco y 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 (TUT) evaluado en el presente documento corresponde a: “Cultivo de coco (*Cocos nucifera* L.) para el mercado nacional”.



Para obtener el TUT para el cultivo de coco se consideraron los tres componentes: físico, socioecosistémico y socioeconómico, con los criterios y variables para cada uno de ellos.

3.2. Criterios de análisis jerárquico

A continuación, se presentan los criterios y variables de los componentes físico, socioecosistémico y socioeconómico que generan la aptitud para el cultivo de coco a escala 1:100.000 en Colombia; dicha información se encuentra en las fichas metodológicas de criterios y variables de análisis jerárquico que contienen información relacionada con la definición, importancia, rangos de evaluación, limitantes, metodología utilizada para su procesamiento, representación cartográfica y las fuentes de información. Estas fichas se encuentran en el anexo del presente documento.

39

3.2.1. Criterios físicos

Los criterios físicos del territorio consideran los elementos del clima, que, junto con las características de los suelos, la geomorfología de una zona y las condiciones fitosanitarias propias del cultivo interactúan dentro de unos rangos para definir el grado de aptitud de área a cultivar. Para el cultivo de coco se definieron 9 criterios y 25 variables. En la figura 8 se presentan los criterios del componente físico y las variables que los componen.

Figura 8. Criterios y variables del componente físico



Fuente: elaboración propia.

Subcomponente climático: para la zonificación de aptitud, según los estudios agroclimáticos realizados para el cultivo de coco (*Cocos nucifera* L.) en Colombia, se precisan los elementos del clima que tienen mayor incidencia en las fases de desarrollo, tales como la temperatura, el balance de humedad y el brillo solar (tabla 5).el número de meses secos consecutivos y el brillo solar (tabla 5).

Tabla 5. Definición de variables del subcomponente climático

Criterio	Variables
Condiciones climáticas: 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)	<i>Temperatura media anual:</i> Medida del estado térmico del aire con respecto a su habilidad de transmitir calor a su alrededor; depende principalmente de la latitud y de la altitud, y se toma generalmente como un índice de balance calórico, expresado en grados centígrados (Ideam, 2017)centígrados (Ideam, 2017)
	<i>Índice de disponibilidad de humedad para el cultivo (IDHC):</i> Relación mensual entre la precipitación y la evapotranspiración actual del cultivo (Campos, 2005).).
	<i>Brillo solar medio diario anual:</i> La cantidad de horas en la que los rayos del sol llegan directamente sobre la superficie terrestre, se denomina brillo solar o insolación (Ideam, 2017).

Fuente: elaboración propia.

Subcomponente edáfico: como cuerpo natural y complejo, el suelo tiene vital importancia en el desarrollo de los cultivos ya que la supervivencia de las especies vegetales depende de las características de éste. El cultivo de coco requiere condiciones óptimas para su siembra, establecimiento, desarrollo y producción, donde las principales cualidades están referidas a la Toxicidad por sales, sodio y aluminio; la Disponibilidad de nutrientes; la Capacidad de laboreo; las Condiciones de enraizamiento; y la Disponibilidad de oxígeno (tabla 6).





Tabla 6. Definición de criterios y variables del subcomponente edáfico

Criterio	Variables
<p>Toxicidad por sales, sodio y aluminio:</p> <p>La fitotoxicidad es la capacidad de un elemento o compuesto para causar daños temporales o de larga duración a las plantas. El daño puede ser general o limitado a determinadas especies o variedades de plantas (FAO y OMS, 2017).</p>	<p>Salinidad y sodicidad: contenido alto de sales solubles y sodio intercambiable en el suelo. 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 de los cultivos.</p> <p>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>Saturación de aluminio: es la proporción de Al+++ en el complejo de cambio y en la solución del suelo. La acidez intercambiable 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>Disponibilidad de nutrientes:</p> <p>Cualidad de un suelo que le permite proporcionar compuestos en cantidades balanceadas y apropiadas para el crecimiento de plantas específicas, cuando otros factores 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 de las plantas, de cara a las posibilidades de absorción de nutrientes disponibles para el crecimiento y desarrollo de las especies cultivadas. Estas relaciones, según las características de las unidades de tierra, 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): Concentración de H+ y OH-, en la solución del suelo, que define el grado de acidez o alcalinidad de un suelo, expresado como un valor en la escala de 0 a 14 de pH. (Soil Science Society of América, 2018).</p>
	<p>Capacidad de intercambio catiónico (CIC): de acuerdo con Chapman (Malagón, 1995), los cationes retenidos en la superficie de los 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, 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>
	<p>Carbono orgánico: el carbono orgánico del suelo se encuentra en forma de residuos orgánicos alterados de plantas, animales y microorganismos vivos y muertos, en el humus y en forma muy condensada, casi como carbono elemental (carbón vegetal, grafito, carbón) (Jackson, 1958).</p>
<p>Capacidad de laboreo:</p> <p>Características del terreno para preparar un lecho con los nutrientes adecuados y con unas condiciones que permitan el establecimiento del cultivo para su posterior desarrollo, mantenimiento y cosecha (las labores pueden ser en forma manual, con tracción animal o mecanizadas) (FAO, 2020).</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 América, 2018).</p>
	<p>Pendiente: grado de inclinación de una superficie desde la horizontal, generalmente expresada en porcentaje o grados (Soil Science Society of América, 2018).</p> <p>Incide directamente en la trafabilidad de la maquinaria y de las personas y, por lo tanto, en la eficiencia de la adecuación, preparación y mantenimiento y demás labores de los cultivos de coco, ya sea en forma manual, con tracción animal o mecanizada.</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>Se relaciona con la consistencia, la cual determina la resistencia del suelo a su ruptura y deformación en los diferentes estados de humedad, que afecta los requerimientos de potencia de la tracción utilizada.</p>
	<p>Pedregosidad: fragmentos de roca de 2 mm de diámetro o mayores; se reconocen de acuerdo con su tamaño como grava, guijarro, piedra y bloques (Van Wambeke y Forbes).</p> <p>Se relaciona con la obstaculización en todas las labores de preparación del terreno.</p>

Criterio	Variables
Condiciones de enraizamiento: Conjunto de características físicas del suelo que permiten el establecimiento, fijación y buen desarrollo del sistema radicular, que conllevan al adecuado desarrollo y producción de las plantas de coco.	Profundidad efectiva: espacio en el que las raíces de las plantas pueden penetrar sin restricciones, para conseguir el agua y los nutrientes indispensables; también se define como la profundidad del perfil del suelo que es favorable para el desarrollo de las raíces (USDA, 1961).
	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).
	Pedregosidad: fragmentos de roca de 2 mm de diámetro o mayores; se reconocen de acuerdo con su tamaño como grava, guijarro, piedra y bloques (Van Wambeke y Forbes, 1987).
	Se relaciona con el efecto sobre el volumen y espacio de exploración de las raíces.
Disponibilidad de oxígeno: Calidad que indica las condiciones de aireación del suelo. Cuando el suelo está libre de saturación de agua, los poros permiten la libre circulación del CO ₂ hacia la atmósfera y la entrada del oxígeno del exterior, determinando condiciones de vida aeróbicas.	Drenaje natural: rapidez y el grado de evacuación de agua del suelo por la escorrentía y el flujo a través del suelo a los espacios subterráneos (USDA, 1961).
	Influye sobre la respuesta de las plantas de coco a la presencia o ausencia de niveles freáticos a diferentes profundidades dentro de la zona radicular. Los cultivos de coco no soportan suelos muy pobremente drenados.
	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, 2012).
	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 los encharcamientos depende de cada especie vegetal.
Disponibilidad de humedad: Capacidad que tienen los suelos, en condiciones naturales, de almacenar y suministrar agua para las plantas en cantidades suficientes para su desarrollo. Se relaciona con el contenido y movimiento interno del agua en el suelo durante el año.	Régimen de humedad del suelo: se refiere a la presencia o ausencia 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, 2022).
	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).
Susceptibilidad a la pérdida de suelo: 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, 1991, 1976).	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 América, 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).

Fuente: elaboración propia.

Subcomponente fitosanitario: para la zonificación de aptitud, según los estudios de plagas y enfermedades de importancia económica realizados para el cultivo de coco (*Cocos nucifera* L.) en Colombia, además de las de control oficial específicas para el cultivo, se precisan los elementos climáticos relacionados con el complejo fitosanitario (tabla 7).



Tabla 7. Definición de variables del subcomponente fitosanitario

Criterio	Variables
<p>Susceptibilidad fitosanitaria:</p> <p>El criterio relaciona un conjunto de reportes a través de la red de monitoreo y vigilancia ICA generando las zonas susceptibles a la distribución potencial de aparición, dispersión y propagación de enfermedades y plagas en los cultivos de coco a escala nacional</p>	<p><i>Distribución de enfermedades y plagas de control oficial y estado de emergencia fitosanitaria según Resoluciones ICA 001786 de 2015 y 00017361 de 2023:</i> la Resolución ICA 001786 de 2015, declara las plagas de control oficial en los cultivos de palma de coco y chontaduro en el territorio nacional y se establecen las medidas fitosanitarias para su manejo y control.</p> <p>La Resolución 00017361 de 2023, declara el estado de emergencia fitosanitaria en el litoral pacifico de los departamentos de Nariño, Cauca y Chocó por la presencia de complejo Anillo Rojo (AR) y otras plagas del cocotero y se dictan otras disposiciones.</p> <p><i>Distribución potencial de la incidencia de enfermedades y plagas:</i> la incidencia de enfermedades y plagas en los cultivos se refiere a la cantidad de plantas enfermas o afectadas por las plagas sobre la población total de plantas.</p> <p>El Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), realiza monitoreos de plagas, a través de diferentes tipos de trapeo en campo, contribuyen a mantener el estatus fitosanitario de las diferentes regiones de Colombia.</p>

Fuente: elaboración propia.

3.2.2. Criterios socioecosistémicos

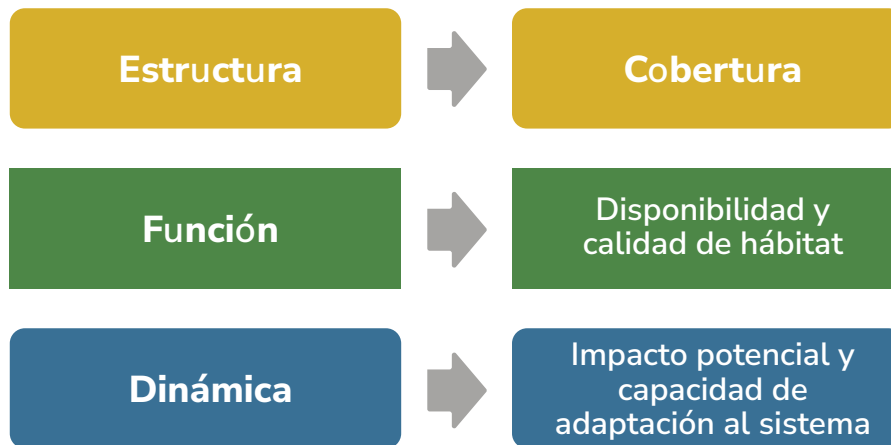
El enfoque socioecosistémico considera la biodiversidad, los bienes y servicios ecológicos vinculados estrechamente con los sistemas sociales, donde el hombre, la sociedad y su cultura son componentes centrales de los ecosistemas, que se modelan y se adaptan a los cambios en la naturaleza. De esta manera, el objetivo último del enfoque socioecosistémico es el uso sostenible de los bienes y servicios de los ecosistemas, así como 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 identificación de zonas aptas para el cultivo de coco (*Cocos nucifera* L.), 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 forma equitativa, incluyendo la sociedad, la economía y la cultura.

La aptitud de la tierra se entiende como la adaptabilidad de un territorio para una actividad determinada. Por esta razón la zonificación se aborda desde el componente socioecosistémico en estrecha relación con el potencial de uso del cultivo, sin que esta actividad represente un generador de deterioro frente a los intereses de protección y conservación de la biodiversidad.

Para la determinación de este potencial, en la escala general de trabajo a escala nacional 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 9).

Figura 9. Relación entre los atributos y criterios de estructura, función y dinámica para la interpretación socioecosistémica



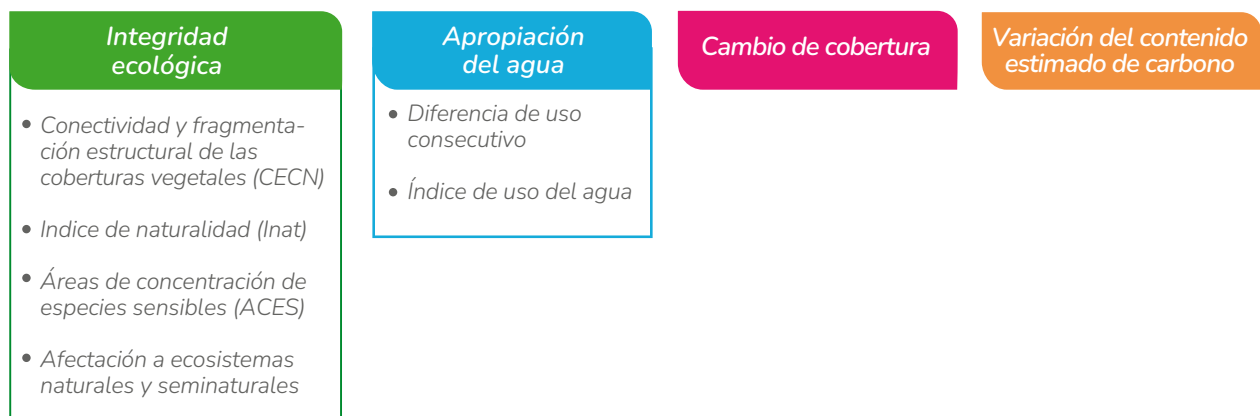
Fuente: UPRA (2014).

Desde el componente socioecosistémico, la aptitud representa el potencial del territorio para el desarrollo del cultivo de coco (*Cocos nucifera* L.), así como la permanencia de estas actividades productivas. De esta forma, las áreas con mayor aptitud para este cultivo son aquellas donde se genera un menor impacto en los bienes y servicios que proveen los ecosistemas o donde contribuyen a mejorarlos.

Este componente aporta a la zonificación de aptitud, 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 del componente físico, ayuda a definir si un territorio tiene o no aptitud para el desarrollo del cultivo de coco (*Cocos nucifera* L.) en Colombia.

Dentro del componente se evaluaron cuatro criterios: Apropiación de agua, Integridad ecológica, Variación del contenido estimado de carbono y Cambio de cobertura, representados por seis variables que se describen a continuación (figura 10).

Figura 10. Criterios y variables del componente socioecosistémico



Fuente: elaboración propia.



En la tabla 8 se presentan los elementos técnicos relacionados con la definición de los criterios y variables socioecosistémicas.

Tabla 8. Definición de criterios y variables del componente socioecosistémico

Criterio	Variables
<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 (Ciontescu, 2012).</p>	<p>Fragmentación y conectividad de las coberturas naturales (FCECN): la heterogeneidad espacial del paisaje se analiza a partir de la conectividad y la fragmentación (Correa, 2009), y requiere establecer la continuidad y determinar la existencia de barreras (resistencias, 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, así como el grado de estabilidad geométrica y espacial que permita la permanencia de cada uno de los parches y corredores contenidos en las diferentes matrices del paisaje.</p>
	<p>Índice de naturalidad (INAT): está referida a las coberturas naturales en las cuales se desarrollan los procesos ecológicos esenciales, que son necesarios para sustentar la vida.</p> <p>La prestación de servicios ecosistémicos y la sostenibilidad ambiental en un área geográfica de análisis, está determinada por la cantidad de espacios que permiten la prevalencia de los procesos naturales necesarios para sustentar la vida y satisfacer la demanda de recursos en el mismo territorio (Vélez y Gómez, 2008). De esta forma, en cada unidad biogeográfica se calcula la superficie ocupada por todas aquellas coberturas asociadas a procesos naturales (coberturas vegetales silvestres, cuerpos de agua, áreas húmedas, superficies de recarga hídrica, entre otros), en proporción al tamaño de la unidad biogeográfica.</p> <p>Así entre más alta sea la naturalidad, menor será la aptitud para el establecimiento de cultivos de coco, por cuanto las labores productivas interrumpen el potencial para el desarrollo de procesos naturales. Entre tanto, en las áreas con menor y moderada naturalidad, mayor será la aptitud para el establecimiento de este cultivo, ya que no interrumpe los procesos naturales, e incluso potenciaría la prestación de algún servicio ecosistémico en comparación con la cobertura existente</p>
	<p>Áreas de concentración de especies sensibles (ACES): Establece lugares donde tiene lugar la concentración de especies sensibles a través de indicadores como la densidad en polígonos definidos como áreas prioritarias para la conservación (APC), o la riqueza de especies migratorias en áreas críticas sobre agroecosistemas (AC).</p> <p>De igual forma, se integran las áreas de importancia para la conservación de aves silvestres (Aicas).</p>
	<p>Afectación a los ecosistemas naturales y seminaturales: en general, la variable se basa en la evaluación del estado actual y las vulnerabilidades de los ecosistemas colombianos, con el fin de identificar áreas que hacen parte de la estructura ecológica principal, que deben preservarse, conservarse y restaurarse, debido a que brindan una capacidad de soporte para el desarrollo socioeconómico de la población, basados en la reclasificación de las áreas evaluadas en el trabajo de Etter et al. (2017), en el cual se señala la importancia de evaluar la transformación en los ecosistemas y sus servicios ecosistémicos asociados, dado que la conservación de la biodiversidad no debe solo abordar el componente biótico, sino que también debe considerar el impacto sobre los sistemas ecológicos.</p> <p>Para el caso del coco, se ha reportado una afectación considerable en los bosques de mangle que son reemplazados por este cultivo, lo cual ha ocasionado una erosión acelerada del litoral (MinAmbiente, 2002).</p>

Criterio	Variables
<p>Cambio de cobertura: la cobertura de la tierra puede definirse como el recubrimiento biofísico que se observa sobre la superficie de la tierra (Di Gregorio, 2005) y describe la vegetación y elementos antrópicos existentes sobre esta.</p> <p>La cobertura de la tierra y los cambios que ocurren dentro de ella, son fundamentales para un gran número de procesos físicos del cambio global. Este criterio es relevante para determinar la aptitud del territorio, debido a que es el resultado de la interacción de una serie de factores físicos, económicos, tecnológicos, institucionales y culturales que operan en diferentes escalas espaciales y temporales y que se correlacionan con procesos que ocurren en los ecosistemas y las poblaciones biológicas; cualquier tipo de cambio de cobertura que ocurra por diversas actividades humanas, inciden en cambios en la productividad primaria, la diversidad biótica, la sedimentación, los flujos de materia y energía en los ecosistemas incluyendo las emisiones de gases de efecto de invernadero y el ciclo hidrológico (Lambin & Geist 2006, Di Gregorio, 2005); es decir, las coberturas son el resultado de la asociación espacio-temporal de elementos naturales y sociales característicos.</p> <p>El criterio no contiene variables, se basa en la clasificación Corine Land Cover (CLC) adaptada para Colombia (Ideam, 2021) y biomas de Colombia. La unidad de medida corresponde a la categoría de favorabilidad del cambio de cobertura para el establecimiento del cultivo de coco.</p>	
<p>Apropiación de agua:</p> <p>Representa la cantidad de agua que es retenida del flujo de la cuenca y el agua lluvia, para satisfacer la demanda del cultivo de coco tanto para su crecimiento, como materia prima para el sustento y producción de las plantas.</p> <p>Así, entre mayor sea la demanda del cultivo de coco, 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>Diferencia de uso consuntivo: de acuerdo con el Ideam (2010) el uso consuntivo corresponde al requerimiento de agua neta para el establecimiento de un cultivo, partiendo del agua contenida en el suelo y que está disponible para la cobertura vegetal, es decir, para esta variable no se tiene en cuenta el agua que alimenta los acuíferos superficiales o subterráneos (UPRA, 2016).</p> <p>Según (FAO, 2019), este uso consuntivo abarca la totalidad de agua requerida por un cultivo determinado para realizar la evapotranspiración y la construcción celular, desde la siembra hasta la cosecha, en un régimen climático específico. La variable analiza la relación entre el uso consuntivo de los cultivos de coco y las otras coberturas vegetales.</p> <p>Diferencia de uso del agua: representa la cantidad de agua que es retenida del flujo de la cuenca, para satisfacer la demanda del cultivo de coco. De la totalidad del agua captada por el cultivo, una parte queda contenida en la biomasa vegetal, otra parte retorna a la cuenca (excesos o menores rendimientos de aprovechamiento del agua), y otra se pierde en el balance hídrico de la cuenca, bien porque queda contenida en la producción de biomasa aérea o por vía evapotranspiración del cultivo.</p>
<p>Variación del contenido estimado de carbono: contempla el balance entre el contenido de carbono de la biomasa aérea y subterránea de la cobertura vegetal frente al potencial de cambio debido al establecimiento de cultivos de coco, permitiendo determinar la sostenibilidad ambiental asociada al almacenamiento de carbono, clasificando áreas que se comportan como sumidero o emisión de carbono (UPRA, 2016).</p> <p>Este criterio no cuenta con variables; se basa en la variación del contenido estimado de carbono en la biomasa.</p>	

Fuente: elaboración propia.



3.2.3. Criterios socioeconómicos

El tercer componente de la zonificación del cultivo de coco es el socioeconómico, el cual comprende ocho criterios, respaldados en 35 variables.

El componente, agrupa la información en dos grandes temas: el primero orientado a identificar las condiciones propicias para un ambiente competitivo, mientras que el segundo, analiza el contexto social del territorio.

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, 1985).

En este sentido, la competitividad constituye el factor determinante del modelo de crecimiento y desarrollo del sector agropecuario, puesto que no sólo se confirma como la condición de viabilidad de los productos en el mercado, sino que también genera oportunidades sostenibles para todos los habitantes del campo (DNP, 2010).

Tanto la sostenibilidad como el crecimiento en los niveles de competitividad dependen del logro del uso eficiente de los factores de producción, de la consolidación de altos niveles de innovación en los sistemas productivos, de la diversificación y ampliación de los mercados y, 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 de coco, la competitividad se expresa como la capacidad de una región para generar las condiciones que promuevan el desarrollo sostenido de la producción de coco; con ello, es posible mejorar de forma continua las condiciones de vida y bienestar de sus habitantes y, en particular, de los productores.

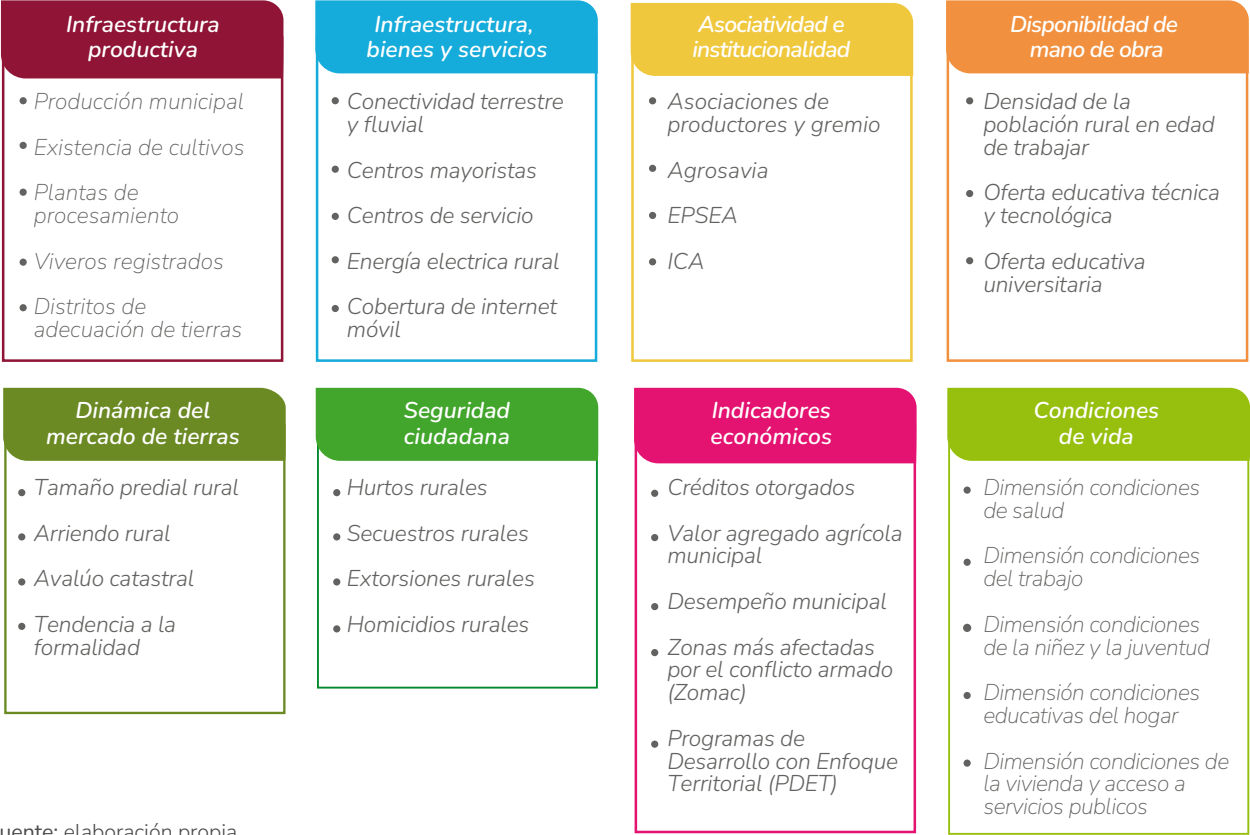
Con fundamento en la definición planteada, la competitividad en el cultivo de coco implica un proceso que considera los requerimientos multidimensionales para desarrollar su producción, los cuales se constituyen en criterios o variables estructurales que conducen a la competitividad y, cuyo logro se traduce en mejores condiciones de vida para las comunidades. A su vez, estas mejoras en la calidad de vida evidencian la competitividad, en este caso del cultivo de coco.

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 coco y de las comunidades locales, representado en mejores condiciones de vida.

La inversión del productor del cultivo de coco beneficia a la comunidad local; en consecuencia, el impacto socioeconómico causado por los proyectos del cultivo comercial para el coco en Colombia interesa en especial a las agencias del gobierno y a los productores con responsabilidad social.

En la figura 11, se pueden consultar los criterios y variables que hacen parte del componente socioeconómico para la zonificación de aptitud del cultivo de coco (*Cocos nucifera* L.) en Colombia.

Figura 11. Criterios y variables del componente socioeconómico



Fuente: elaboración propia.

En la tabla 9 se presentan las definiciones de los criterios y variables del componente socioeconómico para los dos cultivos comerciales.

Tabla 9. Definición de criterios y variables del componente socioeconómico

Criterio	Variables
Infraestructura productiva: Conjunto de bienes y recursos ubicados dentro de una región, que se articulan en busca de aumentar la productividad y competitividad de los emprendimientos productivos, mejorando así las condiciones para la producción y transformación del coco.	Producción municipal: Se considera como la producción municipal de coco a los registros anuales de producción en toneladas reportados en las evaluaciones agropecuarias (EVA), los cuales representan la dinámica productiva en un municipio respecto a este producto
	Existencia de cultivos: Corresponde a predios georreferenciados con presencia de cultivos de coco y su colindante, siendo este último un predio con propiedad privada, sin exclusiones para el mercado de tierras y cuyo destino económico esté relacionado con la actividad agropecuaria.
	Plantas de procesamiento: Establecimiento que cuenta con la maquinaria necesaria, cumple con los principios, regulaciones de higiene y seguridad requeridos por la ley, para el procesamiento de alimentos

Continúa en la página siguiente



Criterio	Variables
	<p>Viveros registrados: Es un conjunto de instalaciones que cumple con los criterios técnicos para producir, multiplicar y/o comercializar material vegetal de propagación.</p> <p>Viveros registrados ante el ICA: Acto administrativo por el cual el ICA reconoce el cumplimiento de los requisitos, condiciones y procedimientos exigidos para realizar la actividad como productor y/o comercializador de material vegetal de propagación a través de vivero (ICA, 2020).</p> <p>Distritos de adecuación de tierras: Área de influencia de obras civiles destinadas a dotar un área determinada con riego, drenaje, protección contra inundaciones o para el desarrollo de actividades agropecuarias (Ley 41, Congreso de la República, 1993).</p>
<p>Infraestructura, bienes y servicios:</p> <p>Bienes de uso colectivo que se requieren en la actividad productiva, así como los canales que intervienen en el desarrollo y funcionamiento de los mercados nacionales e internacionales, siendo aquellos, los que pueden ser utilizados por muchas personas simultáneamente sin que el consumo de uno afecte el de otro. Estos bienes son fundamentales para el desarrollo económico y social.</p>	<p>Conectividad terrestre y fluvial: Se refiere a la capacidad de conexión y acceso que tienen diferentes áreas mediante redes de transporte y vías fluviales. Esta conectividad es crucial para la movilidad de personas y mercancías, y para el desarrollo económico y social de una región.</p> <p>La conectividad terrestre se refiere a la red de infraestructuras que facilita el transporte por tierra. Incluye todos los caminos y rutas que permiten el movimiento de vehículos, personas y mercancías, mientras que la conectividad fluvial se refiere a la red de vías navegables que permite el transporte de bienes y personas a través de ríos, canales y otros cuerpos de agua. Es especialmente importante en regiones donde el transporte terrestre es menos viable o más costoso.</p> <p>Centros mayoristas: Son establecimientos comerciales que compran y venden grandes volúmenes de mercancías a precios reducidos, principalmente a minoristas y comerciantes. Su función principal es actuar como intermediarios en la cadena de suministro, facilitando el acceso a una amplia variedad de productos.</p> <p>Los centros mayoristas son cruciales para el comercio, promoviendo la eficiencia en la distribución y la accesibilidad a productos en el mercado.</p> <p>Energía eléctrica rural: Corresponde al nivel de favorabilidad para el acceso al servicio público de energía eléctrica en las zonas rurales del país; para ello se evalúa el índice de cobertura de energía eléctrica, tarifa media rural no residencial y el tipo sistema de transmisión.</p> <p>Cobertura de internet móvil: Se refiere a la extensión geográfica en la que los usuarios pueden acceder a servicios de internet a través de redes móviles, como 3G, 4G LTE, y 5G. La cobertura puede variar significativamente dependiendo de varios factores y tiene un impacto importante en la conectividad y el acceso a la información para las personas y las empresas.</p>
<p>Asociatividad e institucionalidad:</p> <p>Presencia institucional del Estado, gremial o de organizaciones de base de la cadena productiva del cultivo de coco, cuyo apoyo conduce a la competitividad de una región. Identifica condiciones internas y externas a la cadena en términos de la oferta institucional y del fortalecimiento y consolidación de la actividad productiva.</p> <p>Refleja la existencia de oferta institucional pública y privada, así como la articulación de productores a instancias que facilitan el desarrollo y soporte del sector agrícola en el territorio.</p>	<p>Asociaciones de productores: Son organizaciones formadas por un grupo de productores que se unen para colaborar en la mejora de sus actividades económicas, compartir recursos, conocimientos, y alcanzar objetivos comunes. Sus miembros incluyen pequeños agricultores, agricultores familiares y productores rurales; Estas asociaciones pueden incluir agricultores, ganaderos, pescadores, artesanos, y otros tipos de productores.</p> <p>Entidades Prestadoras del Servicio de Extensión Agropecuaria (EPSEA): Son entidades como las unidades municipales de asistencia técnica Agropecuaria (Umata), Centros provinciales de gestión agroempresarial (CPGA), gremios agropecuarios, empresas privadas o de naturaleza mixta, asociaciones de profesionales, universidades y demás instituciones de educación superior, agencias de desarrollo local (ADL), entidades sin ánimo de lucro, organizaciones o asociaciones de productores, entre otros que tengan por objeto la prestación del servicio de extensión o asistencia técnica agropecuaria, cumpliendo los requisitos de habilitación de qué trata el art. 33 de la Ley 1876 de 2017.</p>

Criterio	Variables
	<p>Agrosavia: Sedes de la entidad, cuya función es desarrollar y ejecutar actividades de investigación, tecnología y transferencia de procesos de innovación tecnológica en el sector agropecuario.</p> <p>Facilidad con la que se puede alcanzar desde otros puntos en el territorio a un centro de Agrosavia.</p>
	<p>ICA: Sedes de la 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>Disponibilidad de mano de obra:</p> <p>Se refiere a la cantidad de trabajadores disponibles y la posibilidad de cualificación de estos para la realización de labores agrícolas y de producción primaria en las áreas rurales.</p> <p>Identifica la disponibilidad de mano de obra en los municipios, con base en la densidad poblacional en edad de trabajar (PET) en las zonas rurales y a los requerimientos de mano de obra para la producción de coco. Señala además las áreas donde se constata mayor participación de la mano de obra familiar en la producción agropecuaria ($\geq 50\%$) del total de trabajadores permanentes), denotando la disponibilidad de mano de obra en la unidad productiva. Evalúa también la cercanía en horas de desplazamiento a la oferta de capacitación y cualificación existente en el territorio, de acuerdo con la oferta de programas activos de formación académica que satisfacen las necesidades de los productores agrícolas; ya sea universitario, técnico, tecnológico o de educación no formal.</p>	<p>Disponibilidad de mano de obra familiar. Se refiere a la inclusión y disponibilidad de los miembros de la familia en las actividades agropecuarias, señalando el área de producción asociada a las Unidades de Producción Agropecuaria (UPA) con predominante mano de obra familiar.</p> <p>Identifica las zonas agropecuarias donde la mano de obra empleada pertenece en mayor medida al hogar del productor ($\geq 50\%$) del total de empleos permanentes; señalando la disponibilidad inmediata de la mano de obra para cubrir los requerimientos en el cultivo de coco.</p> <p>Densidad poblacional rural en edad de trabajar: Número de personas de las zonas rurales de los municipios en edad de trabajar/km², suficientes para cubrir las necesidades de mano de obra del cultivo de coco; de acuerdo con el cálculo de jornales promedio diarios necesarios por ha en un ciclo de producción.</p> <p>Se define el rango etario de 15 a 62 años como la población municipal en edad de trabajar según las series de población proyectadas por el DANE para el 2023.</p> <p>Oferta educativa: Se evalúa la proximidad en tiempo de desplazamiento a los programas de educación técnica, tecnológica y universitaria vinculados a la producción de coco. Esto permite evidenciar la accesibilidad a la capacitación para la población y la oportunidad de fortalecer la competitividad del sector en el territorio. Además, se consideran los programas ofrecidos por el SENA.</p>
<p>Dinámica del mercado de tierras:</p> <p>Se analizan las características de los predios en relación con la dinámica del uso de la tierra, utilizando variables que permiten entender tanto la capacidad como las limitaciones del acceso a la tierra para la producción de coco.</p> <p>Esto incluye el tamaño de los terrenos, las condiciones de arrendamiento y los precios de los predios, empleando el avalúo catastral como un indicador de tendencias y formalidad. El objetivo es identificar áreas clave para focalizar posibles inversiones en el desarrollo de esta actividad.</p> <p>El mercado de tierras rurales se entiende cómo “el conjunto de transacciones o acuerdos libres de coerción, mediante las cuales se realiza el intercambio parcial o total sobre alguno o algunos de los componentes del derecho de propiedad (uso, goce y disposición) de predios que no han sido objeto de exclusiones legales” (Art. 5, Resolución 128 de 2017 de MinAgricultura).</p>	<p>Tamaño predial: Superficie de terreno, en rangos de tamaños prediales, definidos de acuerdo con el comportamiento medio de los tamaños actuales del cultivo, la rentabilidad de la actividad y las características físicas del suelo expresadas a través de valor potencial.</p> <p>Para efectos de la zonificación de aptitud, se considera el tamaño de los predios en ha, en una aptitud determinada, asignada a partir de la información catastral vigente con información predio a predio del área rural.</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>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> <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 (Resolución 0070 de 2011 del IGAC).</p>



Criterio	Variables
	<p>Esta variable se utiliza como un proxy del precio comercial posible de intercambio de las tierras rurales por ha, en ausencia de información de precios comerciales a escala nacional actualizados, recientes o tomados de fuente directa.</p> <p>El intercambio se entiende como “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.” (MinAgricultura, 2017).</p> <p><i>Arriendo rural:</i> 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 definido. Para efectos de la variable, se establece su valor en pesos/ha/año.</p>
<p><i>Seguridad ciudadana:</i></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.</p> <p>Es una situación donde las personas pueden vivir libres de la violencia y el delito (CIDH, 2009).</p>	<p><i>Homicidios rurales:</i> La palabra homicidio deriva del vocablo latino <i>homicidium</i> y se 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 “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” (Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses Homicidio Colombia 2008. Bogotá).</p> <p><i>Extorsiones rurales:</i> Consiste en obligar a una persona, a través de la utilización de violencia o intimidación, a realizar u omitir un acto o negocio jurídicos 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” (Código de procedimiento penal. Ley 906 de 2004).</p> <p><i>Hurtos rurales:</i> De acuerdo con el código penal colombiano es apoderarse de un bien ajeno con el propósito de obtener provecho para sí o para otro. Se considera hurto calificado cuando se cometiere:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Con violencia sobre las cosas. • Colocando a la víctima en condiciones de indefensión o inferioridad o aprovechándose de tales condiciones. • Mediante penetración o permanencia arbitraria, engañosa o clandestina en lugar habitado o en sus dependencias inmediatas, aunque allí no se encuentren sus moradores. • Con escalamiento, o con llave sustraída o falsa, ganzúa o cualquier otro instrumento similar, violando o superando seguridades electrónicas u otras semejantes. <p><i>Secuestros rurales:</i> 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, art. 168).</p>
<p><i>Indicadores económicos:</i></p> <p>Identifica los municipios donde se solicitan apoyos a la inversión y a la gestión del riesgo en la siembra y producción de coco, y que muestran generar proporcionalmente mayor valor agregado en las actividades agrícolas. Destaca aquellos municipios con incentivos a la inversión (reducción tributaria y planes de desarrollo territorial), y con mejor desempeño en la gestión de recursos y obtención de resultados según la Medición de Desempeño Municipal del DNP.</p>	<p><i>Créditos otorgados.</i> Clasifica los municipios según si hay registro de créditos otorgados a personas naturales o jurídicas, para construir o mejorar los procesos de siembra y producción de comercialización de coco. Los créditos son colocados en condiciones preferenciales de Finagro, a través de la banca comercial, para apalancar capital de trabajo y proyectos de inversión.</p> <p>Las líneas especiales Finagro están subsidiadas en tasa de interés, respaldadas por el Fondo Agropecuario de Garantías (FAG). Para esta medición se tuvo en cuenta la sumatoria de los valores a precios de 2023, desde el 2020 hasta el 2023, a escala municipal.</p>

Criterio	Variables
	<p>Valor agregado agrícola municipal: Aproximación al valor generado por actividades agrícolas en un municipio medido e integrado en dos formas: Primero, en función de su importancia relativa (participación porcentual) dentro del valor agregado agropecuario (agrícola + pecuario + pesquero + silvicultura) del municipio. Segundo, se identifican los municipios con mayor capacidad de generación del valor agregado agrícola en términos monetarios (miles de millones de pesos en valor agregado para el 2022).</p> <p>Desempeño municipal (DNP): Adopta la medición y la comparación que realiza el Departamento Nacional de Planeación en la publicación de la Medición del Desempeño Municipal (MDM) para el 2022, cuyo objetivo es comparar el desempeño municipal de las entidades territoriales entendido como capacidad de gestión (acciones y decisiones) y los resultados de desarrollo (el aumento de la calidad de vida de la población) teniendo en cuenta sus capacidades iniciales, para incentivar una mejor gestión, calidad del gasto y la inversión orientada a resultados (DNP, 2018)</p> <p>Zonas más afectadas por el conflicto armado (Zomac): Aproximación al valor generado por actividades agrícolas en un municipio medido e integrado en dos formas: Primero, en función de su importancia relativa (participación porcentual) dentro del valor agregado agropecuario (agrícola + pecuario + pesquero + silvicultura) del municipio. Segundo, se identifican los municipios con mayor capacidad de generación del valor agregado agrícola en términos monetarios (miles de millones de pesos en valor agregado para el 2022).</p> <p>Planes de Desarrollo con Enfoque Territorial (PDET): Instrumento de planificación y gestión a 10 años, a partir del 2017, para llevar de manera prioritaria y con mayor celeridad en los territorios más afectados por el conflicto armado, con mayores índices de pobreza, presencia de economías ilícitas y debilidad institucional. Está conformado por 170 municipios, 16 subregiones, 11.000 veredas y 32.808 iniciativas formuladas por las comunidades para transformar los territorios PDET.</p>
<p>Condiciones de vida:</p> <p>Muestra el porcentaje de hogares del área rural municipal privados en ciertas características o dimensiones que se consideran vitales: condiciones educativas del hogar, condiciones de la niñez y la juventud, salud, trabajo y condiciones de la vivienda y acceso a servicios públicos domiciliarios.</p> <p>Mide el grado de privación en las dimensiones que abarca la medición de la pobreza multidimensional, a través de datos censales, con indicadores municipales que permiten determinar la naturaleza de la privación, la intensidad y profundidad de esta.</p> <p>Agrupar los municipios según el porcentaje de privaciones promedio en los indicadores que conforman cada dimensión en los centros poblados y la zona rural dispersa (DNP, 2018). Este índice permite observar patrones de privaciones distintos a los medidos por la pobreza monetaria (DNP, 2018)</p>	<p>Dimensión condiciones en salud: Refleja las limitaciones en condiciones de salud en las zonas rurales, manifestada como las barreras de acceso a este servicio y privaciones en aseguramiento en salud</p> <ul style="list-style-type: none"> • Privación por barreras de acceso a salud dada una necesidad: una persona se considera privada, si pertenece a un hogar que tiene, al menos, una persona que en los últimos 30 días tuvo una enfermedad, accidente, problema odontológico o algún otro problema de salud, que no haya implicado hospitalización y que para tratar este problema no acudió a un médico general, especialista, odontólogo, terapeuta o institución de salud. • Privación por falta de aseguramiento en salud: una persona se considera privada, si pertenece a un hogar que tiene, al menos, una persona mayor de 5 años que no se encuentra asegurada en salud, es decir presenta alguna de las siguientes opciones en estado de afiliación: desafiado (DE), retirado (RE) e interrumpido por migración (RX). <p>Dimensión condiciones de trabajo: Corresponde al promedio de los porcentajes de hogares de los centros poblados y rurales dispersos de municipios con privaciones combinadas en los indicadores de trabajo informal y tasa de dependencia:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Privación por tasa de dependencia económica: una persona se considera privada, si pertenece a un hogar que tiene más de tres personas por miembro ocupado. • Privación por empleo informal: una persona se considera privada, si pertenece a un hogar que tiene, al menos, un ocupado sin afiliación a pensiones.



Criterio	Variables
	<p><i>Dimensión Condiciones en niñez y la juventud:</i> Porcentaje de hogares de las zonas rurales con privaciones combinadas en las variables barreras de acceso a servicios para cuidado de la primera infancia, trabajo infantil, inasistencia y rezago escolar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Privación por inasistencia escolar:</i> una persona se considera privada, si pertenece a un hogar que tiene, al menos, un niño entre 6 y 16 años que no asiste a una institución educativa. • <i>Privación por rezago escolar:</i> una persona se considera privada, si pertenece a un hogar que tiene, al menos, un niño entre 7 y 17 años con rezago escolar (número de años aprobados inferior a la norma nacional). • <i>Privación por acceso a servicios para el cuidado de la primera infancia:</i> una persona se considera privada, si pertenece a un hogar que tiene, al menos, un niño de 0 a 5 años sin acceso a todos los servicios de cuidado integral (salud y cuidado). • <i>Privación por trabajo infantil:</i> una persona se considera privada, si pertenece a un hogar que tiene, al menos, un niño entre 12 y 17 años trabajando.
	<p><i>Dimensión condiciones educativas del hogar:</i> Porcentaje de hogares de los centros poblados y rurales dispersos, con privaciones combinadas en las variables analfabetismo y bajo logro educativo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Privación por bajo logro educativo:</i> una persona se considera privada, si pertenece a un hogar donde la educación promedio de las personas mayores de 15 años es menor a 9 años de educación. • <i>Privación por analfabetismo:</i> una persona se considera privada, si pertenece a un hogar en el que hay, al menos, una persona de 15 años y más que no sabe leer y escribir.
	<p><i>Dimensión Condiciones de vivienda y acceso a servicios públicos:</i> Refleja las condiciones habitacionales de los pobladores en las zonas rurales y a través de parámetros como hacinamiento crítico, eliminación de excretas, paredes y pisos inadecuados, y la limitación al acceso de agua mejorada:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Privación por acceso a fuente de agua mejorada:</i> en el caso de los hogares rurales, una persona se considera privada si el agua la obtienen de pozo sin bomba, agua lluvia, río, manantial, carrotanque, aguatero u otra fuente, agua embotellada o en bolsa. • <i>Privación por inadecuada eliminación de excretas:</i> una persona se considera privada, si pertenece a un hogar rural que no cuenta con inodoro sin conexión, letrina, bajamar o no tienen servicio sanitario. • <i>Privación por material inadecuado de pisos:</i> una persona se considera privada, si pertenece a un hogar, cuya vivienda cuenta con pisos de tierra, arena, barro. • <i>Privación por material inadecuado de paredes exteriores:</i> un hogar rural se considera en privación, si su vivienda cuenta con paredes de guadua u otro vegetal, zinc, tela, cartón, deshechos o no tiene paredes.

Fuente: elaboración propia.

3.3. Rangos de aptitud y exclusiones técnicas

Para efectos de la zonificación de aptitud para el cultivo de *Cocos nucifera* en Colombia a escala 1:100.000, se tomaron como referencia las categorías de aptitud que la UPRa ha utilizado en las zonificaciones de aptitud desarrolladas hasta el 2023, que corresponden a *aptitud alta* (A1), *aptitud media* (A2), *aptitud baja* (A3) y no apto (N1). Así mismo, se contemplaron las categorías de restricciones legales y de condicionantes legales, como se puede observar en la tabla 10.

Tabla 10. Categorías para la zonificación de aptitud de cultivos comerciales

Clase		Definición de la zona
Apto	Alta (A1)	Las mejores condiciones desde los puntos de vista físico, socioecosistémico y socioeconómico.
	Media (A2)	Limitaciones moderadas de tipo físico, socioecosistémico o socioeconómico.
	Baja (A3)	Fuertes limitaciones de tipo físico, socioecosistémico o socioeconómico, las cuales podrían adecuarse con grandes inversiones o el desarrollo de nuevas tecnologías.
No apto (N1)		Restricciones físicas y socioecosistémicas que imposibilitan el desarrollo de la actividad.
Restricción legal (N2)		Por mandato legal no se permite el desarrollo de la actividad productiva.
Condicionante legal		Independientemente de la categoría de aptitud, se requiere de un análisis complementario de tipo social, cultural y ambiental para el desarrollo de la actividad productiva.

Fuente: elaboración propia.





3.3.1. Rangos de los criterios y variables del componente físico

Desde el componente físico se definieron los rangos de aptitud, diferenciando los de alta (A1), media (A2) y los de aptitud baja (A3), así como las exclusiones técnicas (N1) donde, dados los requerimientos específicos para cultivo de coco, se puede llegar a presentar restricciones que imposibilitan el desarrollo de la actividad.

A continuación se presentan los rangos de aptitud por subcomponente (climático, edáfico y fitosanitario) que fueron obtenidos a través de consulta en fuentes primarias de información, consultas con expertos, acordados con profesionales de entidades (tablas 11, 12 y 13).

Tabla 11. Rangos de aptitud del subcomponente climático del cultivo de coco (*Cocos nucifera* L.)

Criterio	Variables	Unidad de medida	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apto (N1)
Condiciones climáticas	Temperatura media anual	Grados Celsius (°C)	> 26	22-26	20-22	< 20
	Índice de disponibilidad de humedad del cultivo (IDHC)	Índice	> 0,761	0,551-0,761	0,410-0,551	< 0,410
	Brillo solar medio diario anual	Horas sol/día	> 5	4-5	< 4	-

Fuente: elaboración propia.

Tabla 12. Rangos de aptitud del subcomponente edáfico del cultivo de coco (*Cocos nucifera* L.)

Criterio	Variables	Unidad de medida	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apto (N1)
Toxicidad por sales, sodio y aluminio	Salinidad	Salinidad (dS/m)	≤ 6	6-12	12-20	> 20
	Sodicidad	Porcentaje (% Na)	≤ 15 (No sódico)	-	> 15 (Sódico, salino sódico)	-
	Saturación de aluminio	Porcentaje (%)	<15	15-90	>90	-
Disponibilidad de nutrientes	Acidez	pH	> 5,0-< 6,5	4,5-5,0 y 6,5-7,8	< 4,5 y > 7,8	-
	Capacidad de intercambio Catiónico	cmol/kg	> 20	10-20	< 10	-
	Carbono orgánico	Porcentaje (%)	> 1,7	0,5-1,7	< 0,5	Histosoles
	Saturación de bases	Porcentaje (%)	> 35	10-35	< 10	-
Capacidad de laboreo	Pendiente	Porcentaje (%)	0-12	12-25	25-50	> 50
	Textura	Clase textural	FArA, FAr, F, FL, FA, L	FArL, ArA, ArL	Ar, A, AF	-
	Pedregosidad	Fase cartográfica	Sin fase de pedregosidad		Con fase de pedregosidad	-

Continúa en la página siguiente

Criterio	Variables	Unidad de medida	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apto (N1)
Condiciones de enraizamiento	Profundidad efectiva	Profundidad (centímetros)	Muy profundo, profundo (>100)	Moderadamente profundo (50-100)	Superficial, muy superficial (0-50)	Lithic, Petroferric, Petrocalcic, Petrogypsic
	Textura	Clase textural	F, FL, FA, L, AF, A	FAR, FArA, FArL, ArL, ArA	Ar	-
	Pedregosidad	Fase cartográfica	Sin fase de pedregosidad	-	Con fase de pedregosidad	-
Disponibilidad de oxígeno	Drenaje natural	Clase	Bueno	Imperfecto, moderado, excesivo, moderadamente excesivo	Pobre	Muy pobre
	Susceptibilidad a inundaciones	Duración	No hay	Cortas	Largas	Muy Largas
Disponibilidad de humedad	Régimen de humedad	Clase	Údico, Perúdic	Ústico	Ácuico, perácuico	Arídico
	Textura	Clase textural	F, FL, FAR, FArA, FArL, ArA, ArL	L, FA, Ar	A, AF	-
Susceptibilidad a la pérdida de suelos	Erosión actual IGAC	Grado	No hay	Ligera	Moderada	Severa
	Erosión actual Ideam	Grado	No hay, ligera	Moderada	Severa	Muy severa
	Movimientos en masa SGC	Susceptibilidad	Baja	Alta	Muy alta	-
	Factor LS	Adimensional	< 5	5 - 15	> 15	-

Fuente: elaboración propia.

Tabla 13. Rangos de aptitud del subcomponente fitosanitario del cultivo de coco (*Cocos nucifera* L.)

Criterio	Variables	Unidad de medida	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apto (N1)
Susceptibilidad fitosanitaria	Distribución de enfermedades y plagas de control oficial y estado de emergencia fitosanitaria según Resoluciones ICA 001786 de 2015 y 00017361 de 2023	Departamentos y municipios	Resto del país	-	(Nariño) Tumaco, La Tola, El Charco, Olaya Herrera, Francisco Pizarro, Santa Bárbara de Iscuandé y Mosquera, (Cauca) Guapi, López de Micay y Timbiquí, (Chocó) Medio Atrato, Nuquí, Bahía Solano, Juradó y Bajo Baudó	-
	Distribución potencial de la incidencia de enfermedades y plagas	Probabilidad de ocurrencia	Distribución potencial baja	Distribución potencial media	Distribución potencial alta	-

Fuente: elaboración propia.



3.3.2. Rangos de los 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; 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 cultivos de coco.
- La segunda, ecosistemas estratégicos, considera los 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 a su nivel de amenaza, por lo cual son incompatibles con el cultivo de coco.
- La tercera involucra aquellas coberturas de bosques que fueron deforestadas después del 2010. Estas áreas fueron identificadas a través del análisis de la cuantificación de la deforestación en Colombia (Cabrera et al., 2011); no podrán ser objeto de ningún tipo de actividad agrícola. Se toma 2010 como fecha límite, en concordancia con la Segunda Comunicación Nacional de Colombia ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, donde se evidencia que Colombia es un país altamente vulnerable a los efectos de la variabilidad del clima y del cambio climático, lo cual pone en riesgo la sostenibilidad del desarrollo y hace necesaria la implementación de estrategias para la adaptación a los impactos que tendrán estos fenómenos sobre la población, el medio ambiente y la economía del país.

La restricción en áreas deforestadas después del 2010 se enmarca en las siguientes estrategias nacionales:

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

En la tabla 14 se registran los rangos de aptitud para la calificación de variables del componente socioecosistémico.

Tabla 14. Rangos de aptitud definidos por el componente socioecosistémico para el cultivo de coco

Criterio	Variables	Unidad de medida	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apto (N1)
Integridad ecológica	Fragmentación y conectividad estructural de las coberturas naturales (FCECN)	Categoría cualitativa de fragmentación y conectividad estructural por unidad de cobertura	Conectividad baja > 17.000.000 Mayor número de parches; menor tamaño medio de los parches; mayor dimensión fractal media del parche (> 1,45); parches cortos con menor complejidad de forma	Conectividad media 0-17.000.000 Menor número de parches; moderado tamaño medio de los parches; moderada dimensión fractal media del parche (1,41-1,45); parches medios con moderada complejidad de forma	Conectividad alta 0 Parches asociados a coberturas naturales; mayor tamaño medio de los parches; menor dimensión fractal media del parche (< 1,41); parches largos con mayor complejidad de forma	-
	Índice de naturalidad (INAT)	Porcentaje (%)	INAT muy baja-vital, INAT baja-estratégica, INAT moderada < 50	INAT alta 50-75	INAT muy alta-protección 75-100	-
	Áreas de concentración de especies sensibles (ACES)	Categorías de concentración de especies sensibles.	Zonas de muy baja densidad de especies sensibles. Áreas sin identificación o baja presencia de APC. Ausencia de Aicas. Áreas sin importancia para especies migratorias > 2,333	Zonas de baja densidad de especies sensibles. APC con alta presencia de especies sensibles. Ausencia de Aicas. Áreas de importancia moderada o alta para especies migratorias 1,667-2,333	Zonas de Moderada, alta y muy alta densidad de especies. APC con densidad muy alta asociada a coberturas naturales. Presencia de Aicas. Áreas de importancia muy alta para especies migratorias < 1,667	-
	Afectación a ecosistemas naturales y seminaturales	Calificación cualitativa del estado de conservación	Áreas transformadas, agrícolas y artificiales sin calificación de riesgo	Estado de conservación Vulnerable (VU) y preocupación menor (LC)	Estado de conservación Crítico (CR) y en peligro (EN). Ecosistemas estratégicos (manglares, humedales Ramsar, bosque seco, lagunas, ciénagas, drenajes dobles, madre viejas, morichales)	-

Continúa en la página siguiente



Criterio	Variables	Unidad de medida	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apto (N1)
Cambio de cobertura		Categoría de favorabilidad del cambio	Zonas de alta favorabilidad para el establecimiento de cultivos de coco, donde predominan las áreas de pastos limpios, arbolados y enmalezados, los cultivos transitorios dedicados para la producción de alimentos como cereales, maíz, arroz, hortalizas, papa, cultivos dedicados a la producción industrial como caña, algodón, palma de aceite, zonas quemadas y cultivos permanentes herbáceos.	Zonas de moderada favorabilidad para el establecimiento de cultivos de coco, donde predominan, mosaicos de pastos y cultivos, mosaicos de pastos con espacios naturales, mosaicos de cultivos con espacios naturales, café, cacao, cultivos permanentes arbóreos y arbustivos y plantaciones forestales	Zonas con favorabilidad baja para el establecimiento de cultivos de coco, donde predominan cultivos confinados, mosaicos de cultivos, pastos y espacios naturales; mosaicos de cultivos, algunos cultivos dedicados a la producción de alimentos humanos; también agrupa algunas unidades de coberturas naturales que pueden ser marginalmente aptas como los herbazales densos de tierra firme no arbolados y zonas del pacífico colombiano con probabilidad de ocurrencia de coco superior a 97.5 %.	Zonas no favorables para el establecimiento de cultivos de coco, están referidas principalmente a las coberturas naturales y seminaturales, áreas húmedas, las superficies de agua y los territorios artificializados.
Apropiación de agua	Diferencia de uso consuntivo (huella hídrica verde)	Millones de m ³	El cultivo evapotranspira menos que la cobertura actual Uso consuntivo menor < -207,789	La evapotranspiración del cultivo es similar al de la cobertura actual Uso consuntivo moderado -207,789 a 162	La cobertura actual evapotranspira menos que el cultivo Uso consuntivo alto > 162	-
	Diferencia de uso del agua	Millones de m ³	La subzona hidrográfica se encuentra en superávit hídrico mayor. La disponibilidad hídrica real (DHR) es muy superior en comparación con la demanda hídrica sectorial total incluida la del cultivo de coco > -0,00021	La subzona hidrográfica se encuentra en superávit hídrico moderado. La disponibilidad hídrica real (DHR) es moderadamente superior en comparación con la demanda hídrica sectorial total incluida la del cultivo de coco -0,000697 a -0,00021	La subzona hidrográfica se encuentra en déficit hídrico, o la disponibilidad hídrica real (DHR) es menor o ligeramente superior en comparación con la demanda hídrica sectorial total incluida la del cultivo de coco < -0,000697	-
Variación del contenido estimado de carbono		Toneladas/ha	El cultivo es sumidero de carbono < 65,29	El cultivo está en equilibrio entre emisión y captura de carbono 65,29-102,626	El cultivo es fuente de emisión de carbono > 102,626	-

Fuente: elaboración propia.

3.3.3. Rangos de los criterios y variables del componente socioeconómico

El componente, agrupa la información en dos grandes temas; el primero, orientado a identificar las condiciones propicias para un ambiente competitivo, mientras que el segundo, analiza el contexto social del territorio.

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, 1985). En este sentido, la competitividad constituye el factor determinante del modelo de crecimiento y desarrollo del sector agropecuario, puesto que no sólo se confirma como la condición de viabilidad de los productos en el mercado, sino que también genera oportunidades sostenibles para todos los habitantes del campo (DNP, 2010).

Tanto la sostenibilidad como el crecimiento en los niveles de competitividad dependen del logro del uso eficiente de los factores de producción, de la consolidación de altos niveles de innovación en los sistemas productivos, de la diversificación y ampliación de los mercados y, 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 de coco, la competitividad se expresa como la capacidad de una región para generar las condiciones que promuevan el desarrollo sostenido de la producción de coco; con ello, es posible mejorar de forma continua las condiciones de vida y bienestar de sus habitantes y, en particular, de los productores.

Con fundamento en la definición planteada, la competitividad en el cultivo de coco implica un proceso que considera los requerimientos multidimensionales para desarrollar su producción, los cuales se constituyen en criterios o variables estructurales que conducen a la competitividad y, cuyo logro se traduce en mejores condiciones de vida para las comunidades. A su vez, estas mejoras en la calidad de vida evidencian la competitividad, en este caso del cultivo de coco.

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 coco y de las comunidades locales, representado en mejores condiciones de vida.

La inversión del productor del cultivo de coco beneficia a la comunidad local; en consecuencia, el impacto socioeconómico causado por los proyectos del cultivo comercial para el coco en Colombia interesa en especial a las agencias del gobierno y a los productores con responsabilidad social.

En la tabla 15 se muestran los rangos de los criterios y las variables que hacen parte del componente socioeconómico.



Tabla 15. Rangos de aptitud definidos por el componente socioeconómico para el cultivo de coco

Criterios	Variables	Unidad de medida	Aptitud		
			Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)
Infraestructura productiva	Existencia de cultivos	Predio	Con cultivo	El colindante al predio con cultivo	Resto
	Producción municipal	t/ha/año	> 241,0	0,56-241,0	< 0,56
	Plantas de procesamiento	Tiempo de desplazamiento (h)	< 1	1-2	> 2
	Viveros registrados	Tiempo de desplazamiento (h)	< 1	1-2	> 2
	Distrito de adecuación de tierras	Polígonos	Activos	Inactivos	-
Infraestructura, bienes y servicios	Centros mayoristas	Tiempo de desplazamiento (h)	< 1	1-2	> 2
	Centros de servicios	Tiempo de desplazamiento (h)	< 1	1-2	> 2
	Conectividad terrestre y fluvial	Distancia (metros)	Vías tipo 1 a 5 con buffer de 500 metros a las vías	Vías tipo 1 a 5 con buffer de 1000 metros a las vías	Resto
	Cobertura de internet móvil	No. de antenas/ km ²	> 2 antenas /10 km ²	< 2 antenas /10 km ²	Sin cobertura
	Energía eléctrica rural	Favorabilidad en el acceso (unidades)	> 7	5 -7	< 5
Dinámica del mercado de tierras	Tamaño predial	Ha	Predios cuyo tamaño presentan las mejores condiciones para la generación de excedentes al productor.	Predios cuyo tamaño tiene una condición moderada para la generación de excedentes para el productor.	Predios cuyo tamaño restringen la generación de excedentes al productor y requiere acceso a más de una unidad predial.
	Tendencia a la formalidad	Predios	Con matrícula inmobiliaria sin presunción de informalidad	-	Predios sin información catastral, predios con mejoras, predios sin interrelación catastro registro, predios con falsa tradición, predios con presunción de baldíos, predios con presunción de Informalidad, predios con resolución de inscripción en el registro 1 de la Ley de tierras despojadas y abandonadas forzosamente y predios inscritos en el RUPTA.

Criterios	Variables	Unidad de medida	Aptitud		
			Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)
	Avalúo catastral	Millones de pesos (COP)	< 2,5	2,5-13,5	> 13,5 y predios en propiedad horizontal (PH y condominio) y con destinos económicos industriales, comerciales y recreativos
	Arriendo rural	Miles de pesos/ ha/año	< 400	400-1000	> 1000
Asociatividad e institucionalidad	Asociaciones de productores y gremio	Tiempo de desplazamiento (h)	< 1	1-2	> 2
	Epsea	Tiempo de desplazamiento (h)	< 1	1-2	> 2
	Agrosavia	Tiempo de desplazamiento (h)	< 1	1-2	> 2
	ICA	Tiempo de desplazamiento (h)	< 1	1-2	> 2
Disponibilidad Mano de Obra	Mano de obra familiar	Área predial de las UPA con mano de obra familiar	Mano de obra familiar ≥ 50 % del total de los trabajadores permanentes	-	mano de obra familiar (< 50 %) del total de los trabajadores permanentes
	Densidad población en edad de trabajar (PET)	Número de personas rurales por km ²	> 21,91	9,89-21,91	< 9,89
	Oferta educativa	Tiempo de desplazamiento (h)	Desplazamiento con los tiempos más bajos a cabeceras con oferta educativa	Desplazamiento con los tiempos moderados a cabeceras con oferta educativa	Desplazamiento con los tiempos altos a cabeceras con oferta educativa
Seguridad ciudadana	Homicidios rurales	Tasa por cada 1000 habitantes	Sin ocurrencia del delito	≤ 0,8265	>0,8265
	Extorsiones rurales	Tasa por cada 1000 habitantes	Sin ocurrencia del delito	≤ 0,2066	>0,2066
	Hurtos rurales	Tasa por cada 1000 habitantes	Sin ocurrencia del delito	≤ 6,2464	>6,2464
	Secuestros rurales	Tasa por cada 1000 habitantes	Sin ocurrencia del delito	≤ 0,0617	>0,0617
Indicadores económicos	Créditos otorgados	Municipios	Con créditos otorgados	-	Sin créditos
	Zonas más afectadas por el conflicto armado (Zomac)	Municipios	Declarados ZOMAC	Resto	-
	Planes de desarrollo con enfoque territorial (PDET)	Municipios	Declarados PDET	Resto	-
	Valor agregado agrícola municipal	Participación (%)	> 49,2	49,2-19,6	< 19,6
	Desempeño municipal	Indicador desempeño municipal DNP	> 55	45-55	< 45

Continúa en la página siguiente



Criterios	Variables	Unidad de medida	Aptitud		
			Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)
Condiciones de vida	Dimensión condiciones en salud	Porcentaje promedio de hogares con privaciones (%)	< 8,40	8,40-13,35	> 13,35
	Dimensión condiciones en trabajo	Porcentaje promedio de hogares con privaciones (%)	< 60,75	60,75-71,15	>71,15
	Dimensión condiciones en niñez y juventud	Porcentaje promedio de hogares con privaciones (%)	< 6,93	6,93-11,50	> 11,50
	Dimensión condiciones educativas del hogar	Porcentaje promedio de hogares con privaciones (%)	< 44,45	44,45-54,60	> 54,60
	Dimensión condiciones en vivienda y acceso a servicios públicos	Porcentaje promedio de hogares con privaciones (%)	< 15,88	15,88-30,94	> 30,94

Fuente: elaboración propia.

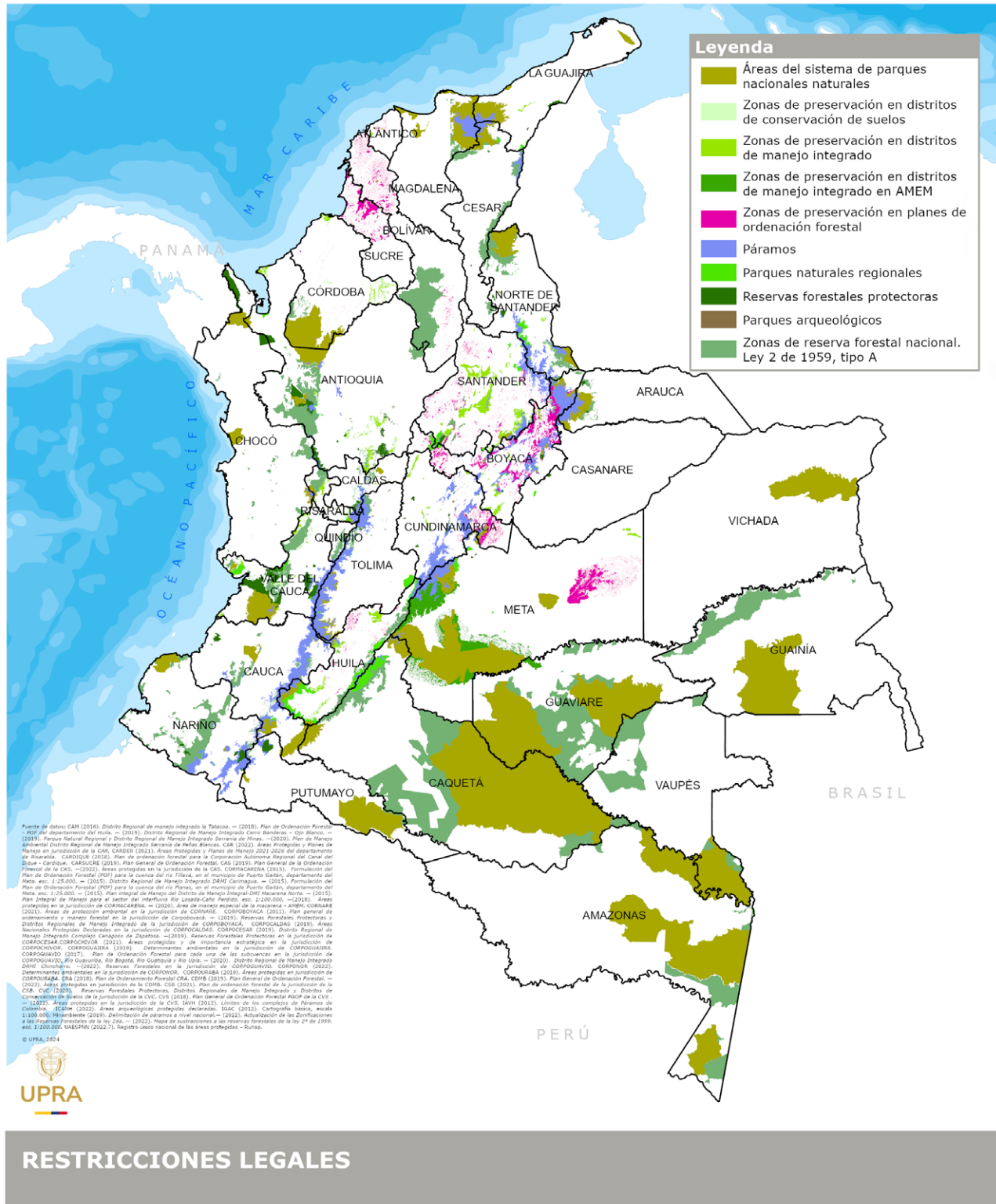
3.4. Frontera agrícola nacional (FAN)

En esta fase de la metodología se identificó la normatividad que regula la realización de las actividades agropecuarias, ya sea de forma condicionante o restringida. Los lineamientos corresponden a las directrices o reglas que orientan o restringen un uso determinado del territorio rural, lo que implicó, en este caso, condicionantes o restricciones para el uso.

La frontera agrícola nacional (FAN) es el límite del suelo rural donde se permiten y promueven las actividades agropecuarias (agrícolas, pecuarias, acuícolas, pesqueras y forestales), que reconoce aquellas áreas en las que, por consideraciones legales, políticas y técnicas, están restringidas (adaptado de la Resolución 261 de 2018 del MinAgricultura).

Para el 2024, la FAN es de 42.944.940 ha en su versión V4_1 (37,6 % del territorio continental e insular). De esta superficie, 20.141.450 ha corresponden a aquellas áreas donde las actividades agropecuarias son permitidas. Las restantes 22.803.490 ha están condicionadas por ser territorios con características diferenciales desde el punto de vista étnico-cultural; ambiental o de gestión de riesgo agropecuario (figura 12). Estas zonas merecen especial atención al momento de efectuar en ellas cualquier actividad agropecuaria dado que, en los ámbitos regional o local, pueden llegar a tener algún tipo de restricción.

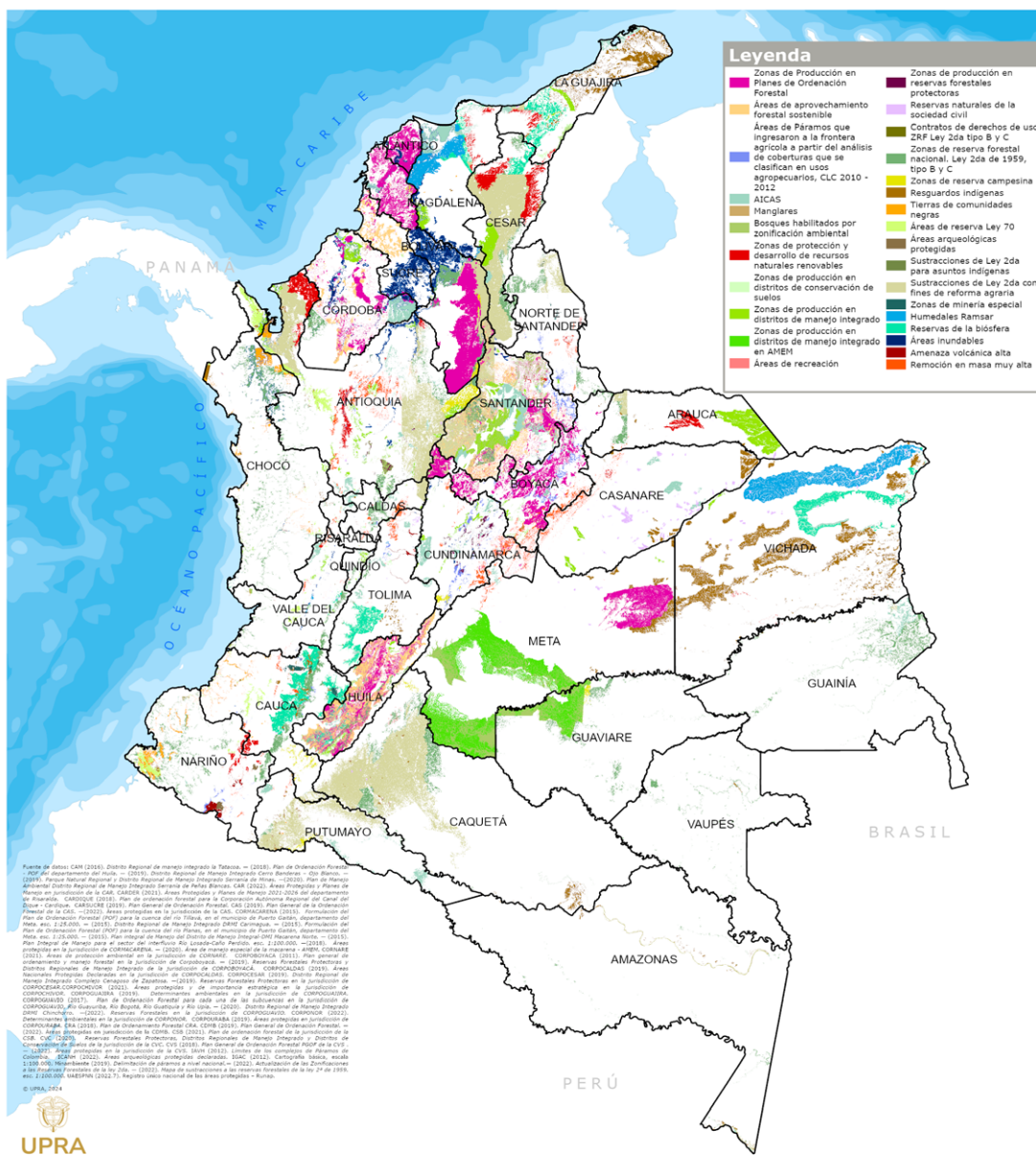
Figura 12. Mapa de condicionantes legales





Por otra parte, el área por fuera de la FAN tiene restringidas para actividades agropecuarias 26.419.249 ha, representadas en las siguientes figuras: páramos; áreas de Ley 2 categoría A; parques arqueológicos protegidos; zonas de preservación de la AMEN; zonas de preservación de los Distritos de Manejo Integrado y de los Distritos Regionales de Manejo Integrado; el sistema de parques nacionales naturales (PNN); los parques regionales naturales; las reservas forestales protectoras nacionales y regionales; las zonas de preservación de los planes de ordenación forestal; y las zonas de preservación de los Distritos de Conservación de Suelos (DCS) (figura 13).

Figura 13. Mapa de restricciones legales



CONDICIONANTES LEGALES

Fuente: elaboración propia.

Otras restricciones llegan a 38.372.737 ha que hacen parte del Acuerdo Cero deforestación suscrito por Colombia en el Acuerdo de París, basado en la cartografía de Bosque no Bosque del Ideam (2010), y otras 6.338.045 ha de restricciones técnicas que corresponden a otras coberturas no agropecuarias.

3.5. Análisis multicriterio

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

66

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

3.5.1. Proceso analítico jerárquico

Dentro de la evaluación multicriterio, una de las técnicas más empleadas es el proceso analítico jerárquico (AHP, por sus siglas en inglés), 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 (Saaty, 1980).

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, se genera el valor de la ponderación para poder realizar la suma lineal ponderada en la siguiente fase de análisis.

Una vez construido el modelo jerárquico, se realizaron comparaciones entre pares de dichos elementos (criterios), se atribuyeron valores numéricos a las preferencias señaladas por las personas y se entregó una síntesis de estas mediante la agregación de esos juicios parciales. El fundamento del proceso de Saaty se basó en dar valores numéricos a los juicios emitidos por las personas, con lo cual se logró medir cómo contribuyó cada elemento de la jerarquía al nivel inmediatamente superior del cual se desprendió. Para estas comparaciones, se utilizaron escalas de razón en términos de preferencia, importancia o probabilidad, sobre la base de una escala numérica propuesta por Saaty (tabla 16).



Tabla 16. Escala de preferencia o importancia dentro del proceso analítico jerárquico

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

Fuente: UPRA (2014).

3.5.2. Matriz del proceso analítico jerárquico

Siguiendo el procedimiento planteado, se realizó la comparación por pares de criterios para calificar cada uno según 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 17 muestra que A es una matriz de comparaciones pareadas de n criterios a_{ij} y 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 17. Esquema de la matriz de comparación según criterio

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

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

Fuente: elaboración propia.

Partiendo de la matriz de comparaciones obtenida para cada 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:

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

Donde:

n = número de criterios

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

La tabla 18 presenta la matriz de evaluación multicriterio para la zonificación de aptitud del cultivo de coco para los componentes físicos y socioecosistémicos. Por su parte, la tabla 19 muestra la matriz de evaluación multicriterio para el componente socioeconómico.

Tabla 18. Matriz de integración biofísica para la zonificación de aptitud del cultivo de coco

Criterios	Condiciones climáticas	Toxicidad por sales, sodio y aluminio	Disponibilidad de nutrientes	Integridad ecológica	Capacidad de laboreo	Condiciones enraizamiento	Cambio de cobertura	Apropiación de agua	Disponibilidad de oxígeno	Disponibilidad de humedad	Variación del contenido estimado de carbono	Susceptibilidad a la pérdida de suelos	Susceptibilidad fitosanitaria	Pesos ponderados (%)
Condiciones climáticas														19,8
Toxicidad por sales, sodio y aluminio	1													18,2
Disponibilidad de nutrientes	1/3	1/3												13,6
Integridad ecológica	1/3	1/3	1/3											10,7
Capacidad de laboreo	1/3	1/3	1/3	1/3										8,7
Condiciones enraizamiento	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3									7,1
Cambio de cobertura	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3								5,5
Apropiación de agua	1/5	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3							4,5
Disponibilidad de oxígeno	1/5	1/5	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3						3,6
Disponibilidad de humedad	1/5	1/5	1/5	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3					3,0
Variación del contenido estimado de carbono	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3				2,4
Susceptibilidad a la pérdida de suelos	1/7	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3			1,8
Susceptibilidad fitosanitaria	1/9	1/7	1/7	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1/3		1,2

Fuente: elaboración propia.



Tabla 19. Matriz de integración socioeconómica para la zonificación de aptitud del cultivo de coco

Criterio	Infraestructura productiva	Infraestructura, bienes y servicios	Asociatividad e Institucionalidad	Disponibilidad mano de obra	Dinámica del mercado de tierras	Seguridad ciudadana	Indicadores económicos	Condiciones de vida	Pesos ponderados (%)
Infraestructura productiva	1								31,9
Infraestructura, bienes y servicios	1/3	1							23,3
Asociatividad e Institucionalidad	1/3	1/3	1						15,6
Disponibilidad mano de obra	1/3	1/3	1/3	1					11,4
Dinámica del mercado de tierras	1/5	1/5	1/3	1/3	1				7,1
Seguridad ciudadana	1/5	1/5	1/3	1/3	1/3	1			5,4
Indicadores económicos	1/7	1/5	1/5	1/5	1/3	1/3	1		3,3
Condiciones de vida	1/7	1/7	1/7	1/5	1/5	1/5	1/3	1	2,0

Fuente: elaboración propia.

La tabla 20 muestra la matriz de paso mediante la cual se cruzan los criterios físicos y socioecosistémicos (matriz biofísica) y los criterios socioeconómicos (matriz socioeconómica) para la generación del mapa integrado de la zonificación de aptitud del cultivo de coco en Colombia a escala 1:100.000.

Tabla 20. Matriz de paso para el cruce de componentes para la zonificación de aptitud del cultivo de coco

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

Fuente: elaboración propia.

Se combinó la información de los criterios considerados en la zonificación realizando una suma lineal ponderada; a los criterios se les aplicaron los pesos calculados para cada uno y se obtuvieron los mapas preliminares de evaluación de tierras para el cultivo de coco.

$$S = \sum W_i * X_i$$

Donde:

S = mapa con categorías de aptitud

W_i = peso del criterio i

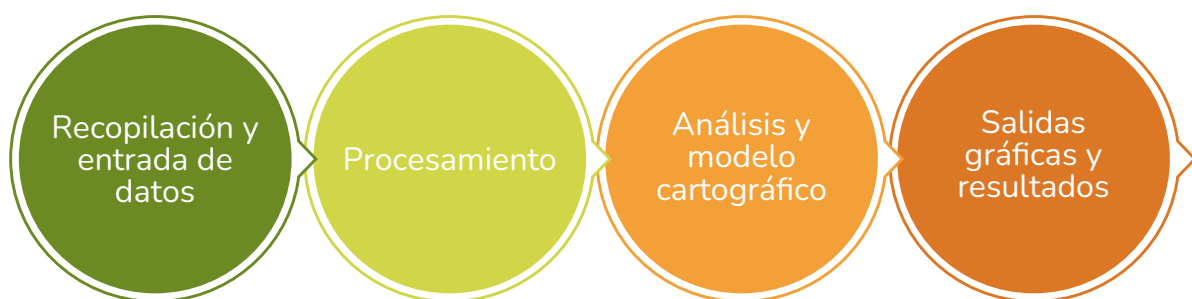
X_i = valor del criterio i (valores 1, 2 o 3, correspondientes a la categoría de aptitud).

3.6. Análisis espacial y modelo cartográfico

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

Dentro del proceso de evaluación de tierras, esta fase soportó muchos de los productos intermedios de tipo espacial para la obtención de los mapas de aptitud del cultivo de coco. Los pasos empleados por la Oficina de Tecnologías de la Información y Comunicaciones (OTIC) de la UPRA se presentan en la figura 14.

Figura 14. Proceso de análisis de información espacial para la obtención del mapa de aptitud



Fuente: UPRA (2014).

- **Recopilación de información:** Consistió en la búsqueda, solicitud y evaluación de la información (espacial y alfanumérica) utilizada por los diferentes componentes. Esta información provino de entidades oficiales relacionadas con la producción de esta.
- **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 evaluación de tierras.

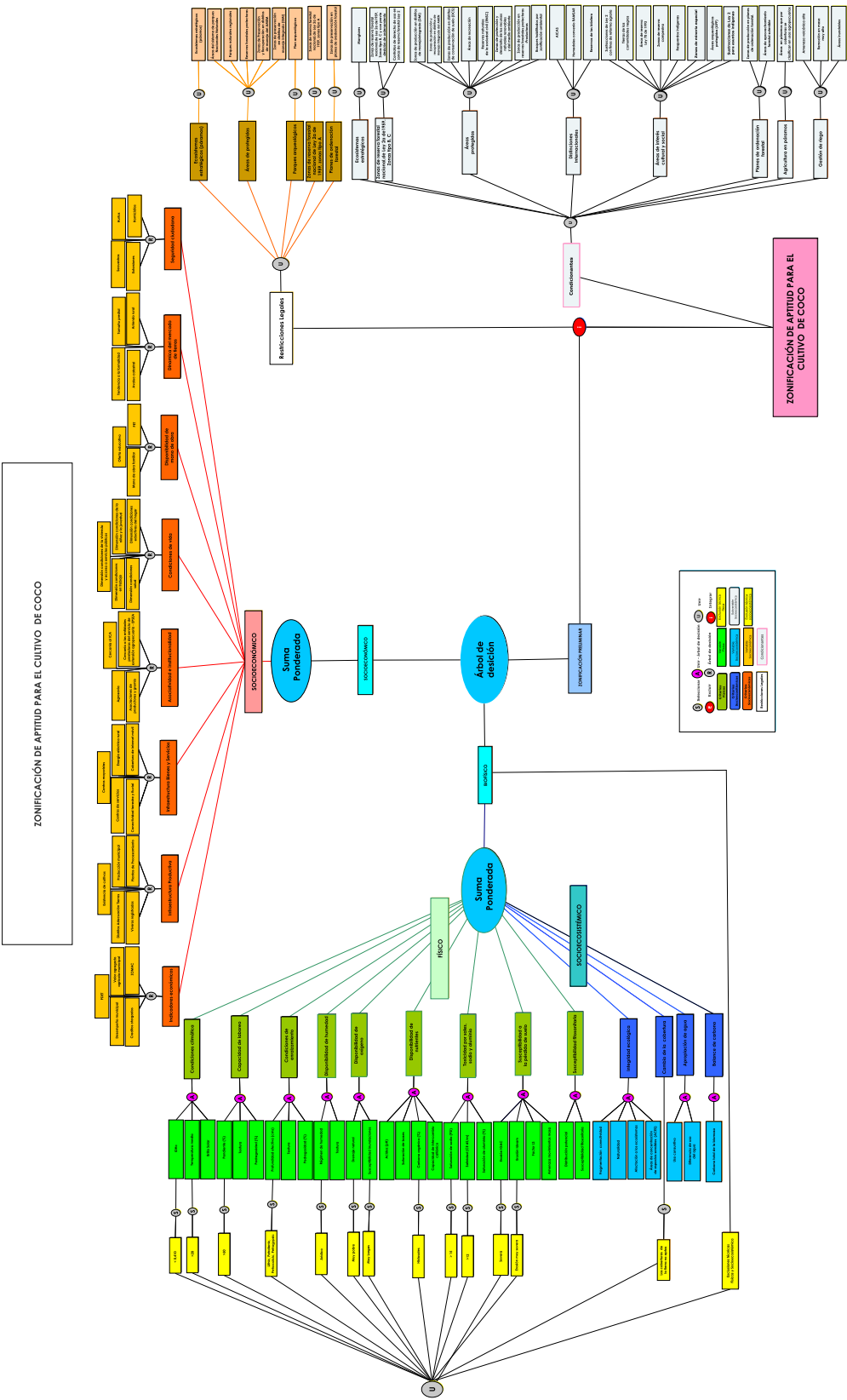
- **Análisis de la información:** Consistió en generar y evaluar las salidas gráficas de cada criterio de conformidad con los rangos de calificación establecidos por el grupo de expertos. Los criterios se estandarizaron en rangos entre 0 y 3, que indicaban la transición entre lo no apto (0) y lo muy 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 de variables y criterios generados por cada componente, la integración de estas capas ponderando su valor de acuerdo con los resultados del análisis multicriterio y la integración de las exclusiones legales y condicionantes.

Uno de los procedimientos de mayor empleo 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 aptitud.

- **Salidas gráficas y resultados:** Consistió en la presentación, a manera de mapas y estadísticas por departamento y municipio, de las zonas aptas y no aptas para los cultivos comerciales de fríjol y de caupí. Estas salidas fueron soportadas dentro de la geodatabase (GDB) del proyecto.

En la figura 15 se presenta el modelo cartográfico integral para la zonificación de aptitud del cultivo de coco.

Figura 15. Modelo cartográfico integral para la zonificación de aptitud del cultivo de coco



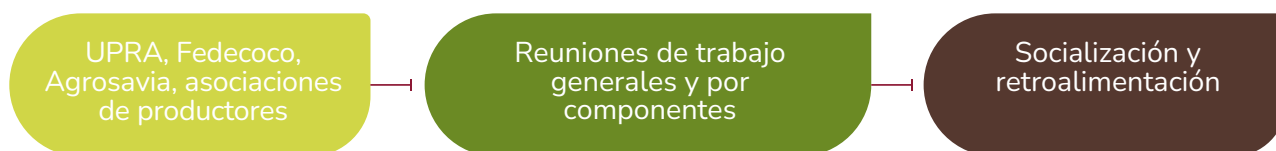
Fuente: elaboración propia.



3.7. Proceso de socialización y validación de los mapas

En la figura 16 se presenta la estrategia planteada para la socialización y validación de la zonificación de aptitud para el cultivo de coco, escala 1:100.000.

Figura 16. Estrategia de socialización y validación de la zonificación de aptitud



Fuente: elaboración propia.

3.7.1. Socialización y visitas de campo

La UPRA adelantó un proceso de socialización del TUT de coco (*Cocos nucifera* L.) en abril y septiembre de 2024. El proceso consistió en la presentación de los criterios y variables de los componentes físico, socioecológico y socioeconómico ante el gremio (Fedecoco), organizaciones de productores, alcaldías municipales, Agrosavia y productores en general del cocotero en diferentes zonas del país (tabla 21).

Tabla 21. Socializaciones y visitas a campo de la zonificación de aptitud para el cultivo de coco

Primeras socializaciones y recorridos de campo	
<p>Timbiquí, Cauca. 11 de abril de 2024.</p> <p>Instalaciones de la Alcaldía de Timbiquí, con la participación de Fedecoco y el ICA.</p> <p>Socialización de la metodología de la zonificación de aptitud para el cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.).</p>	

Continúa en la página siguiente

Primeras socializaciones y recorridos de campo

Tumaco, Nariño. 11 de abril de 2024.

Instalaciones de Fedecoco, con la participación de Agrosavia centro de investigación El Mira.

Socialización de la metodología de la zonificación de aptitud para el cultivo de coco (*Cocos nucifera* L.).



Tumaco, Nariño. 12 de abril de 2024.

Recorrido a viveros registrados ante el ICA y visita a Consejos comunitarios de Tumaco.

Socialización de la metodología de la zonificación de aptitud para el cultivo de coco (*Cocos nucifera* L.).



Arboletes, Antioquia. 17 de septiembre de 2024.

Instalaciones de Alcaldía, con la participación de funcionarios de las alcaldías de Necoclí, San Juan de Urabá y Mutatá y organizaciones de productores de la zona.

Socialización de resultados preliminares y de la metodología de la zonificación para el cultivo de coco (*Cocos nucifera* L.).



Moñitos, Córdoba. 18 de septiembre de 2024.

Instalaciones del Concejo Municipal de Moñitos con la participación de organizaciones de productores del municipio, MinAgricultura y Secretaría de Desarrollo Agroindustrial de Córdoba.

Socialización de resultados preliminares y de la metodología de la zonificación para el cultivo de coco (*Cocos nucifera* L.).





Primeras socializaciones y recorridos de campo

San Bernardo del Viento, Córdoba. 19 de septiembre de 2024.

Auditorio de la alcaldía municipal de San Bernardo del Viento con la participación de organizaciones de productores del municipio.

Socialización de resultados preliminares y de la metodología de la zonificación para el cultivo de coco (*Cocos nucifera* L.).



Santa Marta, Magdalena. 20 de septiembre de 2024.

Instalaciones de la Secretaría de Agricultura de Santa Marta y actores de la cadena productiva de coco.

Socialización de resultados preliminares y de la metodología de la zonificación para el cultivo de coco (*Cocos nucifera* L.).



Santa Marta, Magdalena. 20 de septiembre de 2024.

Instalaciones de la Secretaría de Agricultura de Santa Marta y actores de la cadena productiva de coco.

Socialización de resultados preliminares y de la metodología de la zonificación para el cultivo de coco (*Cocos nucifera* L.).



Fuente: elaboración propia.

3.7.2 Validación de rangos y mapas de aptitud

En septiembre de 2024, se realizaron recorridos de campo a diferentes regiones del país, con la finalidad de validar los rangos y los mapas resultantes de la zonificación de aptitud del cultivo de coco (*Cocos nucifera* L.). En la tabla 22 se presentan algunos de los lugares visitados.

Tabla 22. Validación de mapas integrados para la zonificación de aptitud para el cultivo de coco

Validación de resultados en campo	
<p>Arboletes, Antioquia. 17 de septiembre de 2024.</p> <p>Recorrido por plantaciones.</p>	
<p>Moñitos, Córdoba. 18 de septiembre de 2024.</p> <p>Recorrido por plantaciones.</p>	
<p>San Bernardo del Viento, Córdoba. 19 de septiembre de 2024.</p> <p>Recorrido de validación.</p>	
<p>Dibulla, La Guajira. 20 de septiembre de 2024.</p> <p>Recorrido de validación finca La Gloria.</p>	

Fuente: elaboración propia.



4. Resultados

A photograph of several coconuts, some green and some brown, resting on a wooden structure. The background is a blurred outdoor scene with trees and a building. The text "4. Resultados" is overlaid in white on the right side of the image.



El mapa de la zonificación de aptitud para el cocotero mostró que Colombia dispone de 24.414.858 ha aptas para el desarrollo de este cultivo, un 21,4 % del área del país, equivalente a 56,9 % de la FAN. Del total de las áreas aptas, el 32,6 %, corresponde a aptitud alta (A1); el 19,6 %, a aptitud media (A2) y el 47,7 %, a aptitud baja (A3). Las zonas no aptas (N1) llegaron a 63.240.864 ha (tabla 23 y figura 17).

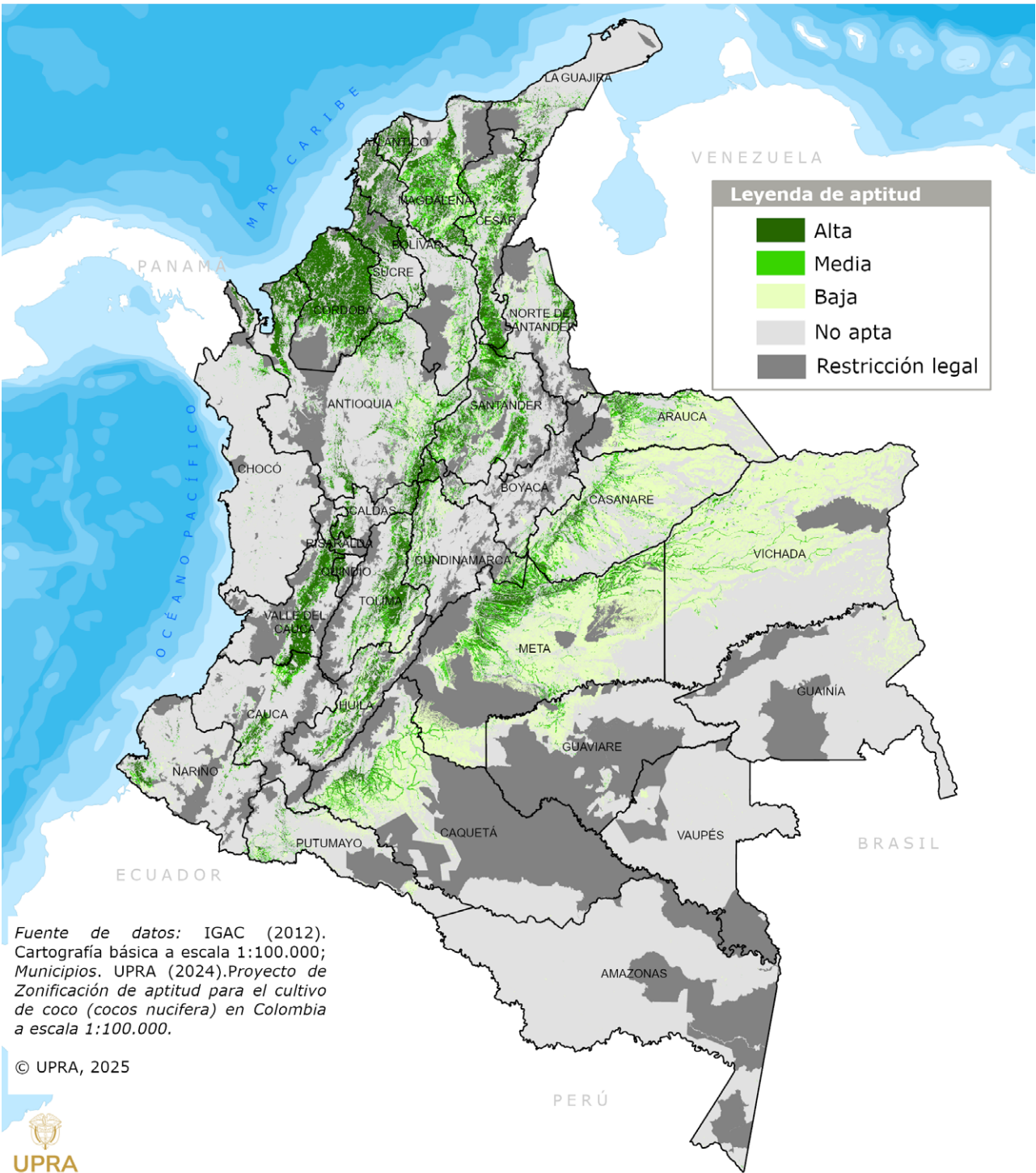
Tabla 23. Áreas según categorías de aptitud para el cultivo de coco (escala 1:100.000)

Aptitud	Área (ha)	% nacional	% FA *
Alta (A1)	7.966.151	7,0	18,5
Media (A2)	4.796.333	4,2	11,2
Baja (A3)	11.652.374	10,2	27,1
Total, área apta	24.414.858	21,4	56,9
No apta técnico (N1)	63.240.864	55,4	
Restricción legal (N2)	26.419.249	23,2	
Total, territorio nacional	114.074.970		

* FA nacional: 42.944.940 ha.

Fuente: elaboración propia.

Figura 17. Mapa integrado de zonas aptas para el cultivo de coco en Colombia (escala 1:100.000)



INTEGRADO GENERALIZADO

Fuente: elaboración propia.



Con respecto a la aptitud total, la mayor superficie se encuentra en la Orinoquía en Meta; Vichada y Casanare que, en conjunto, participan con un 41 % de las zonas potenciales identificadas en Colombia para este cultivo (tabla 24).

Tabla 24. Departamentos con aptitud total, aptitud alta (A1), aptitud media (A2) y aptitud baja (A3) para el cultivo de coco en Colombia (ha)

Departamentos	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	Total-apto
Meta	500.511	772.652	2.809.636	4.082.798
Vichada	28.974	236.894	3.491.549	3.757.417
Casanare	157.851	394.115	1.605.999	2.157.964
Córdoba	1.329.612	129.262	21.782	1.480.656
Antioquia	790.968	418.892	183.869	1.393.729
Caquetá	105.928	363.830	896.000	1.365.758
Arauca	91.461	190.317	819.825	1.101.604
Cesar	581.460	301.040	130.522	1.013.022
Magdalena	529.855	356.294	115.938	1.002.086
Santander	492.845	350.967	127.221	971.033
Tolima	457.291	180.615	118.954	756.860
Bolívar	425.010	156.683	74.516	656.208
Valle del Cauca	438.437	65.003	8.303	511.742
Huila	222.767	127.996	116.741	467.504
Cundinamarca	209.784	141.574	101.097	452.455
Sucre	385.891	28.999	265	415.155
Guaviare	5.578	47.517	317.731	370.825
Cauca	204.927	102.324	48.442	355.694
Norte de Santander	141.641	91.814	109.783	343.238
Putumayo	41.099	69.364	157.982	268.445
La Guajira	123.834	66.067	26.354	216.255
Boyacá	121.894	52.564	37.325	211.783
Guainía	-	1.684	206.854	208.538
Caldas	177.751	20.201	3.719	201.671
Nariño	71.287	55.966	63.990	191.244
Atlántico	159.396	18.310	140	177.846
Chocó	56.675	48.360	23.486	128.521
Risaralda	60.867	5.038	680	66.586
Quindío	52.266	583	-	52.848
Vaupés	-	435	27.586	28.022
Amazonas	292	975	6.085	7.352
San Andrés, Providencia y Santa Catalina	-	-	-	-
Total general	7.966.151	4.796.333	11.652.374	24.414.858

Fuente: elaboración propia.

Los departamentos que mostraron la mayor aptitud alta (A1) se localizan en el Caribe colombiano: Córdoba con 1.329.612 ha; Antioquia con 790.968 ha; Cesar con 581.460 ha y Magdalena con 529.855 ha. Le siguen en importancia departamentos del interior del país como Meta, Santander, Tolima y Valle del Cauca.

La aptitud media (A2) está representada en departamentos como Meta; Antioquia; Casanare; Caquetá y Magdalena. Por otra parte, los departamentos que representan la mayor superficie de aptitud baja (A3) se distribuyen en la Orinoquía: Vichada; Meta; Casanare y Arauca, así como en la Amazonía en Caquetá; Guaviare; Guainía y Putumayo.

Asimismo, los municipios que presentaron la mayor aptitud total para el cultivo de coco en Colombia se encuentran localizados en diferentes departamentos del territorio nacional: Cumaribo, La Primavera y Puerto Carreño en el Vichada; Puerto Gaitán en Meta y Paz de Ariporo en Casanare (tabla 25).

Tabla 25. Municipios con mayor aptitud total para el cultivo de coco en Colombia

Municipio	Total, aptitud (ha)
Cumaribo (Vichada)	1.574.446
La Primavera (Vichada)	1.266.973
Puerto Gaitán (Meta)	1.111.588
Puerto Carreño (Vichada)	641.921
Paz de Ariporo (Casanare)	632.626
La Macarena (Meta)	491.354
Puerto López (Meta)	478.394
Mapiripán (Meta)	426.454
Hato Corozal (Casanare)	382.128
San Martín (Meta)	375.096

Fuente: elaboración propia.

La tabla 26 muestra los municipios que obtuvieron las mayores extensiones por categoría de aptitud: con aptitud alta (A1) sobresalen Montería y Planeta Rica en Córdoba; Puerto López en Meta; Cimitarra en Santander y Valledupar en Cesar. Por otra parte, en aptitud media (A2) se destacan municipios localizados en la Orinoquía, como Puerto Gaitán y Puerto López en el Meta; Cumaribo y La Primavera en Vichada y Arauquita en Arauca. Por último, los municipios de mayor aptitud baja (A3) se localizan también en los Llanos Orientales: Cumaribo, La Primavera y Puerto Carreño en el Vichada; Puerto Gaitán en Meta y Paz de Ariporo en Casanare.



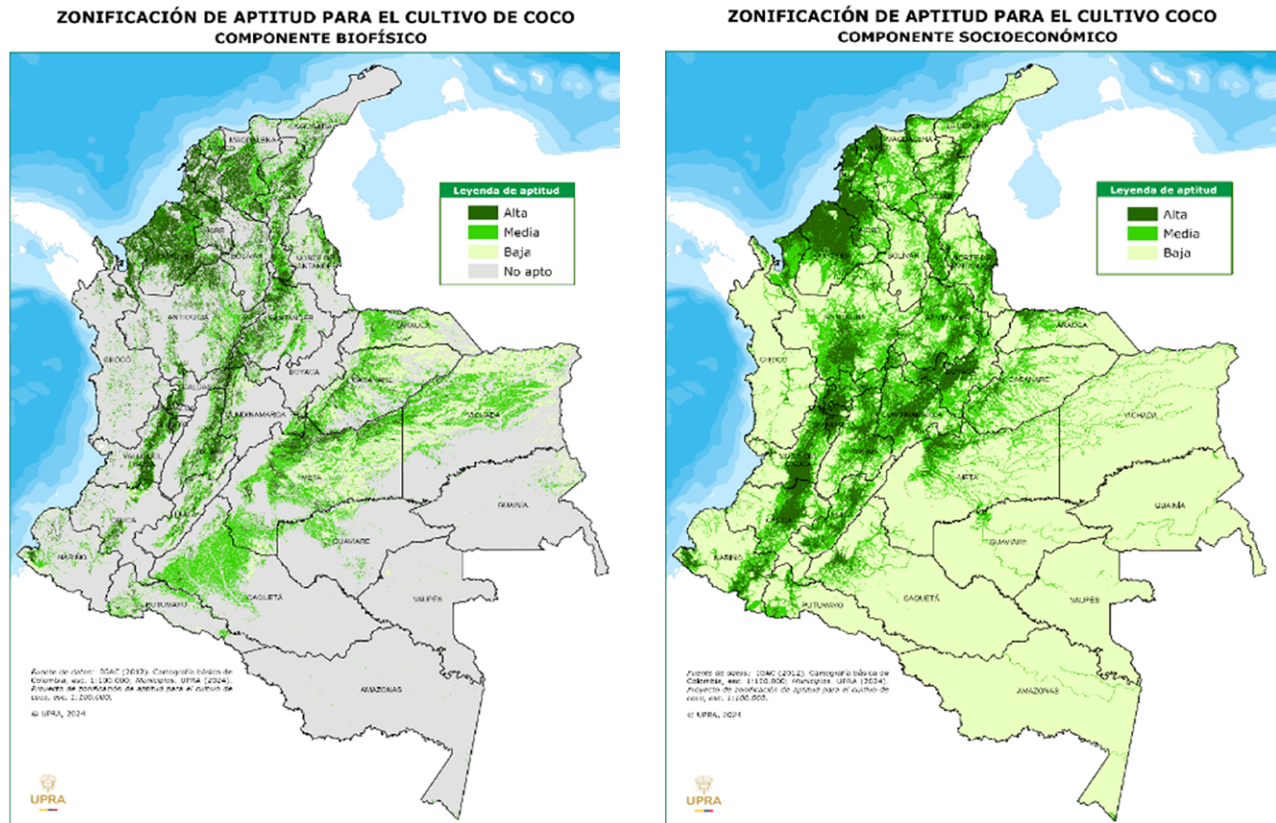
Tabla 26. Municipios con mayor aptitud alta (A1), aptitud media (A2) y aptitud baja (A3) para el cultivo de coco en Colombia (ha)

Municipio	Aptitud alta (A1)	Municipio	Aptitud media (A2)	Municipio	Aptitud baja (A3)
Montería (Córdoba)	244.042	Puerto Gaitán (Meta)	161.729	Cumaribo (Vichada)	1.447.626
Puerto López (Meta)	102.873	Cumaribo (Vichada)	120.090	La Primavera (Vichada)	1.178.343
Cimitarra (Santander)	96.944	Puerto López (Meta)	89.881	Puerto Gaitán (Meta)	879.059
Planeta Rica (Córdoba)	93.792	Araucuita (Arauca)	81.126	Puerto Carreño (Vichada)	637.244
Valledupar (Cesar)	91.509	La Primavera (Vichada)	74.996	Paz de Ariporo (Casanare)	572.425
Sahagún (Córdoba)	85.015	San Vicente del Caguán (Caquetá)	59.877	La Macarena (Meta)	454.989
Puerto Boyacá (Boyacá)	79.222	Cimitarra (Santander)	59.628	Mapiripán (Meta)	407.132
Turbo (Antioquia)	77.291	San Martín (Meta)	58.924	Hato Corozal (Casanare)	336.405
Villavicencio (Meta)	74.142	Paz de Ariporo (Casanare)	52.669	San Martín (Meta)	299.165
Necoclí (Antioquia)	73.043	Puerto Rico (Caquetá)	50.382	Puerto López (Meta)	285.640

Fuente: elaboración propia.

Por su parte, el mapa biofísico que integra los criterios físicos y socioecosistémicos, muestra tres regiones de la mejor aptitud para el cultivo de cocotero: la primera, en la costa Caribe, en Córdoba; Antioquia; Cesar y Magdalena. La segunda zona corresponde al valle geográfico del río Magdalena en Santander, Antioquia y Tolima; y el valle del río Cauca en el Valle del Cauca. La tercera zona se localiza en el Meta. No obstante lo anterior, la mayor superficie apta se encuentra en la Orinoquía en Meta, Vichada y Casanare, departamentos que alcanzan un 41 % de la superficie total identificada para este cultivo (figura 18).

Figura 18. Mapas intermedios de la zonificación de aptitud para el cultivo de coco en Colombia (escala 1:100.000)



Fuente: elaboración propia.

Asimismo, el mapa socioeconómico muestra una mejor aptitud en dos regiones: la costa Caribe y en el Occidente, el valle del río Cauca, donde la oferta de bienes, servicios e infraestructura favorecen la producción de coco. El andén Pacífico, otrora región productora de la fruta y la Orinoquia colombiana presentan la menor aptitud debido a su baja competitividad.





5. Conclusiones



Colombia dispone de suficiente área apta para el cultivo de coco. Se identificaron 24,4 millones de ha aptas potenciales a lo largo del territorio nacional.

El mapa integrado muestra tres zonas con la mejor aptitud como resultado de una amplia oferta de bienes, servicios e infraestructura disponible que facilita la producción de coco: la primera, la costa Caribe en Córdoba; el norte de Antioquia y Magdalena. La segunda zona comprende el valle geográfico del río Cauca en el Valle del Cauca y Cauca.

El andén Pacífico, identificada como zona de tradición cocotera, presenta igualmente aptitud baja (A3) incrementada por los problemas de orden fitosanitario que hicieron desaparecer plantaciones enteras en algunos municipios de Cauca y Chocó.

La Orinoquía colombiana presenta la mayor extensión apta para el cocotero. Se destacan los departamentos del Meta; Vichada; Casanare y Arauca. Sin embargo, en esta zona predomina la aptitud baja (A3) como resultado de las limitaciones en la oferta y acceso a bienes, servicios e infraestructura para el cultivo.

Referencias

- Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID). (2015). *Plan de negocios para coco* (Cocus nucifera). https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PA00M94J.pdf
- Centro de Comercio Internacional. (2024). *TradeMap*. <https://www.trademap.org>
- CIDH. (2009). *Informe sobre seguridad ciudadana y derechos humanos*. <https://www.cidh.org/countryrep/Seguridad/seguridadvi.sp.htm#:~:text=La%20seguridad%20ciudadana%20es%20concebida,comprometidos%20frente%20a%20las%20mismas>
- Cintra, F., & Aragão, W. (2007). *Empresa Brasileira de Investigación Agropecuaria - Embrapa*. <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/coco/pre-producao/caracteristicas-da-especie/caracteristicas-botanicas/raiz>
- Ciontescu, N. (2012). *Instructivo metodológico para ejecutar indicadores de estado de conservación ArcGis-Fragstas*.
- Congreso de la República de Colombia. (1993). *Ley 41 por la cual se organiza el subsector de adecuación de tierras y se establecen sus funciones*.
- Congreso de la República de Colombia. (2003, junio). *Ley 811. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible*. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/06/ley-811-2003.pdf>
- Correa, A. (2009). Análisis del estado actual de conectividad de las coberturas vegetales de la cuenca media del río Tunjuelo. *Pérez-Arbeláezia*, 19, 115–139.
- Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. (1961). *Land capability classification* (Agriculture Handbook No. 18).
- Departamento Nacional de Planeación. (2010). *Plan Nacional de Desarrollo 2010–2014*. <https://www.dnp.gov.co/Plan-Nacional-de-Desarrollo/PND-2010-2014/paginas/Plan-Nacional-De-2010-2014.aspx>
- Departamento Nacional de Planeación. (2018). *Censo Nacional de Población y Vivienda: Medida de pobreza multidimensional*.



- Departamento Nacional de Planeación. (2018). *Medición del desempeño municipal MDM: Informe de resultados*. https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Desarrollo%20Territorial/Portal%20Territorial/MDM/Informe%20de%20resultados_MDM_2018.pdf
- Doorenbos, J., & Kassam, A. (1979). *Efecto del agua sobre el rendimiento de cultivos. Riego y drenaje*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Eastman, J., Jin, W., Kyem, P., & Toledano, J. (1995). *Raster procedures for multicriteria/multi-objective decisions*. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing.
- García, J., & Guerrero, M. (2003). *Guía técnica: Cultivo del cocotero*. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA).
- Harms, B., Brough, D., Philip, S., Bartley, R., Clifford, D., Thomas, M., & Willis, R. (2015). Digital soil assessment for regional agricultural land evaluation. *Global Food Security*, 5, 25–36. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2015.04.001>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2010). *Leyenda nacional de coberturas de la tierra: Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia escala 1:100.000*.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2017). *Mapa de distribución de la temperatura media anual, promedio multianual 1981–2010*.
- Legiscomex. (2024). *Estadísticas de comercio exterior*. Inteligencia Comercial y Comercio Internacional. <https://www.legiscomex.com/>
- Limones Briones, V., & Fernández Barrera, M. A. (2016). El cocotero: “El árbol de la vida”. *Desde el Herbario CICY*, 107–110. Centro de Investigación Científica de Yucatán.
- Lizano, M. (2006). *Guía técnica del cultivo de coco*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Departamento de Agricultura de Estados Unidos, Ministerio de Agricultura y Ganadería de El Salvador.
- Medaglia, M. (2020). *Oportunidades de comercialización para coco y subproductos*. Promotora del Comercio Exterior de Costa Rica (PROCOMER). <https://sistemas.procomer.go.cr/DocsSEM/680FCF2C-F0EB-4968-A9CC-57616E7E3197.pdf>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2018). *Resolución 261 de 2018*. <https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Resoluciones/Resoluci%C3%B3n%20No%20000261%20de%202018.pdf>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2019). *Cadena de coco: Dirección de cadenas productivas agrícolas y forestales*.

- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2012). *Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono y Resiliente al Clima (ECDBC)*. <https://www.minambiente.gov.co/cambio-climatico-y-gestion-del-riesgo/estrategia-colombiana-de-desarrollo-bajo-en-carbono-ecdbc/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (1976). *A framework for land evaluation* (Soils Bulletin 32).
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (1985). *Directivas: Evaluación de tierras para la agricultura de regadío*.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2003). *Evaluación de tierras con metodología FAO*.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2007). *Land and water discussion paper*. http://www.fao.org/nr/lman/docs/lman_070601_en.pdf
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2024, abril). *FAOSTAT*. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>
- Ortiz Lozano, L., & Granados Barba, A. (2009). Ecosystemic zonification as a management tool for marine protected areas in the coastal zone: Applications for the Sistema Arrecifal Veracruzano. *Ocean & Coastal Management*, 52, 317–323.
- Passos, E. (2010). *Embrapa: Características botánicas del tallo del cocotero*. Empresa Brasileira de Investigación Agropecuaria. <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/coco/pre-producao/caracteristicas-da-especie/caracteristicas-botanicas/caule>
- Programa de Desarrollo con Enfoque Territorial – PDET Nariño. (2023). *COCO: Una alternativa de vida digna en Tumaco* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=w3qkANMfjlw>
- Rodiek, J. (2008). Protecting ecosystems and open spaces in urbanizing environments. *Landscape and Urban Planning*, 3, 84. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2007.10.001>
- Rossiter, D. (2009). *Land evaluation: Towards a revised framework*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Saaty, T. (1980). *The analytic hierarchy process*. McGraw-Hill.
- Siraj, S., Mikhailov, L., & Keane, J. (2013). PriEsT: An interactive decision support tool to estimate priorities from pairwise comparison judgments. *International Transactions in Operational Research*, 22(2), 217–235.
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria. (2013). *Evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios a nivel nacional: Metodología a escala 1:100.000*.



- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria. (2014). *Metodología de zonificación de aptitud para plantaciones forestales a escala semidetallada 1:25.000*.
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria. (2016). *Memoria técnica: Zonificación de la aptitud del territorio rural para el cultivo comercial de tilapias en estanques en tierra*.
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria. (2017). *Lineamientos para la implementación de la estrategia de ordenamiento territorial agropecuario*.
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria. (2019). *Metodología de evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios a escala general*.
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria. (2023). *Evaluaciones Agropecuarias Municipales – EVA*.
- Vélez, L., & Gómez, A. (2008). Un marco conceptual y analítico para estimar la integridad ecológica a escala de paisaje. *Arbor*, 184(729), 31–44.





UPRA



Zonificación de aptitud para el **cultivo de coco** en Colombia

Fichas metodológicas de criterios y variables



Escala 1:100.000

Zonificación de aptitud para el **cultivo de coco** (*Cocos nucifera* L.) para el mercado nacional a escala 1:100.000

Fichas metodológicas de criterios y variables



Contenido

1. Fichas metodológicas del componente físico.....	98
1.1. Criterio Condiciones climáticas	98
1.1.1.Variable <i>Índice de disponibilidad de humedad para el cultivo (IDHc)</i>	101
1.1.2.Variable <i>Temperatura media anual</i>	104
1.1.3.Variable <i>Brillo solar medio diario anual</i>	106
1.2. Criterio <i>Toxicidad por sales, sodio y aluminio</i>.....	108
1.2.1.Variable <i>Salinidad y sodicidad</i>	111
1.2.2. Variable <i>Saturación de aluminio</i>	115
1.3. Criterio <i>Disponibilidad de nutrientes</i>.....	118
1.3.1.Variable <i>Acidez (pH)</i>	123
1.3.2.Variable <i>Capacidad de intercambio catiónico (CIC)</i>	127
1.3.3.Variable <i>Carbono orgánico</i>	130
1.3.4.Variable <i>Saturación de bases</i>	133
1.4. Criterio <i>Capacidad de laboreo</i>.....	137
1.4.1.Variable <i>Pendiente</i>	140
1.4.2.Variable <i>Textura</i>	142
1.4.3.Variable <i>Pedregosidad</i>	145
1.5. Criterio <i>Condiciones de enraizamiento</i>.....	147
1.5.1. Variable <i>Profundidad efectiva</i>	150
1.5.2. Variable <i>Textura</i>	154
1.5.3. Variable <i>Pedregosidad</i>	158
1.6. Criterio <i>Disponibilidad de oxígeno</i>	160
1.6.1 Variable <i>Drenaje natural</i>	163
1.6.2. Variable <i>Susceptibilidad a inundaciones</i>	165
1.7. Criterio <i>Disponibilidad de humedad</i>.....	168
1.7.1.Variable <i>Régimen de humedad</i>	171
1.7.2. Variable <i>Textura</i>	174
1.8. Criterio <i>Susceptibilidad a la pérdida de suelos</i>.....	177
1.9. Criterio <i>Susceptibilidad fitosanitaria</i>	182

1.9.1. Variable <i>Distribución de enfermedades y plagas de control oficial y estado de emergencia fitosanitaria según Resoluciones ICA 001786 de 2015 y 00017361 de 2023...</i>	186
1.9.2. Variable <i>Distribución potencial de la incidencia de enfermedades y plagas.....</i>	188
2. Fichas metodológicas del componente socioecosistémico.....	202
2.1. Criterio <i>Integridad ecológica</i>.....	194
2.1.1. Variable <i>Fragmentación y conectividad estructural de las coberturas naturales (FCECN)</i>	200
2.1.2. Variable <i>Índice de naturalidad (INAT)</i>	211
2.1.3. Variable <i>Áreas de concentración de especies sensibles (ACES)</i>	214
2.1.4. Variable <i>Afectación a ecosistemas naturales y seminaturales</i>	222
2.2. Criterio <i>Cambio de cobertura</i>	227
2.3. Criterio <i>Apropiación de agua</i>.....	234
2.3.1. Variable <i>Diferencia de uso consuntivo</i>	238
2.3.2. Variable <i>Diferencia de uso del agua</i>	243
2.4. Criterio <i>Variación del contenido estimado de carbono</i>.....	250
3. Fichas metodológicas del componente socioeconómico.....	274
3.1. Criterio <i>Infraestructura productiva</i>.....	256
3.1.1. Variable <i>Producción municipal</i>	261
3.1.2. Variable <i>Existencia de cultivos</i>	263
3.1.3. Variable <i>Plantas de procesamiento</i>	266
3.1.4. Variable <i>Viveros registrados</i>	268
3.1.5. Variable <i>Distritos de adecuación de tierras</i>	271
3.2. Criterio <i>Infraestructura, bienes y servicios</i>.....	273
3.2.1. Variable <i>Conectividad terrestre y fluvial</i>	277
3.2.2. Variable <i>Centros mayoristas</i>	280
3.2.3. Variable <i>Centros de servicios</i>	282
3.2.4. Variable <i>Energía eléctrica rural</i>	285
3.2.5. Variable <i>Cobertura de internet móvil</i>	294
3.3. Criterio <i>Asociatividad e institucionalidad</i>.....	299
3.3.3. Variable <i>Asociaciones de productores y gremio</i>	302
3.3.4. Variable <i>Entidades Prestadoras de Servicio de Extensión Agropecuaria (Epsea)</i>	305
3.3.5. Variable <i>Agrosavia</i>	307
3.3.6. Variable <i>ICA</i>	309
3.4. Criterio <i>Disponibilidad de mano de obra</i>.....	311



3.4.1. Variable Disponibilidad de mano de obra familiar	315
3.4.2. Variable Densidad de población en edad de trabajar (PET)	319
3.4.3. Variable Oferta educativa	324
3.5. Criterio <i>Dinámica del mercado de tierras</i>.....	329
3.5.1. Variable Tamaño predial.....	335
3.5.2. Variable Tendencia a la formalidad.....	339
3.5.3. Variable Avalúo catastral rural.....	343
3.5.4. Variable Arriendo rural.....	348
3.6. Criterio <i>Seguridad ciudadana</i>.....	352
3.6.1. Variable Homicidios rurales.....	357
3.6.2. Variable Extorsiones rurales.....	359
3.6.3. Variable Hurtos rurales.....	362
3.6.4. Variable Secuestros rurales.....	365
3.7. Criterio <i>indicadores económicos</i>.....	367
3.7.1. Variable Créditos otorgados.....	371
3.7.2. Variable Valor agregado agrícola municipal	374
3.7.3. Variable Desempeño municipal.....	380
3.7.4. Variable Zonas más afectadas por el conflicto armado (ZOMAC)	388
3.7.5. Variable Planes de Desarrollo con Enfoque Territorial (PDET)	391
3.8. Criterio <i>Condiciones de vida</i>.....	394
3.8.1. Variable Dimensión condiciones de salud	400
3.8.2. Variable Dimensión condiciones de trabajo	403
3.8.3. Variable Dimensión condiciones de la niñez y la juventud	406
3.8.4. Variable Dimensión condiciones educativas del hogar	409
3.8.5. Variable Dimensión condiciones de la vivienda y acceso a servicios públicos	412

1. Fichas metodológicas del componente físico

1.1. Criterio Condiciones climáticas

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional	
COMPONENTE: Físico SUBCOMPONENTE: Climático		
CRITERIO: Condiciones climáticas		
TIPO DE CRITERIO	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
<ul style="list-style-type: none">• Temperatura media anual, expresada en grados Celsius (°C).• Índice de disponibilidad de humedad para el cultivo (IDHc), expresado como índice, entre 0 y 1.• 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).		
IMPORTANCIA DEL CRITERIO		
Inciden directamente en la fisiología de las variedades del coco, afectando la tasa fotosintética, respiración, actividad enzimática, nutrición mineral, absorción y transporte del agua, metabolismo del nitrógeno, entre tantos, los cuales condicionan la posibilidad del establecimiento, crecimiento, desarrollo y producción (Campos Aranda, Daniel Fransisco , 2005) (Campos, 2205).		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO		
Debido a que la normal climatológica 1991 – 2020 no está disponible para algunas estaciones meteorológicas operadas por el Ideam, que registran los diferentes parámetros del clima, como por ejemplo la evapotranspiración de referencia, se generan inconvenientes para conocer la distribución espacial detallada y actualizada del clima en algunas regiones productoras de coco en el país.		
METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN		
El criterio se definió a partir de un árbol de decisión, donde se integraron las variables temperatura media anual, índice de disponibilidad de humedad y el brillo solar medio diario anual, construidas a partir de las normales climatológicas 1981 – 2010; 1991 - 2020 del Ideam.		



RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

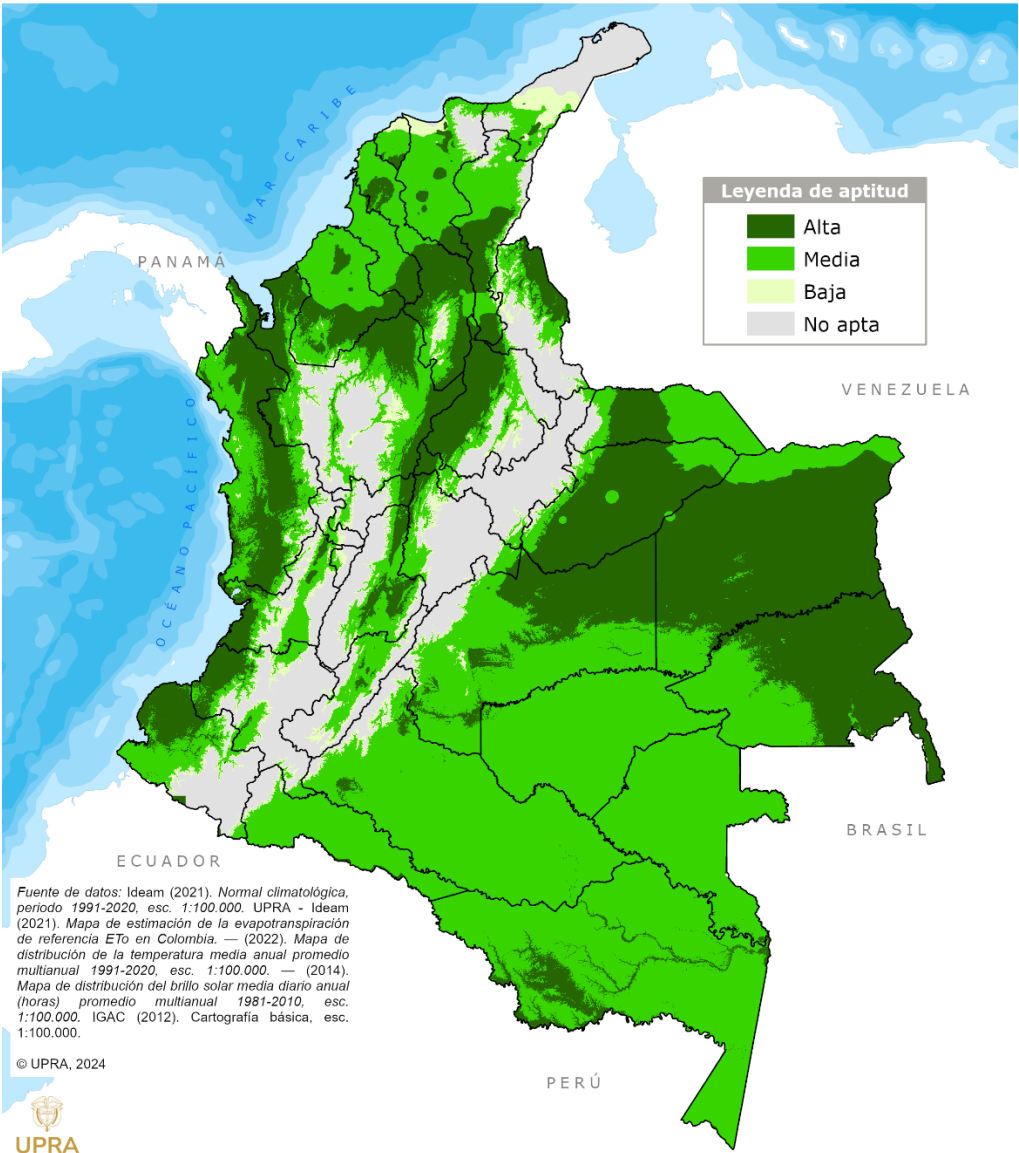
Las variables de este criterio se integraron en un árbol de decisión como se presenta a continuación:

Temperatura media (°C/año)	IDHc	Brillo solar medio diario anual (horas sol/día)	Aptitud
A1	A1	A1	A1
		A2	A1
		A3	A1
	A2	A1	A2
		A2	A2
		A3	A2
	A3	A1	A3
		A2	A3
		A3	A3
A2	A1	A1	A2
		A2	A2
		A3	A2
	A2	A1	A2
		A2	A2
		A3	A2
	A3	A1	A2
		A2	A3
		A3	A3
A3	A1	A1	A3
		A2	A3
		A3	A3
	A2	A1	A3
		A2	A3
		A3	A3
	A3	A1	A3
		A2	A3
		A3	A3
Cualquiera	N1	Cualquiera	N1
N1	Cualquiera	Cualquiera	N1
N1	Cualquiera	Sin distrito	N1
Cualquiera	N1	Con distrito	A1

Los rangos de aptitud, para cada una de las variables que componen el criterio de condiciones climáticas, son:

Criterio	Variable	Unidad	A1	A2	A3	N1
Condiciones climáticas	Temperatura media anual	Grados Celsius (°C)	> 26	22 - 26	20-22	< 20
	Índice de disponibilidad de humedad del cultivo (IDHc)	Índice	> 0,761	0,551 - 0,761	0,410 - 0,551	< 0,410
	Brillo solar medio diario anual	horas sol/día	> 5	4- 5	< 4	-

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO



CRITERIO CONDICIONES CLIMÁTICAS

**FUENTES DE INFORMACIÓN**

- Campos, D. (2005). *Agroclimatología cuantitativa de cultivos*. México: Trillas.
- Doorembos, J. y Kassam, A. (1979). *Yield response to wáter. Estudio de riego y drenaje* N °33, FAO, Roma. p. 193.
- Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales (Ideam) (2017). Mapa de distribución de la temperatura media anual, promedio multianual 1981-2010, escala: 1:100.000. Bogotá.
- Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales (Ideam) (2017). Mapa distribución del brillo solar medio diario anual, promedio multianual 1981-2010, escala: 1:100.000. Bogotá.
- Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales (Ideam) (2017). Tabla promedios mensuales multianuales de precipitación y evapotranspiración de referencia, periodo 1981-2010. Bogotá.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (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>

1.1.1. Variable *Índice de disponibilidad de humedad para el cultivo (IDHc)*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional	
COMPONENTE: Físico SUBCOMPONENTE: Climático		
CRITERIO ASOCIADO: Condiciones climáticas		
VARIABLE: Índice de disponibilidad de humedad para el cultivo (IDHc)	UNIDAD DE MEDIDA: Índice	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
Relación mensual entre la precipitación y la evapotranspiración actual del cultivo (Campos, 2005).		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO		
La variable se refiere al potencial de agua que se podría suministrar por la precipitación natural. Las necesidades de agua para los cultivos son estimadas a través de la evapotranspiración actual y son suplidos en la medida que la precipitación esté disponible; esta relación indica que cuando los valores estén cercanos o iguales a 1, las necesidades de agua están siendo compensadas y, en la medida que se aleja, aumentan los déficits hídricos, lo que afecta el potencial de abastecimiento de agua para el crecimiento y desarrollo de los cultivos.		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO		
Se estableció como valor de exclusión técnica (N1), menos de 0,410 de IDHc que ocasiona estrés hídrico y, por lo tanto, imposibilidad para establecer el cultivo de plátano y permitir su crecimiento, desarrollo y producción.		

Índice de disponibilidad de humedad para el cultivo (IDHc)	IDHc _ Exceso	Aptitud
> 0,761	Sin calificación	Alta (A1)
0,551 - 0,761	Sin calificación	Media (A2)
0,410 - 0,551	Sin calificación	Baja (A3)
< 0,410	Sin calificación	No apto (N1)
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE		
<p>Colombia presenta una amplia gama de condiciones climáticas que van desde lo semidesértico (La Guajira) hasta lo muy húmedo (Chocó) y desde el nivel del mar (costas caribe y pacífica) hasta la criósfera (nevados), que dificultan de manera importante establecer mapas nacionales, dado que en muchas regiones del país, los modelos de estimación de la evapotranspiración (evapotranspiración de referencia ET_o Penman-Monteith y del cultivo ET_c) se sobreestima o subestima, sobre todo en las regiones de condiciones de baja evaporación.</p> <p>Dicho análisis de humedad para el cultivo se centra únicamente en lo climático, excluyendo el suelo (almacenamiento de agua del suelo), primero porque no se cuenta con información nacional de humedad aprovechable (capacidad de campo menos punto de marchitez permanente); además, la información de suelos que tiene cubrimiento nacional son los estudios generales (escala 1:100.000) y estos contienen asociaciones como unidades cartográficas de suelos.</p> <p>Es así como, al no incluir en el modelo, la capacidad de almacenamiento del suelo no es conveniente incluir en el modelo el almacenamiento mes a mes, con lo que conlleva a la inconveniencia de incluir las pérdidas de agua por escorrentía, como se sugiere con la precipitación efectiva (80 %, FAO/AGLW, USDA por Crowat 8.0 y otras recomendadas), además de que no se cuenta con mapa nacional para ésta (USDA, 1961).</p>		
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN		
<p>El procesamiento de esta variable se realizó en un sistema de información geográfico, a través de mapas <i>ráster</i> de precipitación, evapotranspiración de referencia y evapotranspiración del cultivo mes a mes, mediante los siguientes cálculos <i>ráster</i>:</p> <p>El Índice de disponibilidad de humedad del cultivo (IDHc) se calculó en función de la siguiente ecuación:</p> $IDHc = [(ET_{a_{ene}}/ET_{c_{ene}}) + (ET_{a_{feb}}/ET_{c_{feb}}) \dots\dots\dots (ET_{a_{dic}}/ET_{c_{dic}})]/12$ <p>$ET_a = ET_c$ cuando $P \geq ET_c$ y $ET_a = P$ cuando $P < ET_c$</p> <p>Donde:</p> <p>P = precipitación mensual multianual.</p> <p>ET_c = evapotranspiración del cultivo mensual bajo condiciones estándar.</p> <p>ET_a = evapotranspiración actual, se refiere a la cantidad de agua que suministra la precipitación en dicho mes y es evapotranspirada; los anteriores generados a partir de la normal climatológica 1981 a 2010.</p> <p>Por su parte, la evapotranspiración del cultivo (ET_c) es: $ET_c = K_c * ET_o$</p> <p>Donde:</p> <p>K_c: Coeficiente hídrico del cultivo de coco. Valor utilizado = 0,95 (FAO, 1976)</p> <p>Una vez calculados los valores de IDHc mensuales multianuales desde enero hasta diciembre, fueron llevados a un promedio anual.</p>		



Unidad de análisis	Distribución del IDHc anual
REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE	
<p>ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE COCO CRITERIO CONDICIONES CLIMÁTICAS</p> <p>VARIABLE ÍNDICE DE DISPONIBILIDAD DE HUMEDAD DEL CULTIVO (IDHc)</p> <p>Leyenda de aptitud</p> <ul style="list-style-type: none">AltaMediaBajaNo apto <p>Fuente de datos: Ideam (2021). Normal climatológica, periodo 1991-2020, esc. 1:100.000. UPRA - Ideam (2021). Mapa de estimación de la evapotranspiración de referencia ETo en Colombia IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000. © UPRA, 2024</p> <p>UPRA</p>	
FUENTES DE INFORMACIÓN	
<ul style="list-style-type: none">• Campos, D. (2005). Agroclimatología cuantitativa de cultivos. México: Trillas.• Doorembos, J. y Kassam, A. (1979). Yield response to water. Estudio de riego y drenaje No. 33, FAO, Roma, p. 193.• Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) (2017). Tabla promedios mensuales multianuales de precipitación y evapotranspiración de referencia, periodo 1981-2010. Bogotá.• Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá.• Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (1976). (FAO, Editor, & FAO, Producer) Retrieved Mayo 18, 2016. http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es.	

1.1.2. Variable *Temperatura media anual*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE												
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional											
COMPONENTE: Físico SUBCOMPONENTE: Climático												
CRITERIO ASOCIADO: Condiciones climáticas												
VARIABLE: Temperatura media anual	UNIDAD DE MEDIDA: °C											
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	✓										
	Análisis jerárquico	✓										
	Restricción legal											
	Condicionante legal											
DEFINICIÓN												
Medida del estado térmico del aire con respecto a su habilidad de comunicar calor a su alrededor; depende principalmente de la latitud y de la altitud, se toma generalmente como un índice de balance calórico, expresado en grados centígrados (Ideam, 2017).												
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO												
La temperatura del aire ejerce un efecto en todos los procesos fisiológicos de las plantas. La velocidad de crecimiento está limitada por cierto rango de temperatura, comprendida entre los valores máximo y mínimo, fuera de los cuales éste se afecta; el valor óptimo se encuentra entre estos dos. Los efectos acumulativos de la temperatura tienen directa incidencia en el crecimiento y desarrollo del cultivo de coco (Doorenbos & Kassam, 1979).												
Para la zonificación de aptitud es fundamental conocer la distribución espacial anual de la temperatura del aire ya que es la base para establecer áreas con condiciones térmicas diferenciales, lo cual permite identificar zonas con aptitudes <i>alta</i> (A1), <i>media</i> (A2), <i>baja</i> (A3) y <i>no apto</i> (N1) para el cultivo.												
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO												
Los valores asignados para la construcción de rangos de temperatura se realizaron según los requerimientos térmicos del coco.												
	<table><tr><th>Temperatura media anual (°C)</th><th>Aptitud</th></tr><tr><td>> 26</td><td>Alta (A1)</td></tr><tr><td>22-26</td><td>Media (A2)</td></tr><tr><td>20 - 22</td><td>Baja (A3)</td></tr><tr><td>< 20</td><td>No apto (N1)</td></tr></table>	Temperatura media anual (°C)	Aptitud	> 26	Alta (A1)	22-26	Media (A2)	20 - 22	Baja (A3)	< 20	No apto (N1)	
Temperatura media anual (°C)	Aptitud											
> 26	Alta (A1)											
22-26	Media (A2)											
20 - 22	Baja (A3)											
< 20	No apto (N1)											
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE												
No se dispone con una cobertura idónea de estaciones que registren la variable temperatura en todo el territorio nacional. En consecuencia, el análisis espacial anual no refleja con precisión esta variable en todo el país.												
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN												
La información de base para las unidades térmicas se tomó de los datos publicados por el Ideam en la normal climática 1981-2010.												

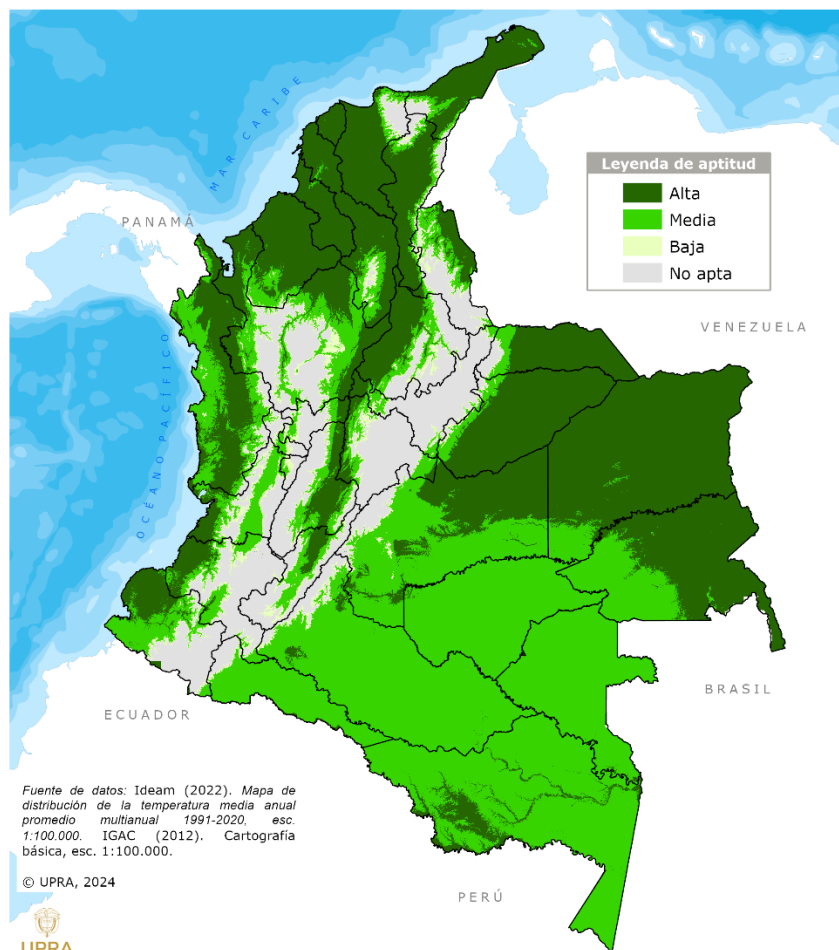


Se realizó la delimitación a nivel espacial, de acuerdo con los rangos establecidos por el equipo profesional de trabajo del componente físico, actividad que fue soportada por el grupo TIC de la UPRA.

Unidad de análisis

Distribución de la temperatura media anual en el territorio nacional

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO CONDICIONES CLIMÁTICAS
Variable Temperatura media anual

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Campos, D. (2005). Agroclimatología cuantitativa de cultivos. México: Trillas.
- Doorembos, J. y Kassam, A. (1979). Yield response to water. Estudio de riego y drenaje N° 33, FAO, Roma, p. 193.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) (2017). Mapa de distribución de la temperatura media anual, promedio multianual 1981-2010, escala: 1:100.000. Bogotá.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (1976). <http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es/>.

1.1.3. Variable *Brillo solar medio diario anual*

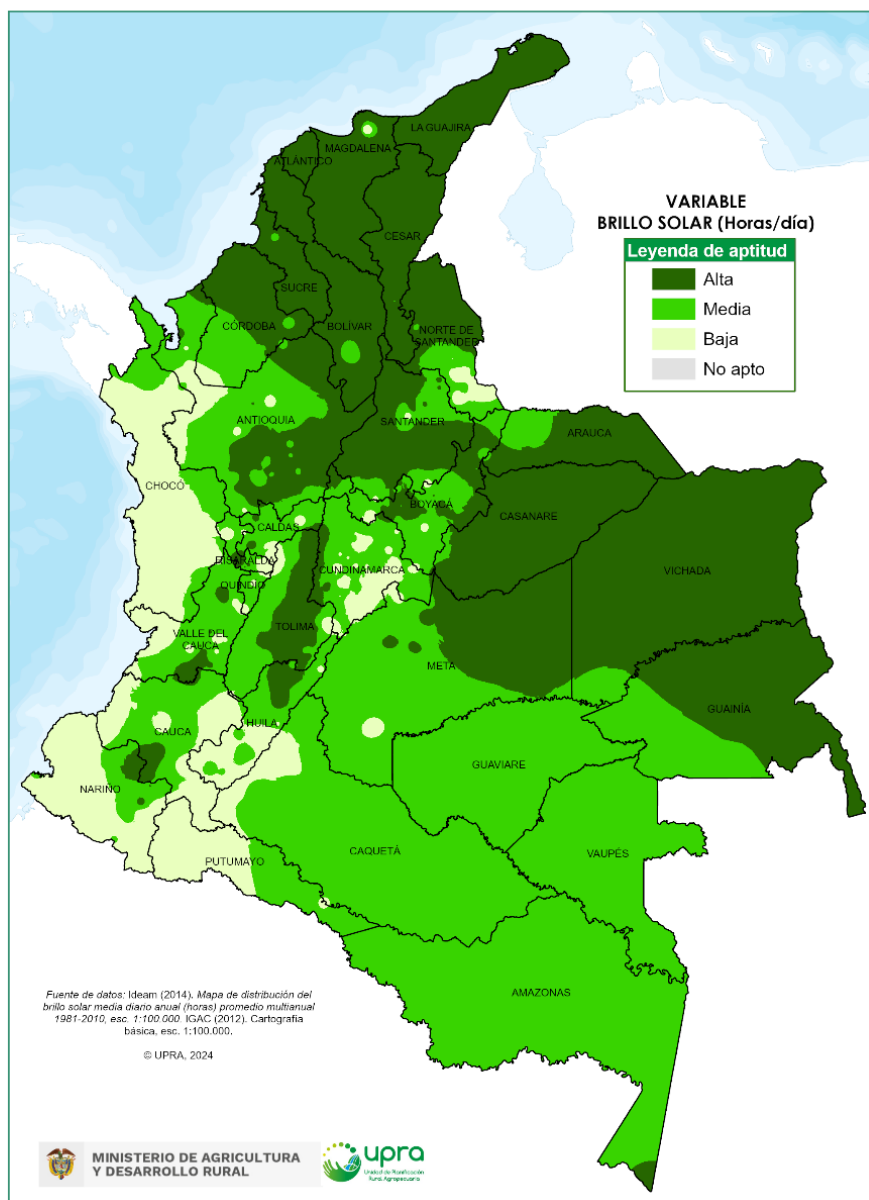
106

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE												
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional											
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	✓										
	Restricción legal											
	Condicionante legal											
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, 2017).												
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO												
Incide directamente en la eficiencia fotosintética y, en consecuencia, en la tasa de asimilación neta, y en la acumulación de materia seca en la producción de coco.												
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO												
Los valores asignados para la construcción de rangos de brillo solar se realizaron según los requerimientos de la especie.												
<table><tr><th>Brillo solar medio diario anual (horas sol/día)</th><th>Aptitud</th></tr><tr><td>> 5</td><td>Alta (A1)</td></tr><tr><td>4 – 5</td><td>Media (A2)</td></tr><tr><td>< 4</td><td>Baja (A3)</td></tr><tr><td>-</td><td>No apto (N1)</td></tr></table>			Brillo solar medio diario anual (horas sol/día)	Aptitud	> 5	Alta (A1)	4 – 5	Media (A2)	< 4	Baja (A3)	-	No apto (N1)
Brillo solar medio diario anual (horas sol/día)	Aptitud											
> 5	Alta (A1)											
4 – 5	Media (A2)											
< 4	Baja (A3)											
-	No apto (N1)											
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE												
No se dispone de una base de datos actualizada de la información de brillo solar de todo el territorio nacional generado por la red de estaciones meteorológicas, ya que la que se tiene normalizada solo está hasta 2017 del Ideam. En consecuencia, el análisis espacial anual, no refleja la condición de insolación con un alto nivel de precisión.												
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN												
La información utilizada de base para las unidades de brillo solar se toma del mapa de <i>isohelias</i> anuales elaborado por el Ideam (2017) a escala 1:100.000, el cual se basa en una serie histórica de 1991 a 2020.												
Se realiza una delimitación espacial del brillo solar, de acuerdo con los rangos establecidos por el equipo profesional del componente físico. La actividad fue soportada por el grupo TIC de la UPRA.												
Unidad de análisis	Distribución del brillo solar medio diario anual											



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO TRADICIONAL DE COCO CRITERIO CONDICIONES CLIMÁTICAS



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Campos, D. (2005). *Agroclimatología cuantitativa de cultivos*. México: Trillas.
- Doorembos, J. y Kassam, A. (1979). *Yield response to water*. Estudio de riego y drenaje No. 33, FAO, Roma, p. 193.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) (2017). *Tabla promedios mensuales multianuales de precipitación y evapotranspiración de referencia, periodo 1981-2010*. Bogotá.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000*. Bogotá.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (1976). <http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es>.

1.2. Criterio *Toxicidad por sales, sodio y aluminio*

FICHA METODOLÓGICA DEL CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)		Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional
COMPONENTE: Físico SUBCOMPONENTE: Edáfico		
CRITERIO: Toxicidad por sales, sodio y aluminio		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Salinidad y sodicidad</i>: salinidad expresada en dS/m y sodicidad expresada en porcentaje de saturación de sodio (PSI). • <i>Saturación de aluminio</i>: expresado en porcentaje (%). 		
DEFINICIÓN		
La fitotoxicidad es la capacidad de un elemento o compuesto para causar daños temporales o de larga duración a las plantas. El daño puede ser general o limitado a determinadas especies o variedades de plantas (FAO y OMS, 2017).		
IMPORTANCIA DEL CRITERIO PARA EL CULTIVO		
<p>La presencia de elementos en el suelo en concentraciones mayores a las requeridas, que son tóxicas para las plantas de coco, restringe el crecimiento y la producción de frutos, además de producir efectos adversos sobre algunas propiedades de los suelos.</p> <p>En general, algunos elementos en cantidades elevadas restringen el uso de las tierras a ciertas plantas tolerantes y/o resistentes, además incrementan los costos para la adecuación y manejo, ya que se requiere la aplicación de enmiendas.</p> <p>En el ámbito de los suelos colombianos, tienen 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>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 de las plantas y necrosis en las hojas. Las sales afectan la absorción de otros elementos (K^+, NO_3, fósforo PO_4) por la planta, aumentan la presión osmótica en la solución del suelo e inhiben la división celular.</p> <p>El aluminio (Al^{+++}) es uno de los elementos que se encuentra comúnmente en suelos ácidos. 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>		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO		
De acuerdo con la fisiología de las plantas de coco, se consideran no aptas (N1), las tierras que presenten salinidad superior a 20 dS/m.		



LIMITANTES PARA LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

La mayoría de las unidades cartográficas de suelos, 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 de diferentes tamaños que tienen calificaciones diferentes al componente calificado y que pueden corresponder a aptitudes diferentes.

En cuando 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.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La aptitud de cada una de las variables involucradas en el criterio se obtuvo 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:

Variables	Unidad de medida	Aptitud			
		Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apto (N1)
Salinidad	dS/m	≤ 6	6 - 12	12 - 20	> 20
Sodicidad	Porcentaje (%)	≤ 15 (No sódico)	-	> 15 (Sódico, Salino sódico)	-
Saturación de aluminio	Porcentaje (%)	< 15	15 - 90	> 90	-

Los rangos de aptitud de las variables están dados de acuerdo con diferentes consultas con productores e investigación relacionada con el cultivo.

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, de acuerdo con las fuentes, ya que reduce las posibilidades del adecuado desarrollo de las plantas y su efecto en la producción de frutos.

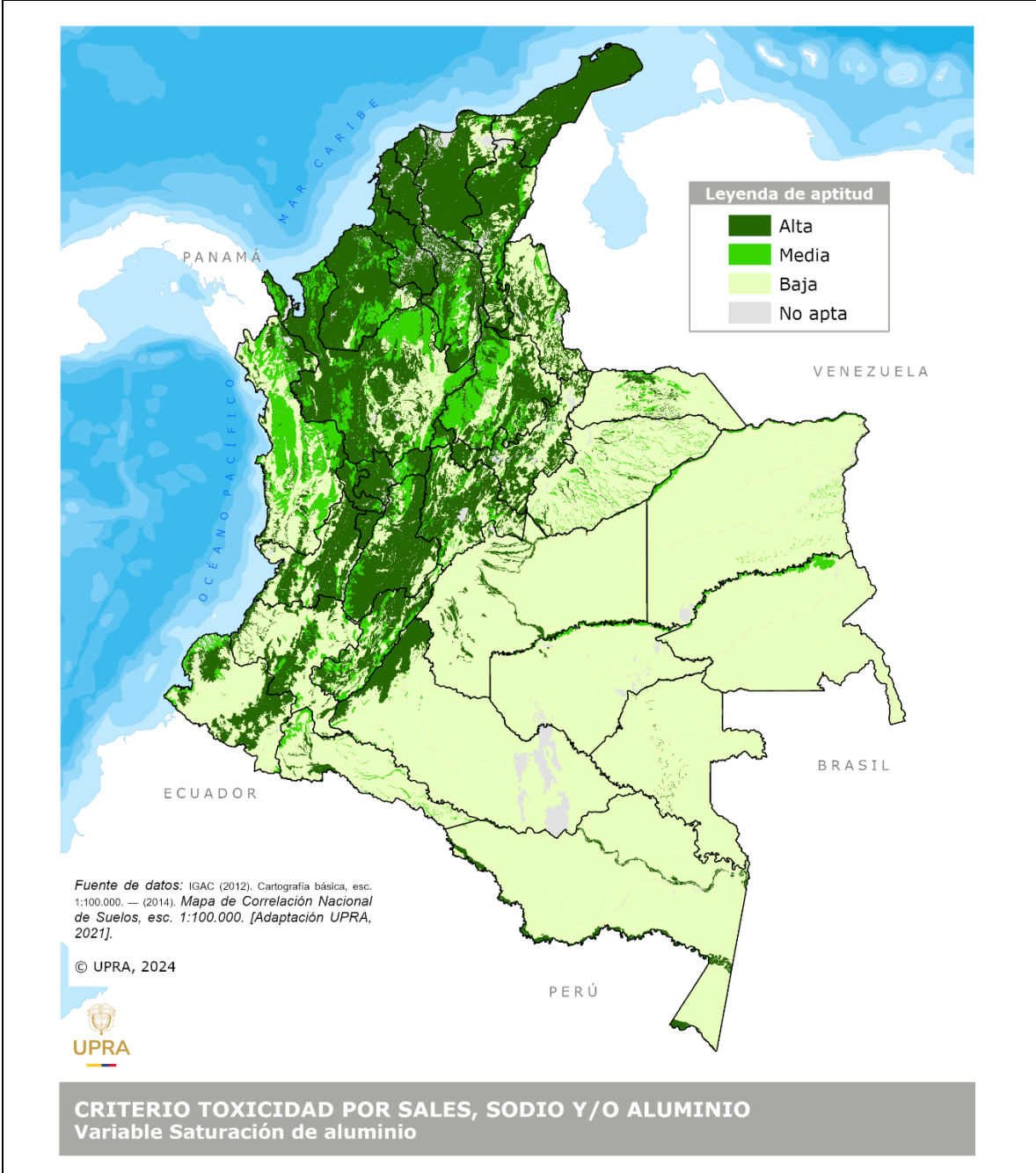
Árbol de decisión

Saturación de aluminio	Salinidad (dS/m)	Sodicidad (PSI)	Aptitud
≤ 15	≤ 6	≤ 15 (No sódico)	A1
		> 15 (Sódico, salino sódico)	A3
	6-12	≤ 15 (No sódico)	A2
		> 15 (Sódico, salino sódico)	A3
	12-20	≤ 15 (No sódico)	A3
		> 15 (Sódico, salino sódico)	A3
15-90	> 20	Cualquiera	N1
	≤ 6	≤ 15 (No sódico)	A2
		> 15 (Sódico, salino sódico)	A3
	6-12	≤ 15 (No sódico)	A2
		> 15 (Sódico, salino sódico)	A3
	12-20	≤ 15 (No sódico)	A3
		> 15 (Sódico, salino sódico)	A3
	> 20	Cualquiera	N1

>90	≤ 6	≤ 15 (No sódico)	A3
		> 15 (Sódico, salino sódico)	A3
	6-12	≤ 15 (No sódico)	A3
		> 15 (Sódico, salino sódico)	A3
	12-20	≤ 15 (No sódico)	A3
		> 15 (Sódico, salino sódico)	A3
	> 20	Cualquiera	N1

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

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO





FUENTES DE INFORMACIÓN	
<ul style="list-style-type: none">• Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). 119 p. Bogotá.• Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá.• Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá.• Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y Organización Mundial de la Salud (OMS) (2017). Manual sobre la elaboración y uso de las especificaciones de plaguicidas de la FAO y la OMS. Estudio FAO producción y protección vegetal 228. Roma.	

1.2.1. Variable *Salinidad y sodicidad*

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional	
COMPONENTE: Físico SUBCOMPONENTE: Edáfico		
CRITERIO ASOCIADO: Toxicidad por sales, sodio y aluminio		
VARIABLE: Salinidad y sodicidad	UNIDAD DE MEDIDA: Salinidad (dS/m) y Porcentaje (%)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
<p>Contenido alto de sales solubles y sodio intercambiable en el suelo. 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 de los cultivos.</p> <p>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>		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO		
<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>El principal efecto perjudicial de las sales es la alta presión osmótica que se desarrolla en la solución del suelo (Garavito, 1979). El coco es una especie que tolera moderados a altos contenidos de sales en el suelo.</p>		

Algunos sectores del país con aptitud para el cultivo de coco se localizan en regiones donde se requiere de riego complementario, lo cual precisa 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:

- 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 (NO_3), fósforo (PO_4) y calcio (Ca^{+}).
- Afecta la translocación y el reciclado de iones en la planta.
- El sistema radicular no se desarrolla en forma adecuada.
- Las raíces profundizan menos y hay menos ramificaciones.
- No hay división y crecimiento celular y, por tanto, las plantas disminuyen su desarrollo.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

Se considera que unidades de tierra con altos contenidos de sales, mayor al 20 %, no son aptas (N1) para el establecimiento de cultivos de coco, debido a las mínimas probabilidades de buen desarrollo.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La principal dificultad para evaluar esta variable es la falta de información; en los estudios generales de suelos, escala: 1:100.000, en algunos casos, solamente aparece la presencia o no presencia de sales.

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).

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Los suelos salinos y sódicos o no sódicos se obtuvieron a partir de la base de datos del mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014). La calificación de salino o no salino y de sódico o no sódico se le otorga al mayor componente taxonómico dentro de la unidad cartográfica de suelos.

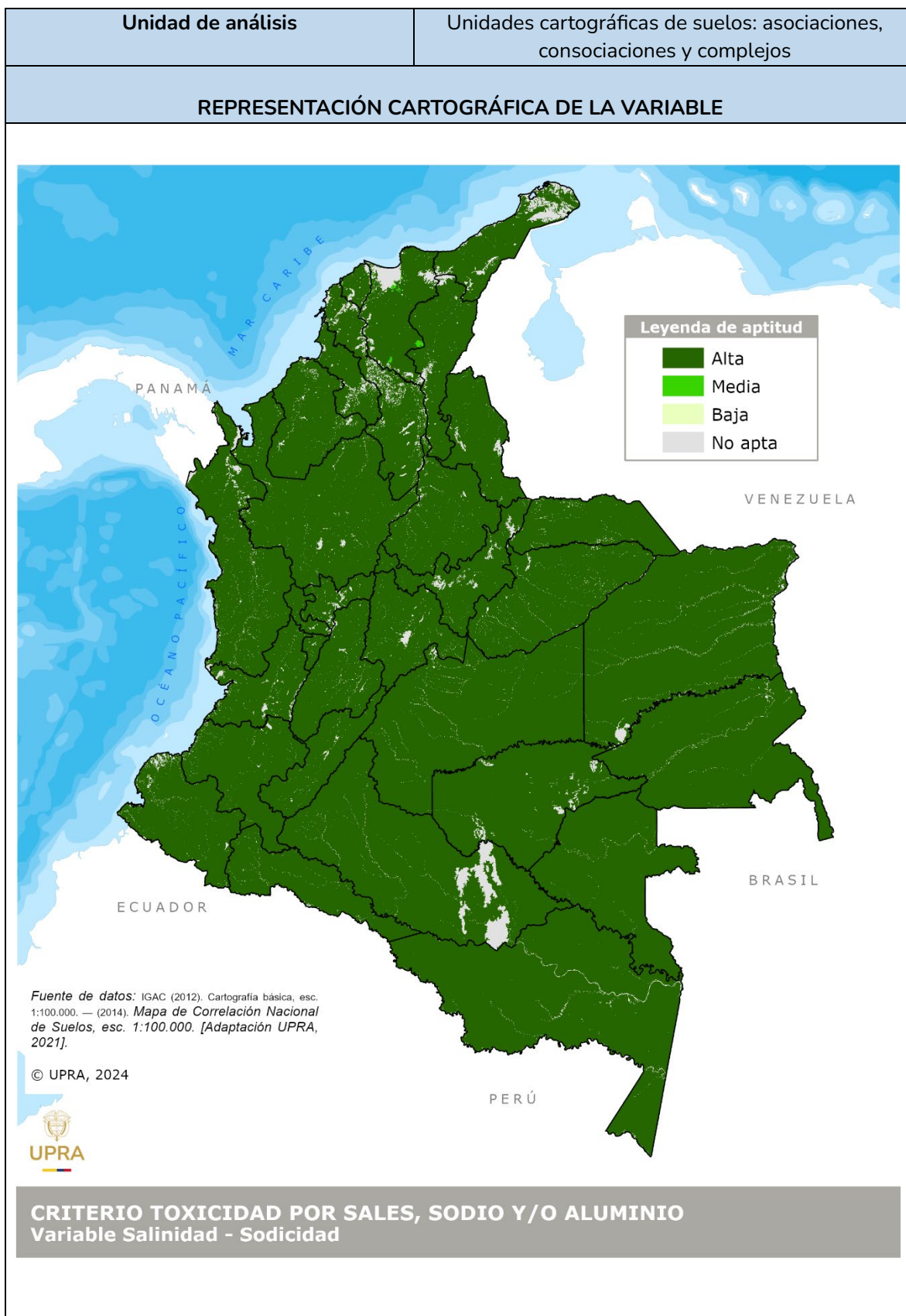
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

El coco se considera una especie moderadamente susceptible tanto a las sales como al sodio presentes en el suelo (Artesanías de Colombia S.A., 2005; Gobierno del Estado de Colima, 2005; SINAT, 2006; Fundación Hondureña de Investigación Agrícola FHIA, 2008; Ministerio de agricultura y ganadería (MAG), 2011; Bravo, 2014; Silva, et al, 2016; de Madeiros et al., 2018).

Los suelos con aptitud alta (A1) son los que presentan conductividad eléctrica menor de 6 dS/m (no salino) y menos del 15 % de Na intercambiable; con aptitud media (A2), se califican los suelos ligeramente salinos (6-12 dS/m) y menos de 15 % de saturación de Na; los suelos con baja aptitud (A3) presentan entre 12 y 20 dS/m y más de 15 % de sodio.

Salinidad y sodicidad

Variables	Aptitud			
	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apto (N1)
Salinidad (dS/m)	< 6	6 - 12	12 - 20	>20
Sodicidad (% Na)	≤ 15 (No sódico)	-	> 15 Salino Sódico, salino sódico)	-



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Artesanías de Colombia S.A. (2005). Orientaciones para el aprovechamiento del coco, documento síntesis, basado en el estudio “Reconocimiento de las características, obtención y utilización de la estopa de coco”. Subgerencia de Desarrollo. Bogotá. Obtenido de:
<https://repositorio.artesaniasdecolombia.com.co/bitstream/001/3945/7/INST-D%202005.%2053.%203.pdf>.
- Bravo, Medina, R. (2014). Contribución al estudio del cultivo del cocotero en el Estado Zulia. Revista De La Facultad De Agronomía De La Universidad Del Zulia, 4(4). <https://produccioncientificaluz.org/index.php/agronomia/article/view/25824>.
- Fundación Hondureña de Investigación Agrícola FHIA. (2008). Manual técnico del cultivo del cocotero (*Cocos nucifera* L.). http://bvvirtual.infoagro.hn/xmlui/bitstream/handle/123456789/96/EDA_Manual_Produccion_Coco_FHIA_09_08.pdf?sequence=1.
- Gobierno del Estado de Colima. (2005). Paquete tecnológico para el cultivo del cocotero en el Estado de Colima. México. Secretaria de Desarrollo Rural. <https://es.scribd.com/document/53038530/coco>.
- Garavito N., Fabio. (1979). Propiedades químicas de los suelos. Bogotá: IGAC. p. 148 y 149.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). 119 p. Bogotá.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá.
- Medeiros, W. J. F. de, Oliveira, F. Ítalo F. de, Lacerda, C. F. de, Sousa, C. H. C. de, Cavalcante, L. F., Silva, A. R. A. da, y Ferreira, J. F. da S. (2018). Efeitos isolados e combinados da salinidade do solo e encharcamento em mudas de coqueiro ‘Anão Verde’. Semina: Ciências Agrárias, 39(4), 1459–1468. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2018v39n4p1459>. <https://www.redalyc.org/journal/4457/445759824007/html/>.
- Ministerio de agricultura y ganadería (MAG). (2011). Guía técnica “El cultivo del cocotero”. Dirección general de sanidad vegetal. División de vigilancia y certificación de producción agrícola. El Salvador. <http://simag.mag.gob.sv/uploads/pdf/2013819141156.pdf>.
- Silva, ARA; Bezerra, FML; Lacerda, CF; Araújo, MEB; Lima, RMM; Souza, CHC. (2016). Establishment of young “dwarf green” coconut plants in soil affected by salts and under water déficit. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal v. 38, n. 3, pág. 1-12, 2016. <https://www.scielo.br/j/rbf/a/wDqbqNkCH4mfXW4rwFZBt4L/?format=pdf&lang=en#:~:tex t=Coconut%20seedlings%20show%20full%20capacity.%25%2C%20even%20when%20fully%20irrigated>.
- Sistema Nacional de Trámites (SINAT), Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) (2006). Cultivo de palma de coco. Actividad en zona Federal. Manzanillo, Colima. Manifestación de impacto ambiental. México. <http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/col/estudios/2006/06CL2006AD020.pdf>



1.2.2. Variable Saturación de aluminio

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)		Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional
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	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
<p>Es la proporción de Al^{+++} en el complejo de cambio y en la solución del suelo. La acidez intercambiable 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>		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO		
<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 y que afecta el desarrollo de las plantas: inhibe la división celular, causa deficiencias de fósforo e impide la absorción del calcio, del magnesio y del potasio.</p> <p>Se ha establecido que cuando se encuentra menos de 1 ppm de Al^{+++} en la solución del suelo, la saturación es menor de 60 % y no hay efecto tóxico en las plantas de tolerancia moderada a Al; cuando es mayor de 60 %, la concentración de Al en la solución del suelo aumenta rápidamente (Cortes y Malagón, 1984).</p> <p>Un alto contenido de aluminio en el suelo 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. Los excesos de aluminio disminuyen la disponibilidad del fósforo, elemento importante en el suministro de energía para las plantas de coco y responsable de un buen desarrollo del sistema de raíces.</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 (Cortes y Malagón, 1984).</p>		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO		
No se considera rango no apto (N1), para el cultivo de coco, dado que es moderadamente tolerante al aluminio y además se pueden aplicar enmiendas.		
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 menor tamaño que tienen contenidos de aluminio diferente al componente calificado, los cuales pueden o no ser restrictivos para el cultivo.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La calificación 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).

La calificación se hace a partir de los cinco rangos que se obtienen de la tabla para la evaluación de la fertilidad de los suelos (IGAC, 2010), donde a mayor saturación, menor la aptitud.

Saturación de aluminio (%)					
Rangos (%)	> 60	30 - 60	15 - 29	5 - 14	< 5

La calificación para obtener estos rangos se hace a partir del mayor componente taxonómico dentro de la unidad cartográfica de suelos.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

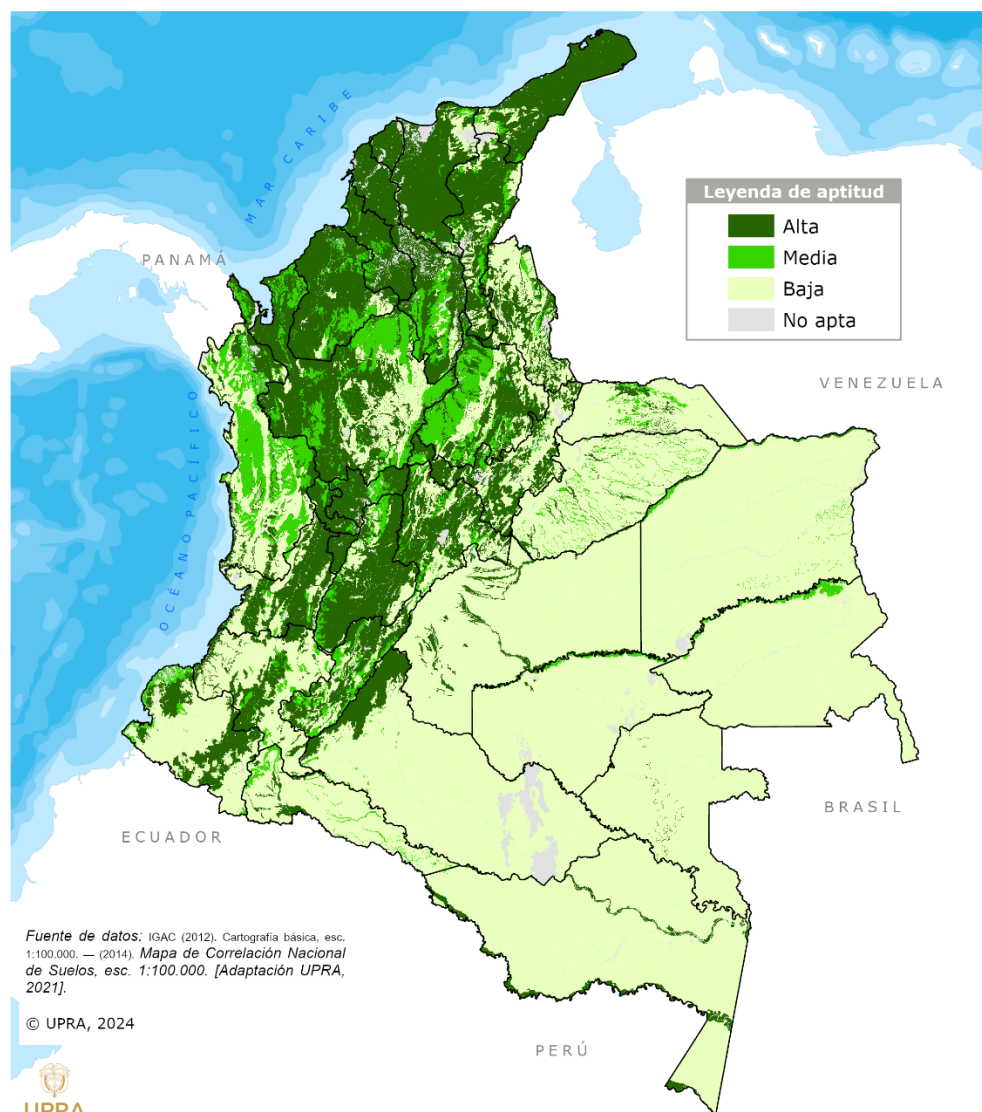
Teniendo como base las diferentes consultas con el gremio y reportes técnicos (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola FHIA, 2008; Bravo Medina, R., 2014; K.M. Nair, et al, 2018.), se determinaron las siguientes aptitudes:

Saturación de aluminio (%)	Aptitud
< 15	Alta (A1)
15-90	Media (A2)
> 90	Baja (A3)

Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos:
asociaciones, consociaciones y complejos

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO TOXICIDAD POR SALES, SODIO Y/O ALUMINIO
Variable Saturación de aluminio

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Fundación Hondureña de Investigación Agrícola FHIA. (2008). Manual técnico del cultivo del cocotero (*Cocos nucifera* L.).
- http://bvirtual.infoagro.hn/xmlui/bitstream/handle/123456789/96/EDA_Manual_Produccion_Coco_FHIA_09_08.pdf?sequence=1.
- Bravo Medina, R. (2014). Contribución al estudio del cultivo del cocotero en el Estado Zulia. Revista de la facultad de agronomía de la Universidad del Zulia, 4(4).
- <https://produccioncientificaluz.org/index.php/agronomia/article/view/25824>.
- Cortés L., Abdón y Malagón C., Dimas. (1984). Los levantamientos agrológicos y sus aplicaciones múltiples. Bogotá: UJTL.
- Garavito N., Fabio. (1979). Propiedades químicas de los suelos. p. 128-130. Bogotá.

- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá. 119 p.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá.
- K.M. Nair*, K.S. Anil Kumar, S.C. Ramesh Kumar, V. Ramamurty, M. Lalitha, S. Srinivas,
- Arti Koyal, S. Parvathy, K. Sujatha, Shivanand, R. Hegde and S.K. Singh. (2018). Coconut-growing soils of Kerala: 1. Characteristics and classification. Journal of Plantation Crops. Volume 46, coden: jpcr dw, issn (print) 0304-5242, issn (online) 2454-8480. https://www.researchgate.net/profile/Aa-Haris/publication/332874151_2_Assessment_of_fertility_and_soil_related_constraints_to_coc_onut_production/links/5ccfb84ea6fdccc9dd9017fe/2-assessment-of-fertility-and-soil-related-constraints-to-coconut-production.pdf

1.3. Criterio *Disponibilidad de nutrientes*

FICHA METODOLÓGICA DEL CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional	
COMPONENTE: Físico SUBCOMPONENTE: Edáfico		
CRITERIO: Disponibilidad de nutrientes		
TIPO DE CRITERIO	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
<ul style="list-style-type: none">• <i>Acidez (pH)</i>, expresada en rangos de pH.• <i>Capacidad de intercambio catiónico (CIC)</i>, expresada en cmol/kg de suelo.• <i>Carbono orgánico</i>, expresado en porcentaje (%).• <i>Saturación de bases</i>, expresada en porcentaje (%).		
DEFINICIÓN		
Cualidad de un suelo que le permite proporcionar compuestos en cantidades balanceadas y apropiadas para el crecimiento de plantas específicas, cuando otros factores tales como la luz, la humedad, la temperatura y la condición física del suelo son favorables (USDA, 1961).		
IMPORTANCIA DEL CRITERIO PARA EL CULTIVO		
<p>Considera las relaciones químicas en la zona radicular de las plantas, de cara a las posibilidades de absorción de nutrientes disponibles para el crecimiento y desarrollo de las especies cultivadas. Estas relaciones, según las características de las unidades de tierra, 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>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 de las plantas de coco.</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 favorable, las plantas tienen la posibilidad de obtener los nutrientes del suelo en forma adecuada y oportuna, lo cual se verá reflejado en el buen desarrollo y rendimiento.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

Como exclusión técnica (N1), se encuentran los suelos denominados Histosoles, debido a las implicaciones en la liberación de gases de efecto invernadero, especialmente suelos orgánicos de los páramos y humedales que no han sido intervenidos (no han sido drenados ni mecanizados), lo cual también conlleva, a la pérdida de biodiversidad y de sus servicios ecosistémicos de regulación hídrica, reservorios de carbono y fijación de nitrógeno (MADS, 2020).

LIMITANTES PARA LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

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

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Los valores de cada una de las variables involucradas en el criterio se extrajeron del mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014), en el cual se encuentran las variables que son responsables del almacenamiento de los elementos nutritivos, como la materia orgánica, la capacidad de intercambio catiónico, y el pH como factor que afecta la disponibilidad de cada uno de los elementos. La calificación que se consideró en cada una de las variables es:

Variables	Unidad de medida	Aptitud			
		Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apto (N1)
Acidez (pH)	pH	5,0 - 6,5	4,5 - 5,0 y 6,5 - 7,8	<4,5 y >7,8	-
Capacidad de Intercambio catiónico	cmol/kg de suelo	> 20	10 - 20	< 10	-
Carbono orgánico	Porcentaje	> 1,7	0,5 - 1,7	< 0,5	Histosoles
Saturación de bases	Porcentaje	> 35	10 - 35	< 10	-

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

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

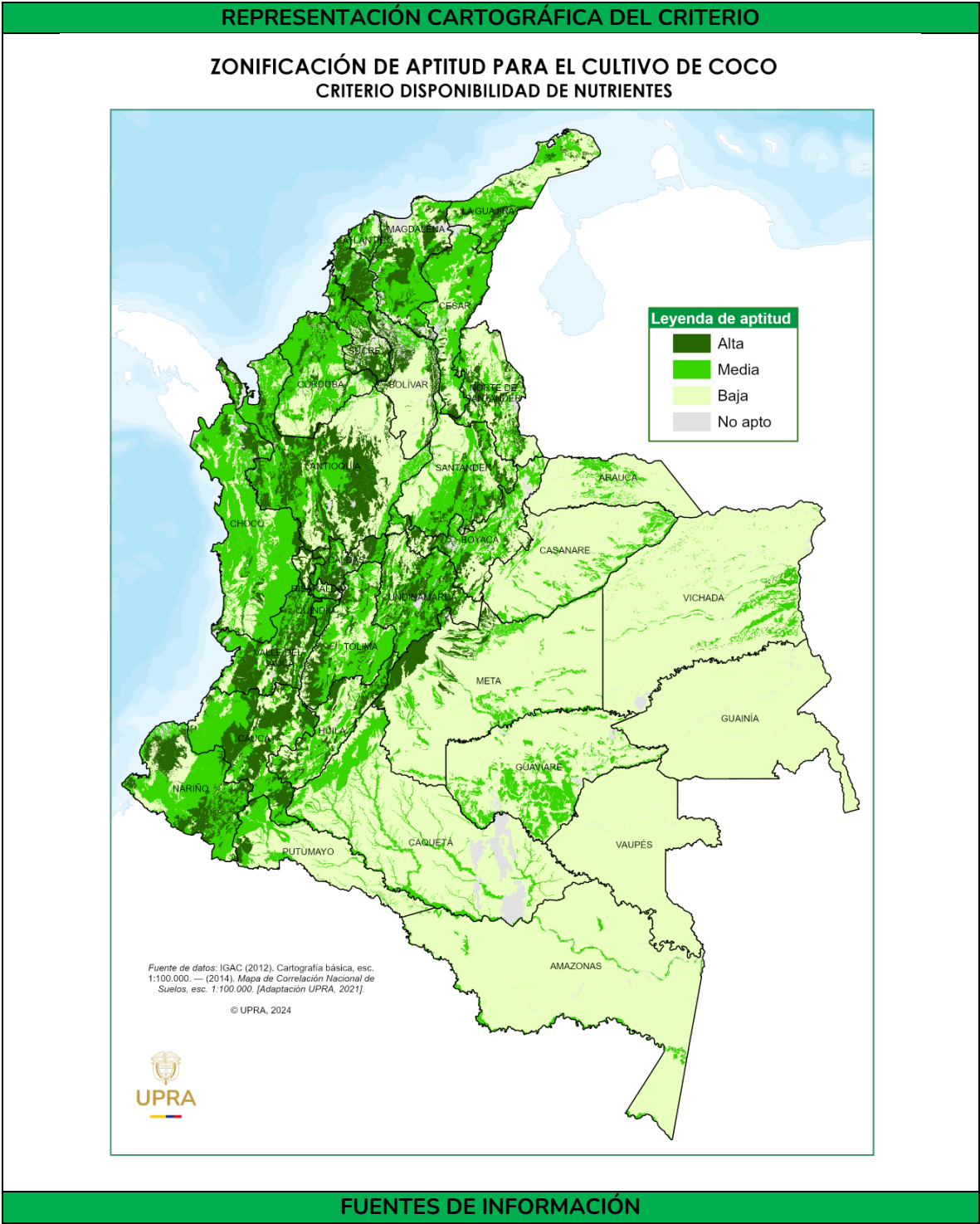
Para discriminar los diferentes niveles de aptitud, se construyó una tabla de ponderación mediante la asignación porcentual a cada una de las variables que conforman el criterio de acuerdo con el favorecimiento que cada una de las variables representan al desarrollo del cultivo (acidez 30 %; CIC, 20 %; saturación de bases 20 % y carbono orgánico, 30 %). Los rangos de calificación en la suma ponderada son: A1 > 2,5; A2 > 2 y < 2,5 y A3 ≤ 2.

Árbol de decisión del criterio

Acidez (pH)	Saturación de bases	Capacidad de intercambio catiónico (CIC)	Carbono orgánico	Aptitud
5,0-6,5	≥ 35	≥ 20	≥1,7	A1
			1,7-0,5	A1
			< 0,5	A2
		10 - 20	≥1,7	A1
			1,7-0,5	A1
			< 0,5	A2
		10	≥1,7	A1
			1,7-0,5	A2
			< 0,5	A2
	10-35	≥ 20	≥1,7	A1
			1,7-0,5	A2
			< 0,5	A2
		10 - 20	≥1,7	A1
			1,7-0,5	A2
			< 0,5	A3
		10	≥1,7	A2
			1,7-0,5	A2
			< 0,5	A3
	< 10	≥ 20	≥1,7	A2
			1,7-0,5	A2
			< 0,5	A3
		10 - 20	≥1,7	A2
			1,7-0,5	A3
			< 0,5	A3
		10	≥1,7	A2
			1,7-0,5	A3
			< 0,5	A3
4,5 – 4,9 y 6,6 - 7,8	≥ 35	≥ 20	≥1,7	A1
			1,7-0,5	A2
			< 0,5	A2
		10 - 20	≥1,7	A1
			1,7-0,5	A2
			< 0,5	A3
		10	≥1,7	A2
			1,7-0,5	A2
			< 0,5	A3
	10-35	≥ 20	≥1,7	A2
			1,7-0,5	A2
			< 0,5	A3



		10 - 20	1,7-0,5	A3	
			< 0,5	A3	
		10	≥1,7	A2	
			1,7-0,5	A3	
			< 0,5	A3	
		< 10	≥ 20	≥1,7	A2
				1,7-0,5	A3
				< 0,5	A3
			10 - 20	≥1,7	A3
	1,7-0,5			A3	
	< 0,5			A3	
	10		≥1,7	A3	
			1,7-0,5	A3	
	< 0,5	A3			
<4,5 y >7,8	≥ 35	≥ 20	≥1,7	A2	
			1,7-0,5	A2	
			< 0,5	A3	
		10 - 20	≥1,7	A2	
			1,7-0,5	A3	
			< 0,5	A3	
		10	≥1,7	A2	
			1,7-0,5	A3	
			< 0,5	A3	
	10-35	≥ 20	≥1,7	A2	
			1,7-0,5	A3	
			< 0,5	A3	
		10 - 20	≥1,7	A3	
			1,7-0,5	A3	
			< 0,5	A3	
		10	≥1,7	A3	
			1,7-0,5	A3	
			< 0,5	A3	
	< 10	≥ 20	≥1,7	A3	
			1,7-0,5	A3	
			< 0,5	A3	
		10 - 20	≥1,7	A3	
			1,7-0,5	A3	
			< 0,5	A3	
		10	≥1,7	A3	
			1,7-0,5	A3	
			< 0,5	A3	
Histosoles				N1	
Unidad de análisis		Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos			





- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) (2020). Plan nacional de adaptación al cambio climático. <https://www.minambiente.gov.co/index.php/plan-nacional-de-adaptacion-al-cambio-climatico-pnacc/plan-nacional-de-adaptacion-al-cambio-climatico-pnacc>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (1976). A Framework for Land Evaluation. En: Soils Bulletin 32. Roma.
- United States Department of Agriculture (USDA) (1961). Land-Capability Classification. Agriculture Handbook no. 210. EUA: Soil Conservation Service.

1.3.1. Variable Acidez (pH)

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional	
COMPONENTE: Físico SUBCOMPONENTE: Edáfico		
CRITERIO ASOCIADO: Disponibilidad de nutrientes		
VARIABLE: Acidez (pH)	UNIDAD DE MEDIDA: pH	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
<p>Concentración de H⁺ y OH⁻, en la solución del suelo, que define el grado de acidez o alcalinidad de un suelo, expresado como un valor en la escala de 0 a 14 de pH. (Soil Science Society of América, 2018).</p> <p>pH: este término fue introducido por Sörensen en 1909 para expresar las actividades de los iones H⁺ (αH⁺) como una función logarítmica, por lo cual corresponde al logaritmo negativo de la actividad de iones H⁺ en la solución o suspensión del suelo (Garavito, 1979).</p> <p>El pH puede definirse como:</p> $pH = \log \frac{1}{\log(\alpha H^+)} = -\log \alpha H^+ = -\log(\alpha H^+)$		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO		
<p>El pH es una de las propiedades fisicoquímicas 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).</p>		

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.

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

No se consideraron rangos no aptos (N1) para el cultivo de coco, 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, 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 distintos al componente calificado, por lo tanto, pueden presentarse niveles diferentes de aptitud.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

El IGAC (2010), en el manual codificado de reconocimiento de suelos, clasifica el pH de la siguiente manera:

pH	Clase
< 3,5	Ultra ácido
3,5-4,4	Extremadamente ácido
4,5-5,0	Muy fuertemente ácido
5,1-5,5	Fuertemente ácido
5,6-6,0	Moderadamente ácido
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

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

Se definieron los siguientes rangos de aptitud para el cultivo de coco con base en diferentes consultas realizadas (Parrotta, 1993; Granados y López, 2002; García y Guerrero, 2003; Artesanías de Colombia S.A., 2005; Gobierno del Estado de Colima, 2005; Chan y Elevitch, 2006; Bravo, 2014).

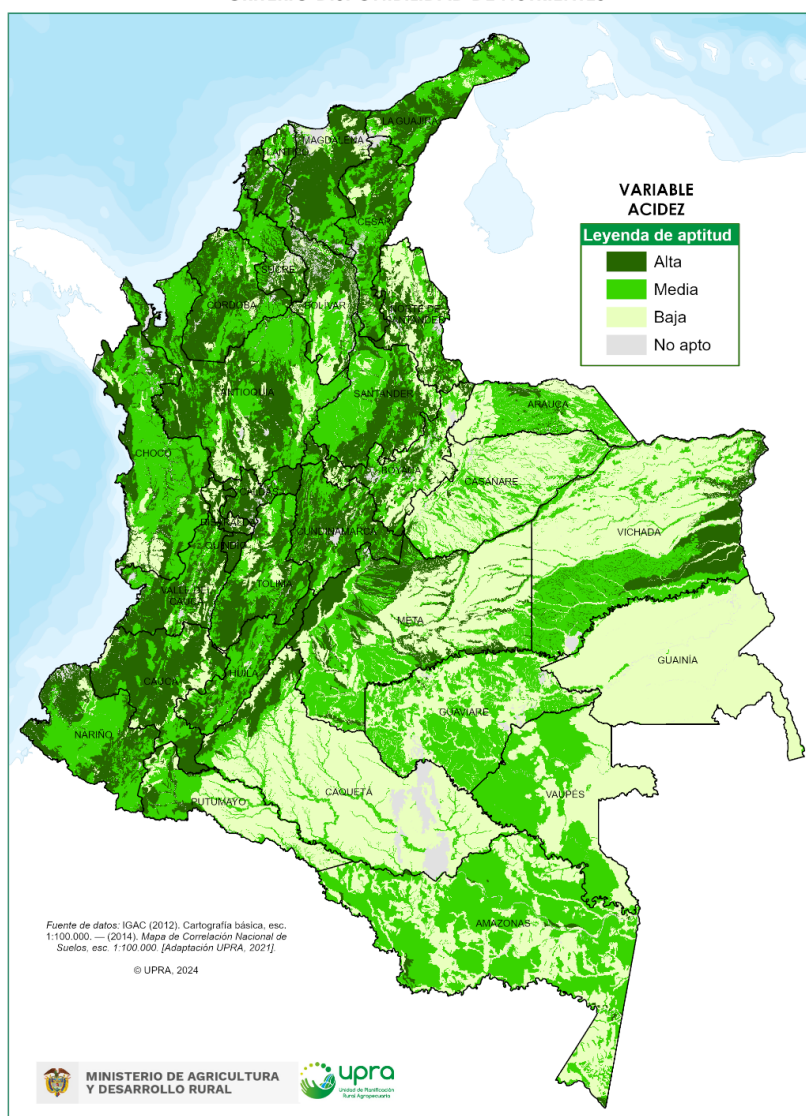
Acidez (pH)	Aptitud
> 5,0 - < 6,5	Alta (A1)
4,5 - 5,0 y 6,5 - 7,8	Media (A2)
< 4,5 y > 7,8	Baja (A3)

Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO TRADICIONAL DE COCO CRITERIO DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Artesanías de Colombia S.A. (2005). Orientaciones para el aprovechamiento del coco, documento síntesis, basado en el estudio “Reconocimiento de las características, obtención y utilización de la estopa de coco”. Subgerencia de Desarrollo. Bogotá. <https://repositorio.artesaniasdecolombia.com.co/bitstream/001/3945/7/INST-D%202005.%2053.%203.pdf>.
- Bravo, Medina, R. (2014). Contribución al estudio del cultivo del cocotero en el Estado Zulia. Revista De La Facultad De Agronomía De La Universidad Del Zulia, 4(4). <https://produccioncientificaluz.org/index.php/agronomia/article/view/25824>.
- Edward Chan and Craig R. Elevitch. (2006). Species Profiles for Pacific Island Agroforestry. *Cocos nucifera* (coconut) Arecaeae (palm family). Obtenido de:
- <https://raskisimani.files.wordpress.com/2013/01/cocos-nucifera-coconut.pdf>.
- Fassbender, H. y Bornemisza, E. (1987). Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. Segunda edición. San José de Costa Rica: IICA.
- Garavito N., Fabio. (1979). Propiedades químicas de los suelos, 2 ed. Bogotá: IGAC. p. 30, 119 y 128.
- García, JM. y Guerrero, M. (2003). Guía Técnica del cultivo del cocotero. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal CENTA. El Salvador. <http://centa.gob.sv/docs/guias/frutales/Guia%20cocotero%202003.pdf>.
- Granados Sánchez, D., & López Ríos, G. F. (2002). Manejo de la palma de coco (*Cocos nucifera* L.) en México. Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, 8(1), 39-48. <https://www.redalyc.org/pdf/629/62980105.pdf>.
- Gobierno del Estado de Colima. (2005). Paquete tecnológico para el cultivo del cocotero en el Estado de Colima. México. Secretaria de Desarrollo Rural. Cultivo de coco <https://es.scribd.com/document/53038530/coco>.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá. 119 p.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá.
- Parrotta, John A. (1993). *Cocos nucifera* L. Coconut, Coconut palm, Palma de coco. Palmae. Palm family. New Orleans, LA: USDA Forest Service, International Institute of Tropical Forestry. 7 p. (SO-ITF-SM; 57). Cultivo de coco <https://www.fs.usda.gov/research/treesearch/30360>.
- United States Department of Agriculture (USDA) (2017). Soil survey manual. Cultivo de coco <https://www.nrcs.usda.gov/sites/default/files/2022-09/The-Soil-Survey-Manual.pdf>.



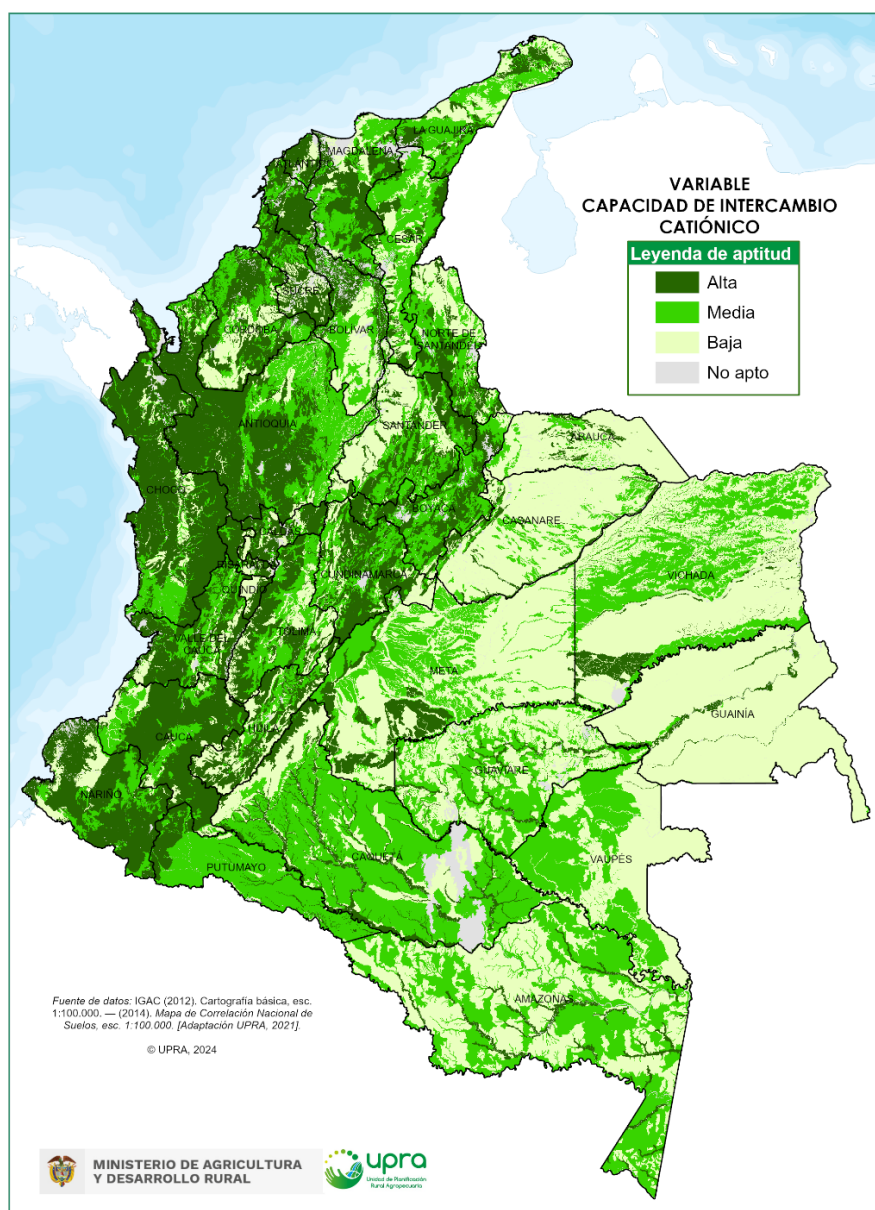
1.3.2. Variable *Capacidad de intercambio catiónico (CIC)*

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional	
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	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
<p>De acuerdo con Chapman (citado por 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.</p> <p>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>		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO		
<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 (Cortes y Malagón, 1984).</p> <p>La CIC tiene gran influencia en las propiedades químicas, físicas y biológicas de los suelos. Es un indicador de la fertilidad de los suelos, dado que controla la disponibilidad de nutrientes para las plantas de coco. Interviene en los procesos de floculación y dispersión de la arcilla y, por consiguiente, en la estructura y estabilidad de los agregados.</p> <p>La capacidad de intercambio catiónico no solamente retiene los elementos denominados mayores (N, P, K) y los secundarios (Ca, Mg y S), sino los elementos menores o micronutrientes (Fe, B, Mn, Zn, Cl, Mo, Cu, Ni), necesarios para la nutrición del coco, también 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 más frecuentes de fertilizantes, que los suelos con alta CIC (Cortés y Malagón, 1984).</p>		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO		
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, como la materia orgánica, para mejorar la capacidad de intercambio de cationes.		

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE									
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; esto significa que, dentro de ésta, existen áreas de menores tamaños que pueden tener 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>Para asignar las calificaciones se tiene en cuenta las consideraciones generales para interpretar análisis de suelos (IGAC, 2010).</p>									
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD									
Los límites de variación (rangos de aptitud) se conforman de acuerdo con los valores considerados en la tabla original (IGAC, 2010), de la siguiente forma:									
<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)								
Los rangos de aptitud están dados de acuerdo con diferentes consultas con productores y la literatura relacionada.									
Unidad de análisis	Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos								
REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE									



ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO TRADICIONAL DE COCO CRITERIO DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Cortés A. y Malagón, D. (1984). Los levantamientos agrológicos y sus aplicaciones múltiples. Bogotá: UJTL. p. 270.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá.
- Malagón C., Dimas. (1995). Suelos de Colombia: origen, evolución, clasificación, distribución y uso. Bogotá: IGAC. p. 423-427.
- Malagón C., Dimas. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá: IGAC. 119 p.

1.3.3. Variable *Carbono orgánico*

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional	
COMPONENTE: Físico SUBCOMPONENTE: Edáfico		
CRITERIO ASOCIADO: Disponibilidad de nutrientes		
VARIABLE: Carbono orgánico	UNIDAD DE MEDIDA: Porcentaje (%)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
El carbono orgánico del suelo se encuentra en forma de residuos orgánicos alterados de plantas y animales y microorganismos vivos y muertos, en el humus y en forma muy condensada, casi como carbono elemental (carbón vegetal, grafito, carbón) (Jackson, 1958).		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO		
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. Se relaciona con la cantidad y disponibilidad de nitrógeno en el suelo, 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.		
En las propiedades físicas, modifica la estructura y regula la distribución de los poros; en cuanto la parte biológica, el carbono 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).		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO		
Como exclusión técnica (N1) se encuentran los suelos denominados Histosoles, debido a las implicaciones en la liberación de gases de efecto invernadero, especialmente suelos orgánicos de los páramos y humedales que no han sido intervenidos (no han sido drenados ni mecanizados), lo cual también conlleva, a la pérdida de biodiversidad y de sus servicios ecosistémicos de regulación hídrica, reservorios de carbono, fijación de nitrógeno (MADS, 2020).		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE		
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 variadas cantidades de carbono orgánico, lo cual puede significar aptitud diferente al componente calificado.		
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN		
La variable se construyó a partir del contenido de carbono orgánico registrado en la información de los resultados de laboratorio de suelos que proporciona la base de datos del mapa 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.		



Se tienen la tabla para el cálculo de la fertilidad de los suelos (IGAC, 2010), la cual discrimina los contenidos en cinco categorías, de acuerdo con el clima donde se encuentra, considerando que el coco es cultivado principalmente en clima cálido y que los mejores contenidos son los mayores de 1,7 %.

Rangos de carbono orgánico (%)					
Clima cálido	≤ 0,2	0,2-0,5	0,5 - 1,7	1,71 - 2,9	< 3,0

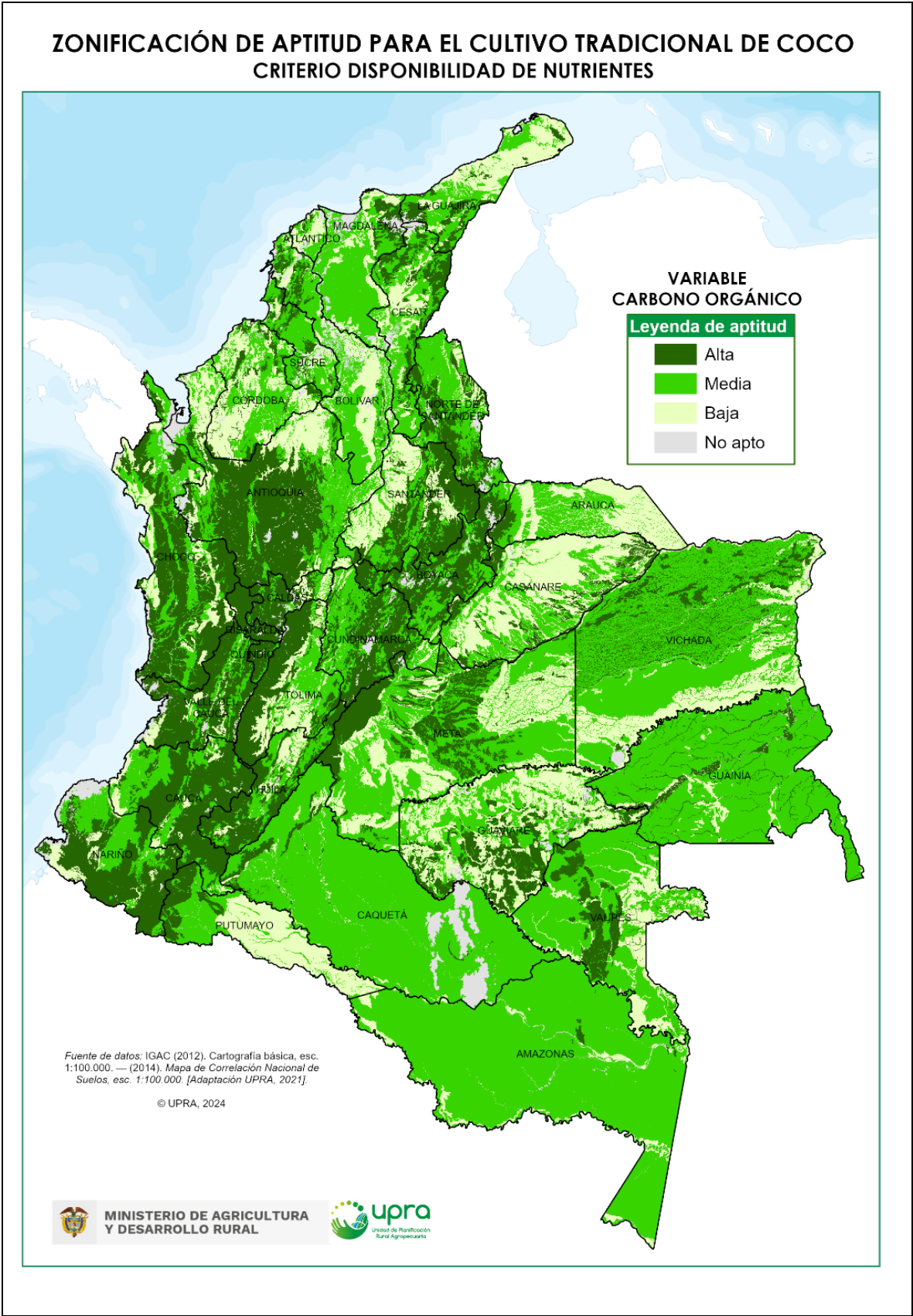
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los rangos para asignar los valores de aptitud para la variable se construyen teniendo en cuenta los requerimientos de materia orgánica y de nitrógeno referenciados para el cultivo del coco (SINAT, 2006; Secretaría de Agricultura y Ganadería, 2008), de la siguiente forma:

Carbono orgánico (%)	Aptitud
> 1,7	Alta (A1)
0,5 - 1,7	Media (A2)
< 0,5	Baja (A3)
Histosoles	No apto (N1)

Los rangos de aptitud están dados de acuerdo con diferentes consultas con productores y literatura relacionada.

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





FUENTES DE INFORMACIÓN	
<ul style="list-style-type: none">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. Segunda ed. San José de Costa Rica: IICA.Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). 119 p. Bogotá.Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá.Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá.Jackson, M. L. (1958). Soil chemical analysis. Prentice-Hall. Englewood Cliffs, N. J. p. 205.Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) (2020). Plan nacional de adaptación al cambio climático. Obtenido en marzo 15 de 2023 de: https://www.minambiente.gov.co/index.php/plan-nacional-de-adaptacion-al-cambio-climatico-pnacc/plan-nacional-de-adaptacion-al-cambio-climatico-pnacc.Secretaría de Agricultura y Ganadería. (2008). El cultivo del cocotero, Guía técnica para su establecimiento. Dirección de ciencia y tecnología agropecuaria DICTA. Honduras. Cultivo de coco https://dicta.gob.hn/files/2007,-El-cultivo-del-cocotero,-Guia.pdf.Sistema Nacional de Trámites (SINAT), Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) (2006). Cultivo de palma de coco. Actividad en zona Federal. Manzanillo, Colima. Manifestación de impacto ambiental. México. Cultivo de coco http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/col/estudios/2006/06CL2006AD020.pdf.	

1.3.4. Variable Saturación de bases

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)		Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional
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	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
Relación entre la cantidad de bases intercambiables y la capacidad de intercambio de cationes. El valor de la saturación de las bases 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 su productividad natural.		

El contenido alto de saturación de bases indica que el complejo de cambio está saturado con elementos nutritivos para las plantas de coco. 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, deben adicionarse fertilizantes.

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

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 fertilizantes, como parte del manejo del cultivo.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La mayoría de las unidades cartográficas de suelos, escala 1:100.000, son asociaciones, donde se califica el componente taxonómico de mayor representatividad dentro de la unidad; esto significa que dentro de la misma existen áreas de varios tamaños que tienen saturación de bases diferente al componente calificado, que pueden corresponder 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).

Los valores de saturación de bases se tomaron de los horizontes superficiales de cada uno de los perfiles modales. Se tomaron como base los cinco rangos la tabla de consideraciones generales para evaluación de la fertilidad de los suelos (IGAC, 2010), donde las mejores condiciones son las superiores a 35 %.

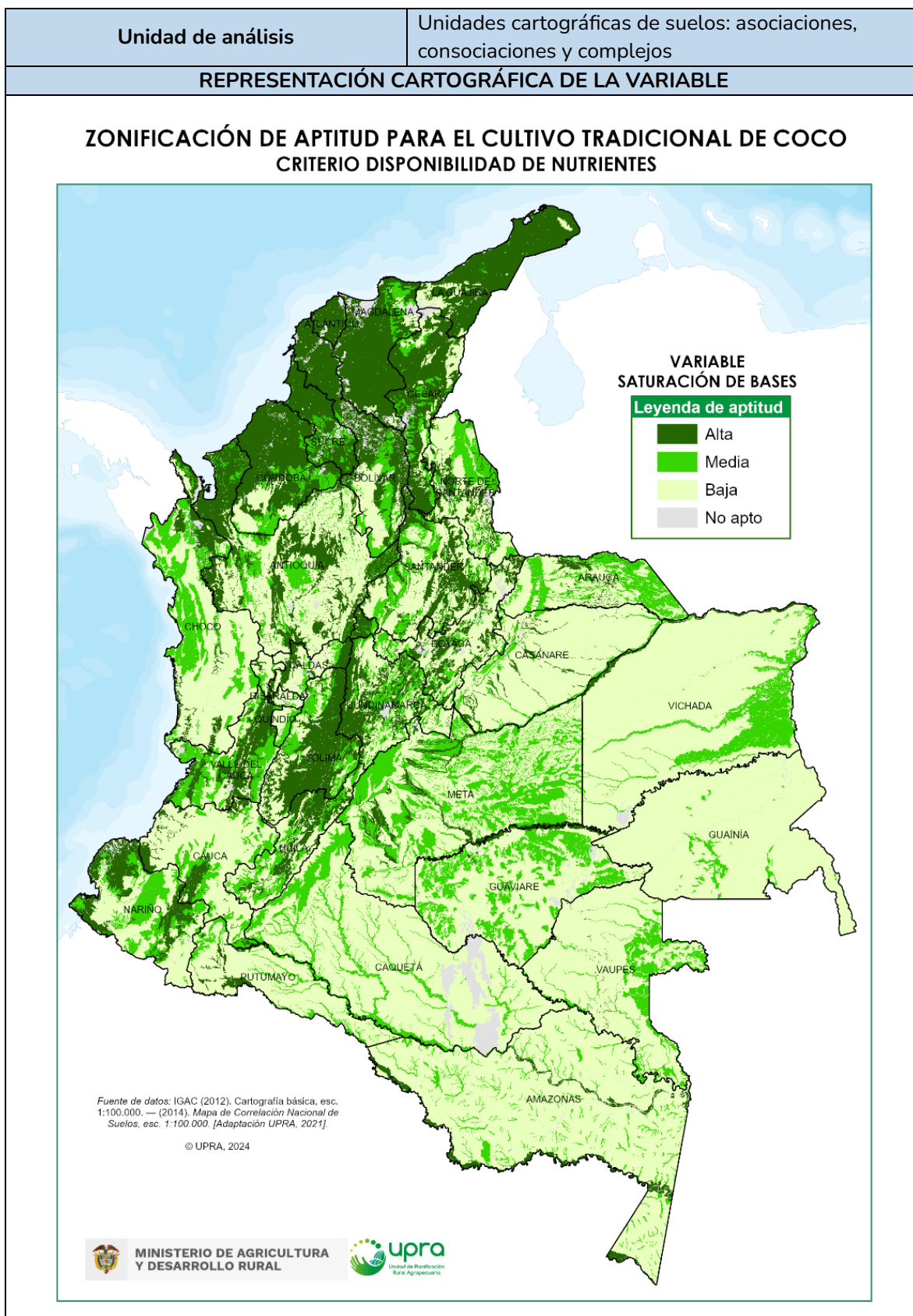
Rangos de porcentaje de saturación de bases					
Rango	< 10	10-35	36-50	51-70	> 70

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

De acuerdo con los requerimientos mínimos de nutrientes en el suelo para el establecimiento de un cultivo de coco (Artesanías de Colombia S.A., 2005; Fundación Hondureña de Investigación Agrícola FHIA., 2008), se establecieron los siguientes rangos de aptitud:

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 productores e investigación relacionada.



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Artesanías de Colombia S.A. (2005). Orientaciones para el aprovechamiento del coco, documento síntesis, basado en el estudio “Reconocimiento de las características, obtención y utilización de la estopa de coco”. Subgerencia de Desarrollo. Bogotá. Cultivo de coco
- <https://repositorio.artesantiasdecolombia.com.co/bitstream/001/3945/7/INST-D%202005.%2053.%203.pdf>.
- Fundación Hondureña de Investigación Agrícola FHIA. (2008). Manual técnico del cultivo del cocotero (*Cocos nucifera* L.). Cultivo de coco
- http://bvirtual.infoagro.hn/xmlui/bitstream/handle/123456789/96/EDA_Manual_Produccion_Coco_FHIA_09_08.pdf?sequence=1.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (1995). Suelos de Colombia: origen, evolución, clasificación, distribución y uso. P. 423-427.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). 119 p. Bogotá.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá.
- Malagón, D. (1995). Suelos de Colombia: origen, evolución, clasificación, distribución y uso. p. 423-427. Bogotá.
- Soil Science Society of America. (2018). Glosario de términos de ciencias del suelo. Cultivo de coco <<https://www.soils.org/publications/soils-glossary?ssoContinue=1#>>.



1.4. Criterio *Capacidad de laboreo*

FICHA METODOLÓGICA DEL CRITERIO					
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)			Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional		
COMPONENTE: Físico			SUBCOMPONENTE: Edáfico		
CRITERIO: Capacidad de laboreo					
TIPO DE CRITERIO	Exclusión técnica			✓	
	Análisis jerárquico			✓	
	Restricción legal				
	Condicionante legal				
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO					
<ul style="list-style-type: none">• <i>Pendiente</i>, expresada en rangos de pendiente (%).• <i>Textura</i>, expresada en clases texturales.• <i>Pedregosidad</i>, expresada en fase cartográfica de pedregosidad.					
DEFINICIÓN					
Características del terreno para preparar un lecho con los nutrientes adecuados y con unas condiciones que permitan el establecimiento del cultivo para su posterior desarrollo, mantenimiento y cosecha (las labores pueden ser en forma manual, con tracción animal o mecanizadas) (FAO, 2020).					
IMPORTANCIA DEL CRITERIO					
Influye en la realización de las diferentes labores culturales, tanto manuales como mecanizadas, que van desde la preparación del lote, trazado, siembra, desyerbas, aplicación de plaguicidas, fertilizaciones y cosecha, entre otros.					
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO					
La pendiente presenta límites que se califican como no aptos (N1), cuando son mayores de 50 %, ya que no permiten el desarrollo de labores, especialmente las mecanizadas.					
LIMITANTES PARA LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO					
La mayoría de las unidades cartográficas de suelos, 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 pueden corresponder a aptitudes diferentes.					
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN					
Los datos para las tres variables que conforman este criterio se obtienen de la base de datos del mapa nacional de correlación de suelos (IGAC, 2014), que corresponde a los límites de variación de la pendiente, clases texturales la pedregosidad.					
Variable	Unidad de medida	Aptitud			
		Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apto (N1)
Pendiente	Porcentaje (%)	0 - 12	12-25	25-50	> 50
Textura	Clases de texturas	FArA, FAr, F, FL, FA, L	FArL, ArA, ArL	Ar, A, AF	-
Pedregosidad	Fase cartográfica	Sin fase de pedregosidad	-	Con fase de pedregosidad	-

En la aptitud media (A2), se incluyen los horizontes orgánicos, los subgrupos *Vertic*, los *Oxisoles* y los *Ultisoles*; en la aptitud baja (A3), se incluyen los suelos clasificados como Vertisoles por su alto contenido de arcilla, al igual que los Psamments por su alto contenido de arenas; el resto de las texturas se califican con aptitud alta (A1).

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

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:

Pendiente (%)	Textura (clase textural)	Pedregosidad (fase de pedregosidad)	Aptitud
≤ 12	FArA, FAr, F, FL, FA, L	Sin fase de pedregosidad	A1
		Con fase de pedregosidad	A3
	FArL, ArA, ArL	Sin fase de pedregosidad	A2
		Con fase de pedregosidad	A3
	Ar, A, AF	Sin fase de pedregosidad	A3
		Con fase de pedregosidad	A3
12 - 25	FArA, FAr, F, FL, FA, L	Sin fase de pedregosidad	A2
		Con fase de pedregosidad	A3
	FArL, ArA, ArL	Sin fase de pedregosidad	A2
		Con fase de pedregosidad	A3
	Ar, A, AF	Sin fase de pedregosidad	A3
		Con fase de pedregosidad	A3
25 - 50	FArA, FAr, F, FL, FA, L	Sin fase de pedregosidad	A3
		Con fase de pedregosidad	A3
	FArL, ArA, ArL	Sin fase de pedregosidad	A3
		Con fase de pedregosidad	A3
	Ar, A, AF	Sin fase de pedregosidad	A3
		Con fase de pedregosidad	A3
> 50	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 y, por lo tanto, genera cultivos con deficiencias en su desarrollo y con dificultades para diferentes labores culturales.

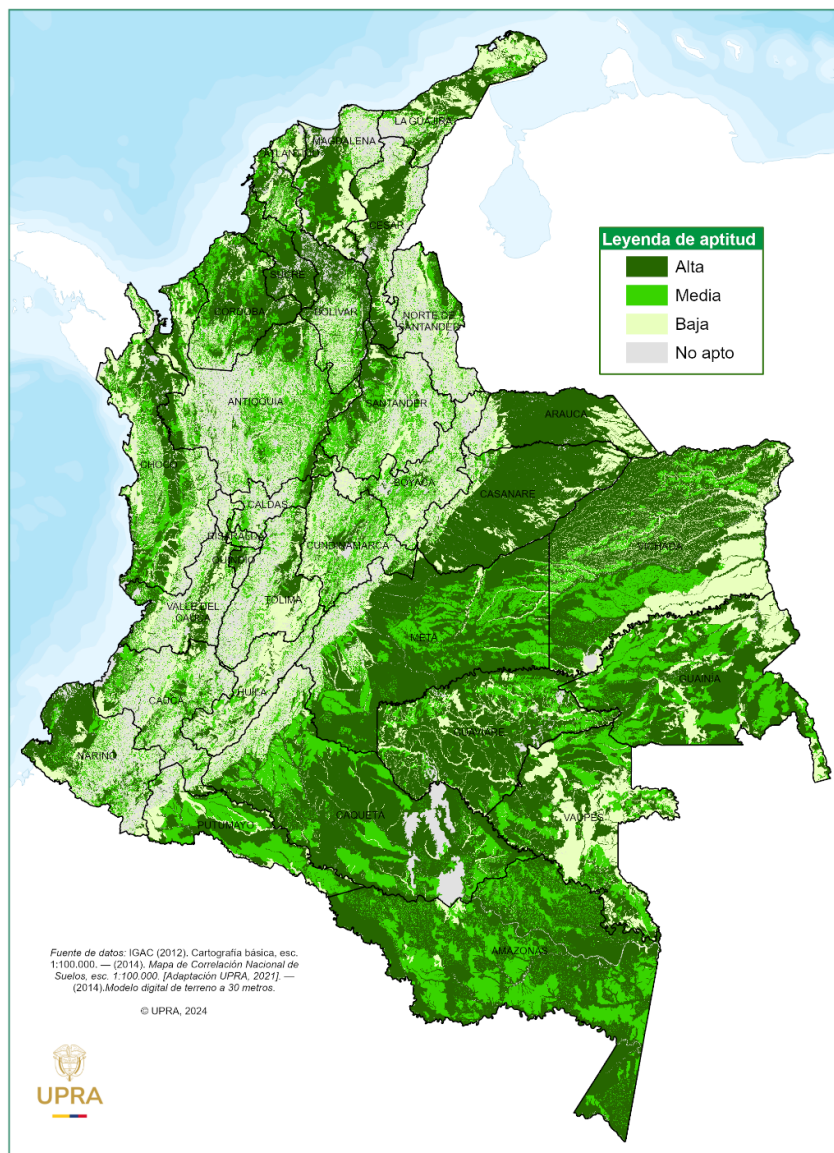
Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE COCO CRITERIO CAPACIDAD DE LABOREO



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (2020). Mecanización agrícola sostenible. Obtenido de <http://www.fao.org/sustainable-agricultural-mechanization/guidelinesoperations/es/>.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá. 119 p.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá.

1.4.1. Variable *Pendiente*

140

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE																		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional																	
COMPONENTE: Físico SUBCOMPONENTE: Edáfico																		
CRITERIO ASOCIADO: Capacidad de Laboreo																		
VARIABLE: Pendiente	UNIDAD DE MEDIDA: Porcentaje (%)																	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	✓																
	Análisis jerárquico	✓																
	Restricción legal																	
	Condicionante legal																	
DEFINICIÓN																		
Grado de inclinación de una superficie desde la horizontal, generalmente expresada en porcentaje o grados (Soil Science Society of America, 2018).																		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO																		
Incide directamente en la traficabilidad de la maquinaria y de las personas y, por lo tanto, en la eficiencia de la adecuación, preparación y mantenimiento y demás labores de los cultivos de coco, ya sea en forma manual, con tracción animal o mecanizada.																		
De acuerdo con el desempeño de los tractores con implementos, se puede trabajar en pendientes hasta del 12 % sin 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 comerciales intensivos.																		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO																		
Pendientes mayores del 50 % se excluyen como zonas no aptas (N1) para cultivos comerciales de coco, debido a las exigencias en el desempeño de la maquinaria y dificultad en las labores culturales.																		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE																		
El uso de las fases cartográficas por pendiente, 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 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><tr><th>Clase compuesta</th><th>Porcentaje (%)</th></tr><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></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																	



El proceso de generación del mapa de pendientes se basó en el uso de las fases de pendiente que se encuentran en el mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014), hasta el 25 %, de aquí en adelante se utilizan los mismos rangos, pero originados del modelo de elevación DEM de 30 metros.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Esta variable presenta rangos de aptitud de acuerdo con las condiciones del terreno (SINAT, 2006; Ceveda Guzmán, 2013; Ruiz et al., 2013; Bravo Medina, 2014) y con la exigencia a la maquinaria utilizada en las diferentes labores de los cultivos, así:

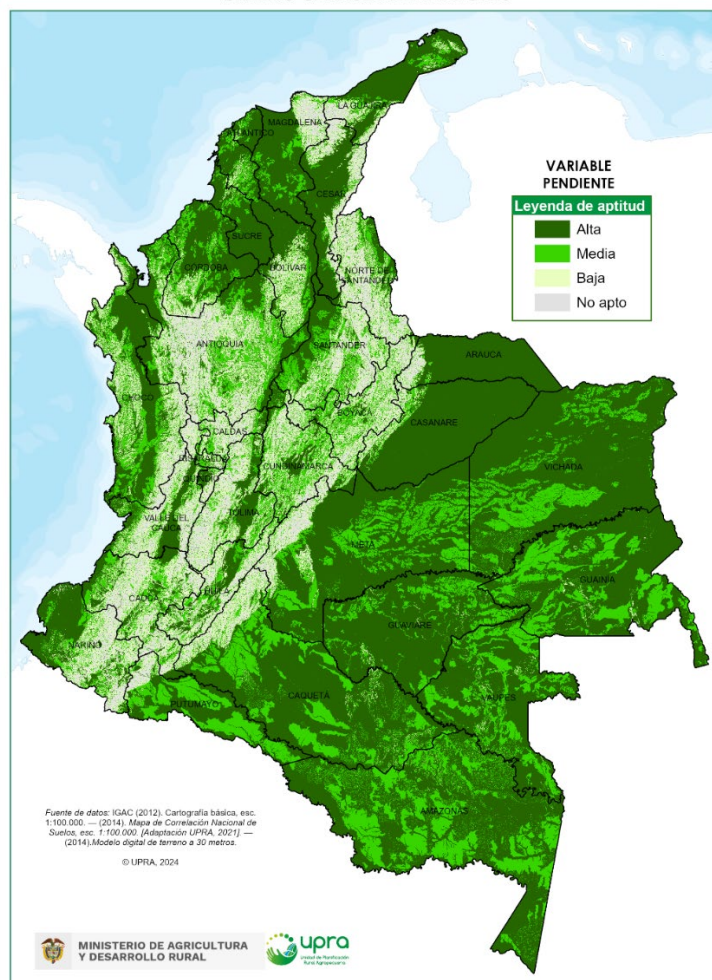
Pendiente (%)	Aptitud
0 - 12	Alta (A1)
12-25	Media (A2)
25-50	Baja (A3)
> 50	No apto (N1)

Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos:
asociaciones, consociaciones y complejos

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO TRADICIONAL DE COCO CRITERIO CAPACIDAD DE LABOREO



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Bravo, Medina, R. (2014). Contribución al estudio del cultivo del cocotero en el Estado Zulia. Revista De La Facultad De Agronomía De La Universidad Del Zulia, 4(4). Cultivo de coco <https://produccioncientificaluz.org/index.php/agronomia/article/view/25824>.
- Ceveda, Guzmán. (2013). Cultivo del coco. República Bolivariana de Venezuela. Ministerio del poder popular para la educación universitaria. Universidad Bolivariana de Venezuela. Tovar, Estado Mérida. Cultivo de coco. <https://pdfcoffee.com/cultivo-de-coco-4-pdf-free.html>.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). 119 p. Bogotá.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá.
- Sistema Nacional de Trámites (SINAT), Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) (2006). Cultivo de palma de coco. Actividad en zona Federal. Manzanillo, Colima. Manifestación de impacto ambiental. México. <http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/col/estudios/2006/06CL2006AD020.pdf>
- Ruiz, JA; Medina, G; González, IJ; Flores, HE; Ramírez, G; Ortiz, C; Byerly, K; Martínez, RA. (2013). Requerimientos agroecológicos de cultivos. Libro Técnico Núm. 3, SAGARPA Secretaría de agricultura ganadería desarrollo rural pesca y alimentación. Centro de Investigación Regional Pacífico Centro Campo Experimental Centro Altos de Jalisco Tepatitlán de Morelos, Jalisco. México. Cultivo de coco <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/7758/BVE19040067e.pdf;jsessionid=724F7EDF43C45B5889842CE58BCE00EE?sequence=1>.
- Soil Science Society of America. (2018). Glosario de términos de ciencias del suelo. Cultivo de coco <<https://www.soils.org/publications/soils-glossary?ssoContinue=1#>>.

1.4.2. Variable *Textura*

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)		Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional
COMPONENTE: Físico SUBCOMPONENTE: Edáfico		
CRITERIO ASOCIADO: Capacidad de laboreo		
VARIABLE: Textura	UNIDAD DE MEDIDA: Clase textural	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
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).		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
Se relaciona con la consistencia, la cual determina la resistencia del suelo a su ruptura y deformación en los diferentes estados de humedad, que afecta los requerimientos de potencia de la tracción utilizada.		



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. Suelos con altos contenidos de arcilla se vuelven pesados y pegajosos (cuando las arcillas son de relación 2:1).

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

Aunque los tipos de textura representan diferentes grados de dificultad para el movimiento del suelo, el uso de la maquinaria e implementos, no se excluye alguna clase.

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 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, dada la escala que se determinó para la presente zonificación de aptitud.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

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

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. Las clases texturales se presentan de acuerdo con la siguiente tabla (USDA, 2017):

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)

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, se determinaron con aptitud alta (A1).

Las clases texturales con aptitud media (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*, *Ultisoles* y subgrupos *Oxic*), por su baja pegajosidad. También se incluyen los subgrupos Vertic.

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

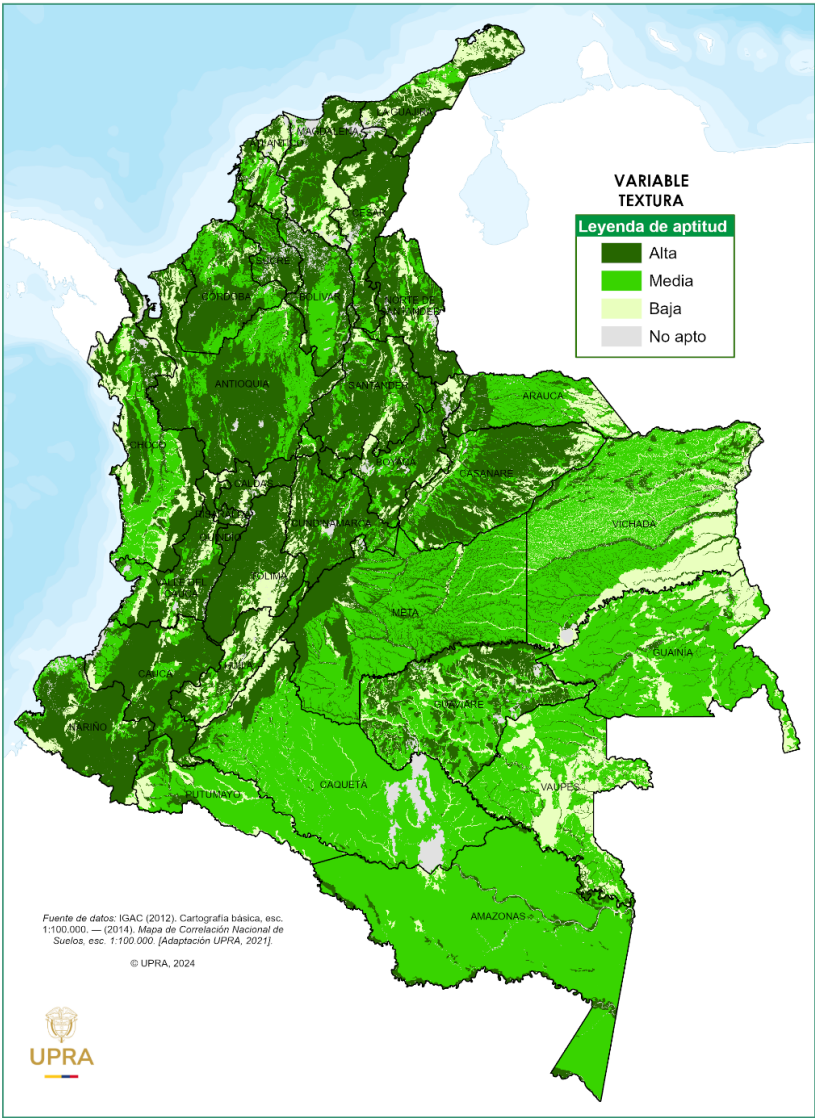
Rangos de aptitud

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

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

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE COCO
CRITERIO CAPACIDAD DE LABOREO

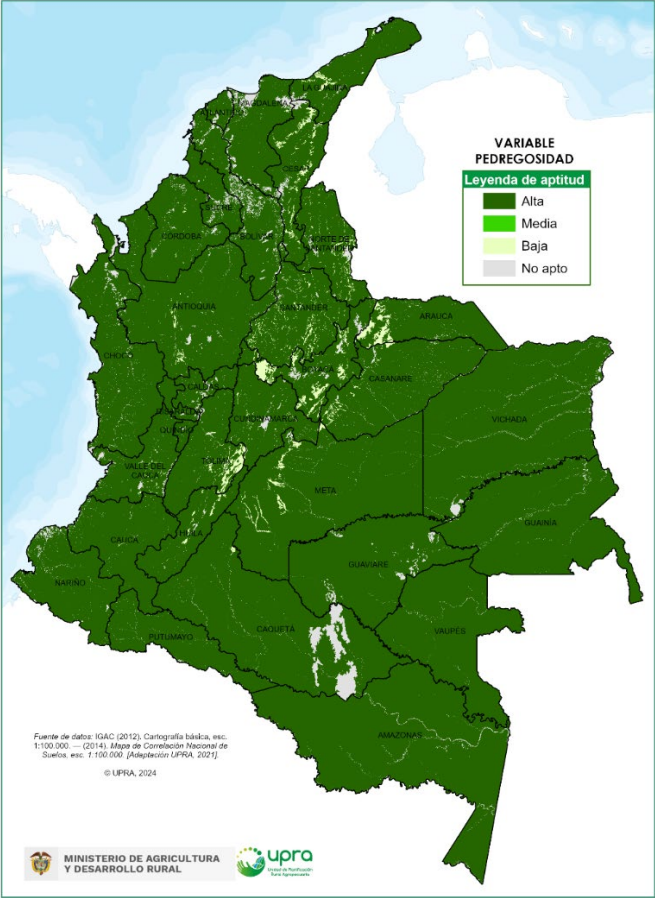




FUENTES DE INFORMACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> • Malagón C., Dimas y Montenegro G., Hugo. (1990). Propiedades físicas de los suelos. Bogotá: IGAC. p. 101 y 157. • Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). 119 p. Bogotá. • Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá. • Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá. • United States Department of Agriculture (USDA) (2017). Soil survey manual. Agriculture Handbook No. 18. 639 p. Cultivo de coco https://www.nrcs.usda.gov/sites/default/files/2022-09/The-Soil-Survey-Manual.pdf.

1.4.3. Variable *Pedregosidad*

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)		Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional
COMPONENTE: Físico SUBCOMPONENTE: Edáfico		
CRITERIO ASOCIADO: Capacidad de laboreo		
VARIABLE: Pedregosidad	UNIDAD DE MEDIDA: Fase cartográfica de pedregosidad	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
Fragmentos de roca de 2 mm de diámetro o mayores; se reconocen de acuerdo con su tamaño como grava, guijarro, piedra y bloques (Van Wambeke y Forbes, 1987).		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
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 el uso de herramientas, drenajes, surcados y cosecha. Repercute en la integridad de los implementos agrícolas, lo que limita las prácticas de laboreo, además de disminuir el área útil por unidad de superficie.		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO		
No se considera rango de exclusión técnica (N1) ya que se pueden mejorar las condiciones del suelo removiendo la pedregosidad, sólo que estas prácticas elevan los costos de preparación de las tierras; de otra parte, no todos los cultivos de coco son mecanizados.		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE		
La principal limitante para la evaluación de esta variable es la forma como se encuentra registrada la información en el mapa nacional de correlación de suelos (IGAC, 2014), donde solamente aparece fase pedregosa; no se encuentra discriminada en rangos por porcentaje de recubrimiento.		
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN		
Las clases de pedregosidad se obtuvieron a partir de la fase cartográfica de pedregosidad del mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014).		
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.		

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD	
La asignación de rangos corresponde a la fase cartográfica de pedregosidad, es decir, fase pedregosa y sin fase de pedregosidad (expresión que indica tácitamente que no hay pedregosidad).	
Rangos de pedregosidad	
Pedregosidad (fase de pedregosidad)	Aptitud
Sin fase de pedregosidad	Alta (A1)
-	Media (A2)
Con fase de pedregosidad	Baja (A3)
Unidad de análisis	Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos
REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE	
<div><p>ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO TRADICIONAL DE COCO</p><p>CRITERIO CAPACIDAD DE LABOREO</p></div>	
FUENTES DE INFORMACIÓN	
<ul style="list-style-type: none">• Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá. 119 p.• Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá.• Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá.• 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.	



1.5. Criterio *Condiciones de enraizamiento*

FICHA METODOLÓGICA DEL CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional	
COMPONENTE: Físico SUBCOMPONENTE: Edáfico		
CRITERIO: Condiciones de enraizamiento		
TIPO DE CRITERIO	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
<ul style="list-style-type: none">• <i>Profundidad efectiva</i>, expresada en centímetros (cm).• <i>Textura</i>, expresada en clases texturales.• <i>Pedregosidad</i>, expresada como fases cartográficas de pedregosidad.		
DEFINICIÓN		
Conjunto de características físicas del suelo que permiten el establecimiento, fijación y buen desarrollo del sistema radicular, que conllevan al adecuado desarrollo y producción de las plantas de coco.		
IMPORTANCIA DEL CRITERIO PARA EL CULTIVO		
<p>En la medida en que se desarrolle adecuadamente las raíces, tanto la principal como las secundarias, pueden explorar mayor volumen de suelo y tener un espacio físico con mayores posibilidades para abastecerse de agua y nutrientes, de los cuales depende la capacidad para la adecuada formación y llenado de los frutos.</p> <p>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 las raíces y profundidad radicular adecuada, el desarrollo del cultivo y la producción se llevan a cabo satisfactoriamente.</p>		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO		
Los límites a partir de los cuales se consideró que no es posible el establecimiento de cultivos de coco, considerados no aptos (N1), corresponden a suelos con contactos líticos o pétricos.		
LIMITANTES PARA LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO		
La mayoría de las unidades cartográficas de suelos, 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 pueden corresponder 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), fase de pedregosidad y las clases texturales; la calificación de este criterio se da por medio de un árbol de decisión.		

Variables	Unidad de medida	Aptitud			
		Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apto (N1)
Profundidad efectiva	Centímetros	Muy profundo, profundo (> 100)	Moderadamente profundo (50 - 100)	Superficial, muy superficial (25 - 50)	Lithic, Petroferric, Petrocalcic, Petrogypsic
Textura	Clases de texturas	F, FL, FA, L, AF, A	FAr, FArA, FArL, ArL, ArA	Ar	-
Pedregosidad	Fase cartográfica	Sin fase de pedregosidad	-	Con fase de pedregosidad	-

Además de las texturas consideradas, los horizontes orgánicos se consideran con aptitud media (A2), por su alto contenido de materia orgánica, igualmente se incluyen en esta clasificación los suelos *Oxisoles* y *Ultisoles*, los subgrupos *Oxic*, por tener arcillas de mejores características físicas y, además, los subgrupos *Vertic*. En la aptitud baja (A3), se incluyen los suelos *Vertisoles*, los *Psamments*, los primeros por altos contenidos de arcilla y los últimos por alto contenido de arena.

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

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 adecuado enraizamiento de las plantas de coco.

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 y, por lo tanto, su producción de frutos.

Las consociaciones de suelos calificados como Lithic, Petrocalcic, y Petroferric y petrogypsic no se consideran aptos debido a la limitación extrema para la penetración de las raíces.

Árbol de decisión para el criterio

Profundidad efectiva	Textura	Pedregosidad	Aptitud
Muy profundo, profundo (>100)	F, FL, FA, L, AF, A	Sin fase de pedregosidad	A1
		Con fase de pedregosidad	A3
	FAr, FArA, FArL, ArL, ArA	Sin fase de pedregosidad	A2
		Con fase de pedregosidad	A3
	Ar	Sin fase de pedregosidad	A3
		Con fase de pedregosidad	A3
Moderadamente profundo (50 - 100)	F, FL, FA, L, AF, A	Sin fase de pedregosidad	A2
		Con fase de pedregosidad	A3
	FAr, FArA, FArL, ArL, ArA	Sin fase de pedregosidad	A2
		Con fase de pedregosidad	A3
	Ar	Sin fase de pedregosidad	A3
		Con fase de pedregosidad	A3
Superficial, muy superficial (25 - 50)	Cualquiera	Cualquiera	A3
Lithic, Petroferric, Petrocalcic, Petrogypsic			N1



Unidad de análisis	Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos
REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO	
<div data-bbox="483 352 1140 409"><p>ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE COCO</p><p>CRITERIO CONDICIONES DE ENRAIZAMIENTO</p></div> <div data-bbox="370 415 1253 1627"></div>	
<div data-bbox="630 1648 993 1680"><p>FUENTES DE INFORMACIÓN</p></div> <div data-bbox="256 1686 1385 1896"><ul style="list-style-type: none">• Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). 119 p. Bogotá.• Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá.• Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá.</div>	

1.5.1. Variable *Profundidad efectiva*

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional	
COMPONENTE: Físico SUBCOMPONENTE: Edáfico		
CRITERIO ASOCIADO: Condiciones de enraizamiento		
VARIABLE: Profundidad efectiva	UNIDAD DE MEDIDA: Centímetros (cm)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
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).		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
<p>La profundidad del suelo puede influir en el tipo de plantas que pueden crecer en él. Los suelos más profundos generalmente pueden proporcionar más agua y nutrientes a las plantas que los suelos más superficiales. Además, la mayoría de las plantas dependen del suelo como soporte mecánico y esto es especialmente cierto para las plantas leñosas altas (Rajakarunay Boyd, 2008).</p> <p>Determina el espacio donde las raíces pueden desarrollarse, afectando el proceso vegetativo y la conformación de la arquitectura de la planta. En un suelo profundo las plantas pueden encontrar mayor humedad; por lo tanto, resisten mejor la sequía.</p> <p>Para el cultivo del coco, se considera que el suelo debe tener una profundidad efectiva mayor a 50 cm, libre de fragmentos gruesos, contactos (líticos, petroféricos, petrocálcicos y petrogypsicos) y sin presencia de horizontes argílicos o compactados.</p> <p>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.</p>		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO		
Se definieron las profundidades efectivas como no aptas (N1) para el establecimiento del cultivo comercial de coco, cuando existen contactos líticos, petroféricos, petrogypsicos o petrocálcicos, debido a extrema dificultad de ser penetrados por el sistema radicular.		
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, pueden tener aptitudes diferentes.		

**METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

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, y los contactos pétricos, dado que otras, como los horizontes argílicos y compactados pueden ser perforados con el uso de equipos como subsoladores y cinceles.

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

Clases por profundidad efectiva

Clase	Profundidad (cm)
Muy superficial	< 25
Superficial	25 - 50
Moderadamente superficial	50 - 75
Moderadamente profunda	75 - 100
Profunda	100 - 150
Muy profunda	> 150

Las clases de profundidad efectiva se obtuvieron a partir del mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014).

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

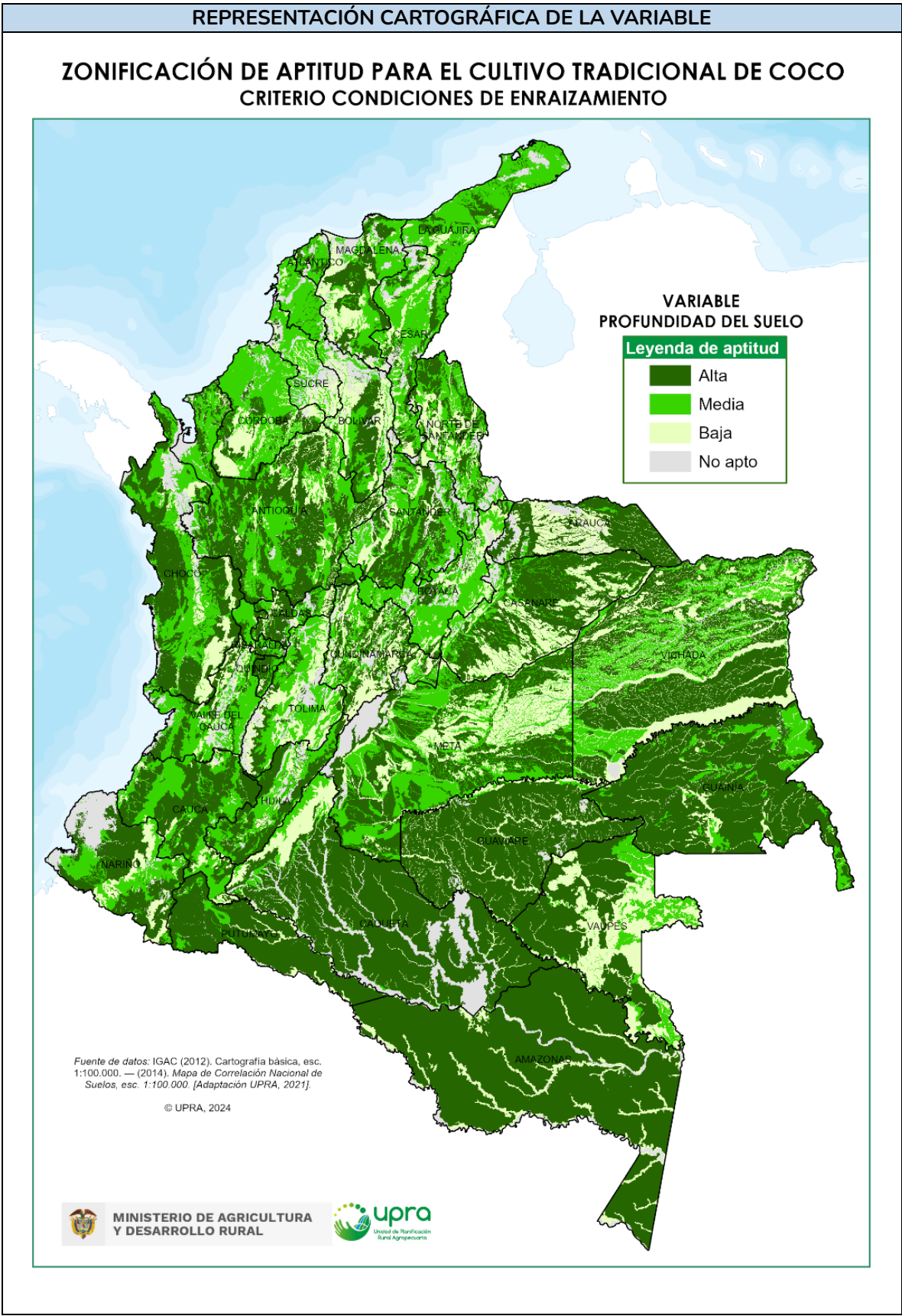
De acuerdo con los requerimientos de profundidad efectiva para el cultivo de coco (Ministerio de economía familiar, comunitaria, cooperativa y asociativa MEFCCA. (s. f.); Parrotta, 1993; García, y Guerrero, 2003; Artesanías de Colombia S.A., 2005; SINAT, 2006; Fundación Hondureña de Investigación Agrícola, 2008; Cevada Guzmán. 2013), se determinaron los siguientes rangos de aptitud:

Profundidad efectiva (cm)	Aptitud
Muy profundo, profundo (>100)	Alta (A1)
Moderadamente profundo (50-100)	Media (A2)
Superficial, muy superficial (25-50)	Baja (A3)
Consociaciones de suelos Lithic, Petroferric, Petrocalcic y Petrogypsic	No apto (N1)

Los rangos de aptitud están dados de acuerdo con diferentes consultas con productores y literatura relacionada.

Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos





FUENTES DE INFORMACIÓN

- Artesanías de Colombia S.A. (2005). Orientaciones para el aprovechamiento del coco, documento síntesis, basado en el estudio “Reconocimiento de las características, obtención y utilización de la estopa de coco”. Subgerencia de Desarrollo. Bogotá. Cultivo de coco <https://repositorio.artesantiasdecolombia.com.co/bitstream/001/3945/7/INST-D%202005.%2053.%203.pdf>.
- Ceveda Guzmán. (2013). Cultivo del coco. República Bolivariana de Venezuela. Ministerio del poder popular para la educación universitaria. Universidad Bolivariana de Venezuela. Tovar, Estado Mérida. Cultivo de coco. <https://pdfcoffee.com/cultivo-de-coco-4-pdf-free.html>.
- Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA) (2008). Manual técnico del cultivo del cocotero (*Cocos nucifera* L.). Cultivo de coco. http://bvirtual.infoagro.hn/xmlui/bitstream/handle/123456789/96/EDA_Manual_Produccion_Coco_FHIA_09_08.pdf?sequence=1.
- García, JM y Guerrero, M. (2003). Guía Técnica del cultivo del cocotero. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal CENTA. El Salvador. Cultivo de coco <http://centa.gob.sv/docs/guias/frutales/Guia%20cocotero%202003.pdf>.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá. 119 p.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá.
- Ministerio de economía familiar, comunitaria, cooperativa y asociativa MEFCCA. (s. f.). Cartilla del cultivo de coco. Nicaragua. Cultivo de coco. <https://www.economiafamiliar.gob.ni/backend/vistas/doc/cartilla/documento4531394.pdf>.
- Parrotta, John A. (1993). *Cocos nucifera* L. Coconut, Coconut palm, Palma de coco. Palmae. Palm family. New Orleans, LA: USDA Forest Service, International Institute of Tropical Forestry; . 7 p. (SO-ITF-SM; 57). Cultivo de coco. <https://www.fs.usda.gov/research/treesearch/30360>.
- Rajakaruna, N. y Boyd, R.S. (2008). Edaphic Factor. En: Encyclopedia of Ecology. Cultivo de coco <<https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/soil-depth#:~:text=Soil%20depth%20can%20greatly%20influence,e.g.%2C%20shrubs%2C%20trees>>.
- Sistema Nacional de Trámites (SINAT), Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) (2006). Cultivo de palma de coco. Actividad en zona Federal. Manzanillo, Colima. Manifestación de impacto ambiental. México. <http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/col/estudios/2006/06CL2006AD020.pdf>
- United States Department of Agriculture (USDA) (1961). Land-Capability Classification. Agriculture Handbook No. 210. EUA: Soil Conservation Service.

1.5.2. Variable *Textura*

154

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE						
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional					
COMPONENTE: Físico SUBCOMPONENTE: Edáfico						
CRITERIO ASOCIADO: Condiciones de enraizamiento						
VARIABLE: Textura	UNIDAD DE MEDIDA: Clase textural					
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica					
	Análisis jerárquico	✓				
	Restricción legal					
	Condicionante legal					
DEFINICIÓN						
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)						
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE						
Se relaciona con la consistencia, la permeabilidad y la porosidad del suelo, que afectan la penetración de las raíces y el espacio entre partículas, permitiendo que circule el oxígeno que favorece la aireación y, por lo tanto, buena formación del sistema radicular.						
En suelos de texturas finas, las raíces tienen mayor gasto de energía para penetrarlos, más aún si se tiene en cuenta que las raíces jóvenes son muy débiles; mientras que, en los suelos de texturas gruesas, se puede presentar exposición libre de las raíces por desplazamiento de las partículas por acción del agua o el viento.						
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO						
No se excluye alguna clase textural para el desarrollo del cultivo de coco, aunque la textura con altos contenidos de arcilla representa mayor grado de dificultad para el desarrollo de raíces.						
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 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. Las clases texturales se presentan de acuerdo con la siguiente tabla (USDA, 2017):						
<table><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></table>			Arenosa (A)	Arenosa franca (AF)	Franco arenosa (FA)	Franca (F)
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)	

Esta variable se define con base en los requerimientos para los cultivos de coco, en relación con su crecimiento y desarrollo, consultados con productores y reportes técnicos.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD
--

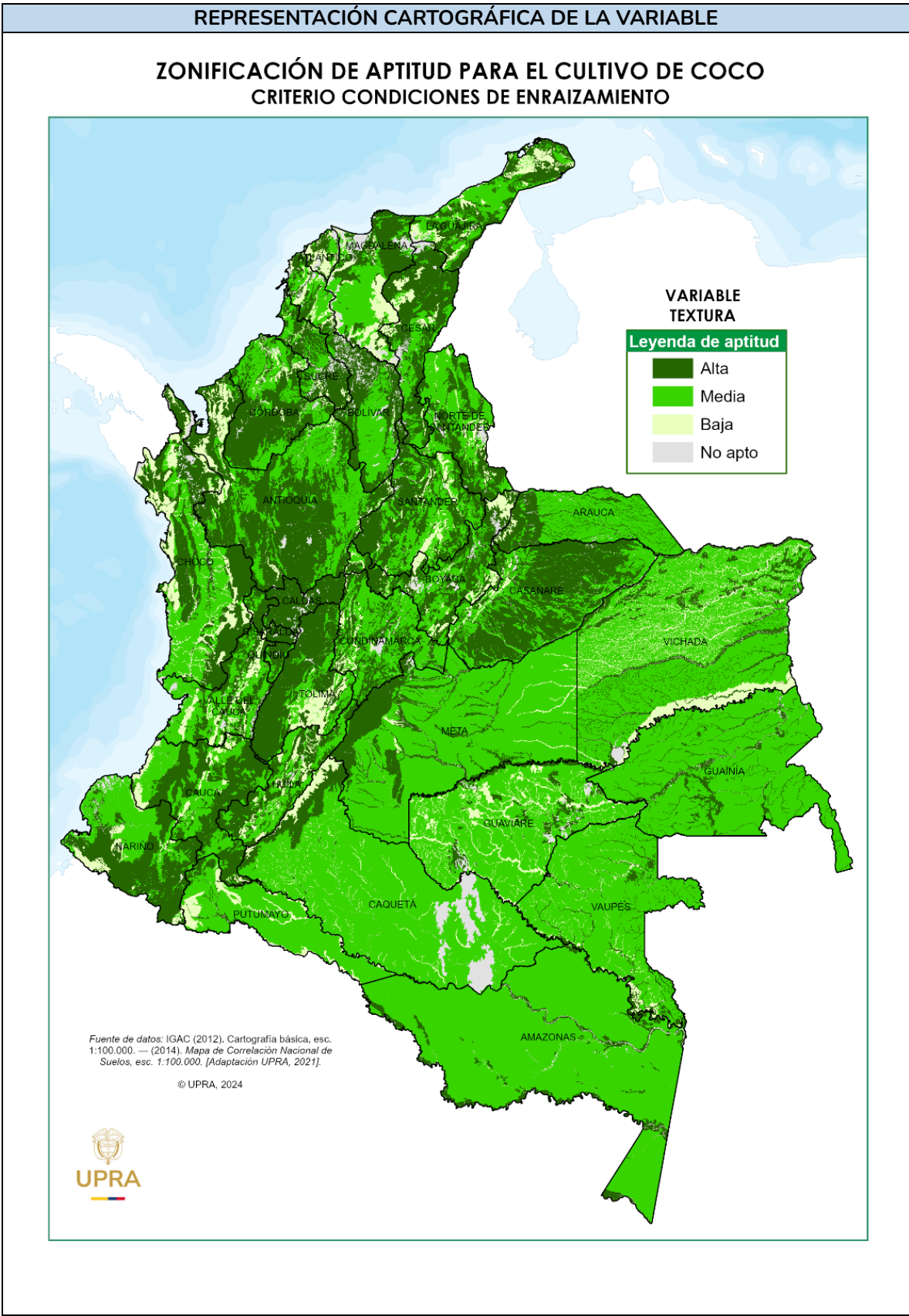
De acuerdo con los requerimientos para obtener buenos resultados en los cultivos de coco (Parrotta, John A., 1993; Artesanías de Colombia S.A., 2005; Gobierno del Estado de Colima, 2005; Edward Chan and Craig R. Elevitch, 2006; SINAT, 2006; Fundación Hondureña de Investigación Agrícola FHIA, 2008; Secretaría de Agricultura y Ganadería, 2008; Ministerio de economía familiar, comunitaria, cooperativa y asociativa MEFCCA, Sf.), las clases texturales que se determinaron con aptitud alta (A1), tienen proporciones adecuadas de partículas (arcillas, limos y arenas), donde el cultivo de coco puede obtener un mejor desarrollo debido al buen suministro de oxígeno y condiciones de suelo suelto, para crecimiento de las raíces.

Los grupos texturales con aptitud media (A2), se califican de esta forma debido a que la clase que integran los grupos texturales finas y francas finas, presentan baja permeabilidad, dificultan el movimiento del agua en suelo y por tanto favorecen los encharcamientos con problemas en disponibilidad de oxígeno y, en épocas secas, el endurecimiento del suelo; igualmente los suelos orgánicos y los Oxisoles, Ultisoles y subgrupos Oxic por sus buenas características físicas y los subgrupos Vertic. La clase textural arcillosa, se califican con aptitud baja (A3), por su alto contenido de arcilla, lo cual desarrolla alta pegajosidad y baja aireación, donde se incluyen los Vertisoles y, los Psamments por efectos contrarios de poca adherencia.

Rangos de aptitud

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

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





FUENTES DE INFORMACIÓN

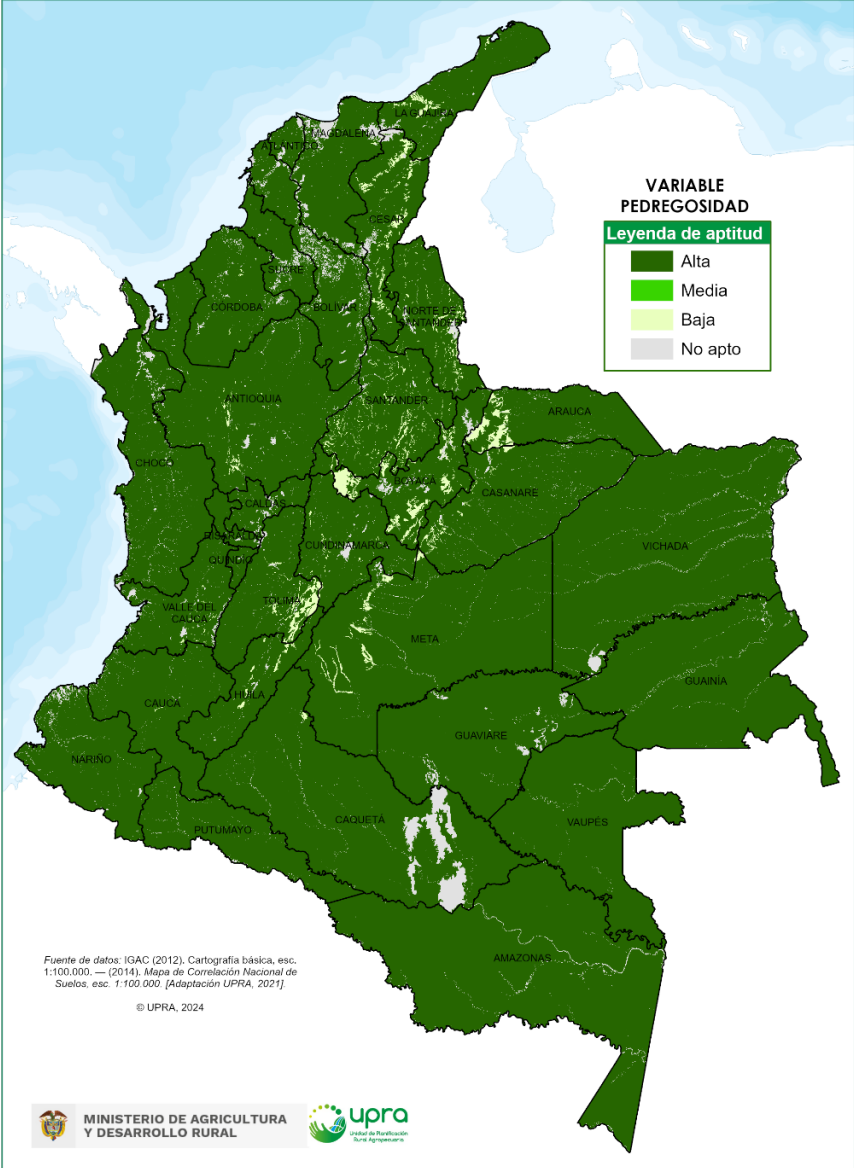
- Artesanías de Colombia S.A. (2005). Orientaciones para el aprovechamiento del coco, documento síntesis, basado en el estudio “Reconocimiento de las características, obtención y utilización de la estopa de coco”. Subgerencia de Desarrollo. Bogotá. Cultivo de coco
- <https://repositorio.artesantiasdecolombia.com.co/bitstream/001/3945/7/INST-D%202005.%2053.%203.pdf>.
- Edward Chan and Craig R. Elevitch. (2006). Species Profiles for Pacific Island Agroforestry. *Cocus nucifera* L. (coconut) Arecaeae (palm family). Cultivo de coco
- <https://raskisimani.files.wordpress.com/2013/01/cocos-nucifera-coconut.pdf>.
- Fundación Hondureña de Investigación Agrícola FHIA. (2008). Manual técnico del cultivo del cocotero (*Cocos nucifera* L.). Cultivo de coco
- http://bvirtual.infoagro.hn/xmlui/bitstream/handle/123456789/96/EDA_Manual_Produccion_Coco_FHIA_09_08.pdf?sequence=1.
- Gobierno del Estado de Colima. (2005). Paquete tecnológico para el cultivo del cocotero en el Estado de Colima. México. Secretaria de Desarrollo Rural. Cultivo de coco <https://es.scribd.com/document/53038530/coco>.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá.
- Malagón C., Dimas y Montenegro G., Hugo. (1990). Propiedades físicas de los suelos. Bogotá.
- Malagón C., Dimas. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá: IGAC. 119 p.
- Ministerio de economía familiar, comunitaria, cooperativa y asociativa MECCA. (s. f.). Cartilla del cultivo de coco. Nicaragua. Cultivo de coco
- <https://www.economiafamiliar.gob.ni/backend/vistas/doc/cartilla/documento4531394.pdf>.
- Parrotta, John A. (1993). *Cocos nucifera* L. Coconut, Coconut palm, Palma de coco. Palmae. Palm family. New Orleans, LA: USDA Forest Service, International Institute of Tropical Forestry; 7 p. (SO-ITF-SM; 57). Cultivo de coco. <https://www.fs.usda.gov/research/treesearch/30360>.
- Secretaria de Agricultura y Ganadería. (2008). El cultivo del cocotero, Guía técnica para su establecimiento. Dirección de ciencia y tecnología agropecuaria DICTA. Honduras. Cultivo de coco. https://dicta.gob.hn/files/2007_-El-cultivo-del-cocotero,-Guia.pdf.
- Sistema Nacional de Trámites (SINAT), Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) (2006). Cultivo de palma de coco. Actividad en zona Federal. Manzanillo, Colima. Manifestación de impacto ambiental. México. <http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/col/estudios/2006/06CL2006AD020.pdf>
- United States Department of Agriculture (USDA) (2017). Soil survey manual. Agriculture Handbook No. 18. 639 p. Cultivo de coco <https://www.nrcs.usda.gov/sites/default/files/2022-09/The-Soil-Survey-Manual.pdf>.

1.5.3. Variable *Pedregosidad*

158

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional	
COMPONENTE: Físico SUBCOMPONENTE: Edáfico		
CRITERIO ASOCIADO: Condiciones de enraizamiento		
VARIABLE: Pedregosidad	UNIDAD DE MEDIDA: Fase cartográfica de pedregosidad	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
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).		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
Los altos contenidos de fragmentos de roca en el suelo tienen efectos negativos para el cultivo de coco porque, disminuyen el área útil por unidad de superficie y de almacenamiento de agua, y acelera la infiltración.		
La alta pedregosidad influye negativamente en los cultivos de coco, por tener influencia en la diferenciación, formación y desarrollo del sistema de raíces.		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO		
No se consideran áreas no aptas (N1), por la variable.		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE		
La principal limitante para la evaluación de esta variable es la forma como se encuentra registrada la información en 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, como cuando no se encuentra la fase cartográfica.		
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN		
Las clases de pedregosidad se obtuvieron a partir de las fases cartográficas del mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014).		
La variable se tomó como aparece en los registros de la información de la base de datos, es decir, fase pedregosa o sin fase de pedregosidad, sin especificar rangos por porcentaje de pedregosidad.		
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD		
Se determinaron como tierras con aptitud alta (A1), los suelos sin fase de pedregosidad (< 35 % por volumen) y se califican con aptitud baja (A3), los suelos con presencia > 35 % (fase pedregosa), porque obstaculiza el desarrollo de raíces.		
Rangos de aptitud		
Pedregosidad		Aptitud
Sin fase de pedregosidad		Alta (A1)
Con fase de pedregosidad		Baja (A3)
Los rangos de aptitud de las variables están dados de acuerdo con diferentes consultas a productores e investigación relacionada.		



Unidad de análisis	Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos
REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE	
<p>ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO TRADICIONAL DE COCO CRITERIO CONDICIONES DE ENRAIZAMIENTO</p>  <p>Fuente de datos: IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000. — (2014). Mapa de Correlación Nacional de Suelos, esc. 1:100.000. [Adaptación UPRA, 2021].</p> <p>© UPRA, 2024</p> <p>MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL</p> <p>upra</p>	
FUENTES DE INFORMACIÓN	
<ul style="list-style-type: none">• Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). 119 p. Bogotá• Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá• Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá.• 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.	

1.6. Criterio *Disponibilidad de oxígeno*

160

FICHA METODOLÓGICA DEL CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional	
COMPONENTE: Físico SUBCOMPONENTE: Edáfico		
CRITERIO: Disponibilidad de oxígeno		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
<ul style="list-style-type: none">• <i>Drenaje natural</i>, expresado en clases de drenaje natural.• <i>Susceptibilidad a inundaciones</i>, expresada en fase cartográfica de inundabilidad.		
DEFINICIÓN		
Cualidad que indica las condiciones de aireación del suelo. Cuando el suelo está libre de saturación de agua, los poros permiten la libre circulación del CO ₂ hacia la atmósfera y la entrada del oxígeno del exterior, determinando condiciones de vida aeróbicas.		
IMPORTANCIA DEL CRITERIO PARA EL CULTIVO		
<p>Incide en la producción de los cultivos de coco, ya que indica el buen suministro de oxígeno en suelos bien drenados, así como el estrés generado por excesos de agua (anoxia), que afecta el metabolismo y la nutrición de las plantas.</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 frutos.</p> <p>Por otro lado, la tendencia de los terrenos planos a ser inundados y permanecer encharcados, puede llegar a afectar el desarrollo de las plantas de coco, 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		
Para el cultivo de coco se consideran tierras sin aptitud técnica (N1), aquellas donde el drenaje natural es muy pobre.		
LIMITANTES PARA LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO		
<p>La mayoría de las unidades cartográficas de suelos, escala 1:100.000, son asociaciones, donde para cada una de las variables que conforman el criterio se califica el componente taxonómico de mayor representatividad dentro de la unidad; esto significa que dentro de la misma existen áreas de diferentes tamaños que tienen calificaciones diferentes al componente calificado y que pueden corresponder 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.</p>		



METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Las clases de aptitud de cada una de las variables involucradas en el criterio se obtuvieron del mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014) y se dio la calificación que técnicamente se consideró a cada una de las variables:

Variables	Unidad de medida	Aptitud			
		Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apto (N1)
Drenaje natural	Clase de drenaje natural	Bueno	Imperfecto, moderado, excesivo, moderadamente excesivo	Pobre	Muy pobre
Susceptibilidad a inundaciones	Duración	No hay	Cortas	Largas	Muy largas

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

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 de coco, ya que implica bajo desarrollo de las plantas y, en general, disminución de la producción de frutos.

Árbol de decisión para el criterio

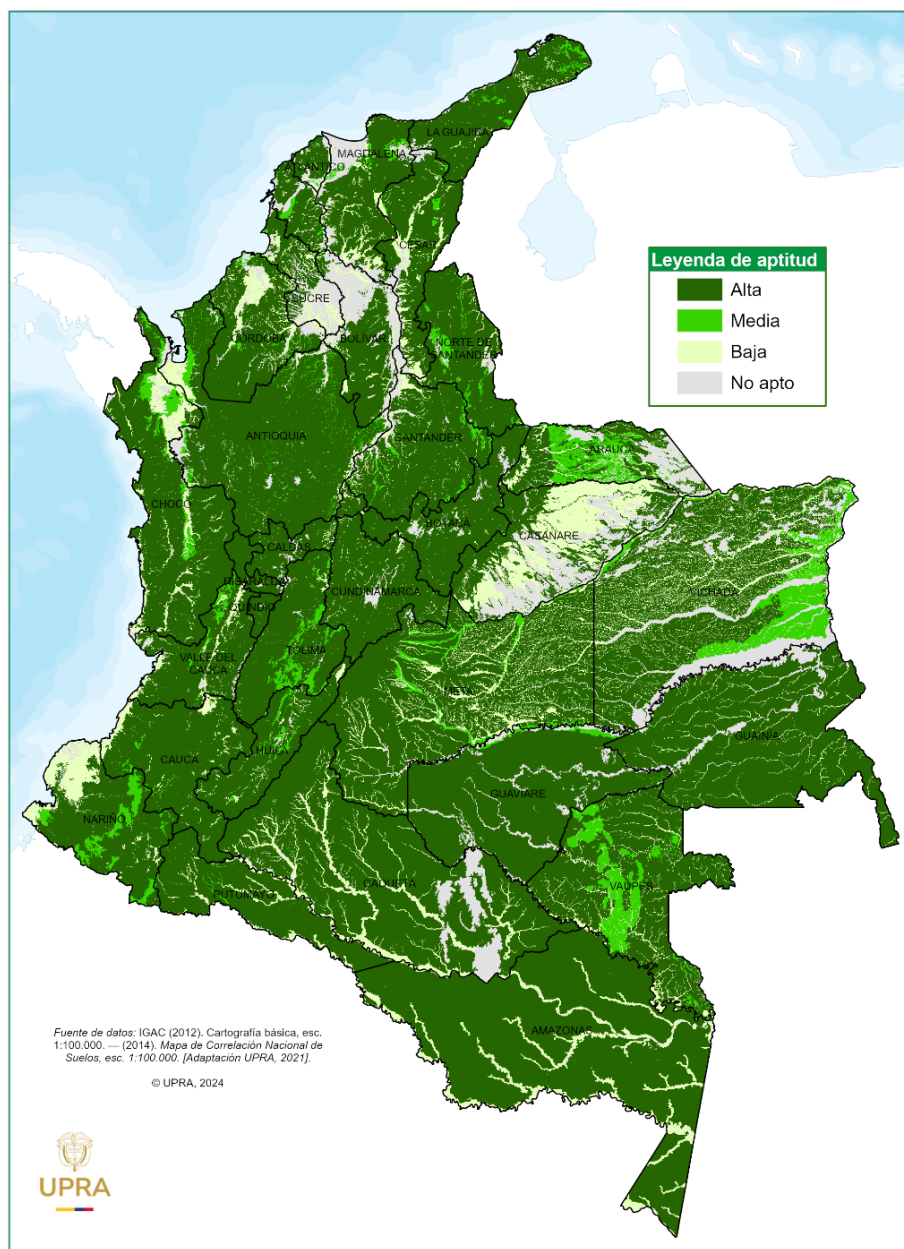
Drenaje natural	Inundaciones	Aptitud
Bueno	No hay	A1
	Cortas	A1
	Largas	A3
	Muy largas	N1
Imperfecto, moderado, excesivo, moderadamente excesivo	No hay	A2
	Cortas	A2
	Largas	A3
	Muy largas	N1
Pobre	No hay	A3
	Cortas	A3
	Largas	A3
	Muy largas	N1
Muy pobre	Cualquiera	N1

Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO

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



FUENTES DE INFORMACIÓN

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

1.6.1 Variable *Drenaje natural*

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional	
COMPONENTE: Físico SUBCOMPONENTE: Edáfico		
CRITERIO ASOCIADO: Disponibilidad de oxígeno		
VARIABLE: Drenaje natural	UNIDAD DE MEDIDA: Clase de drenaje	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
Rapidez y el grado de remoción de agua del suelo por la escorrentía y el flujo a través del suelo a los espacios subterráneos (USDA, 1961).		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
Influye sobre la respuesta de las plantas de coco a la presencia o ausencia de niveles freáticos a diferentes profundidades dentro de la zona radicular. Los cultivos de coco no soportan suelos muy pobremente drenados.		
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).		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO		
Para el cultivo de coco se consideran zonas no aptas (N1), aquellas donde el drenaje natural de los suelos es muy pobre, debido a la falta de oxígeno en la zona radicular.		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE		
La mayoría de las unidades cartográficas de suelos en los estudios generales representan asociaciones; por lo tanto, se califica el componente de mayor representatividad, lo que significa que algunos sectores que pueden ser favorables o desfavorables para el establecimiento del cultivo no se pueden representar espacialmente.		
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN		
Se realizó a partir de la información de la base de datos del mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014).		
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD		
Teniendo en cuenta las exigencias de buen drenaje para el cultivo del coco (Artesanías de Colombia S.A., 2005; Gobierno del Estado de Colima, 2005; Ministerio de economía familiar, comunitaria, cooperativa y asociativa MEFCCA. s.f.), se establecieron los siguientes rangos de aptitud:		
Drenaje natural		Aptitud
Bueno		Alta (A1)
Imperfecto, moderado, excesivo, moderadamente excesivo		Media (A2)
Pobre		Baja (A3)
Muy pobre		No apto (N1)

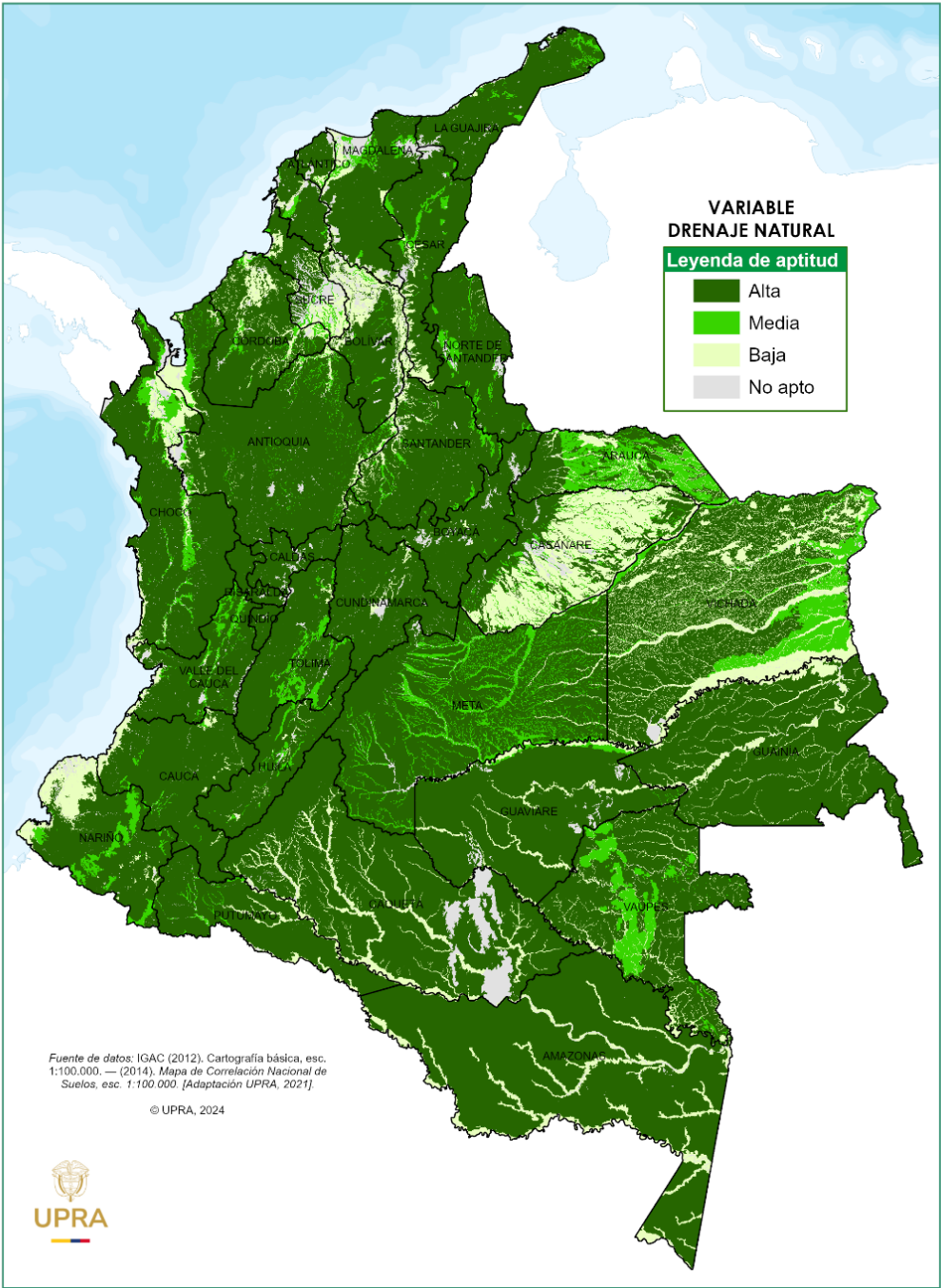
Los rangos de aptitud de la variable están dados de acuerdo con diferentes consultas a productores y literatura relacionada.

Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

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





FUENTES DE INFORMACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> • Artesanías de Colombia S.A. (2005). Orientaciones para el aprovechamiento del coco, documento síntesis, basado en el estudio “Reconocimiento de las características, obtención y utilización de la estopa de coco”. Subgerencia de Desarrollo. Bogotá. Cultivo de coco https://repositorio.artesantiasdecolombia.com.co/bitstream/001/3945/7/INST-D%202005.%2053.%203.pdf. • Gobierno del Estado de Colima. (2005). Paquete tecnológico para el cultivo del cocotero en el Estado de Colima. México. Secretaria de Desarrollo Rural. Cultivo de coco https://es.scribd.com/document/53038530/coco. • IGAC. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá. 119 p. • Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá. • Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá. • Ministerio de economía familiar, comunitaria, cooperativa y asociativa MEFCCA. (Sf). Cartilla del cultivo de coco. Nicaragua. Cultivo de coco https://www.economiafamiliar.gob.ni/backend/vistas/doc/cartilla/documento4531394.pdf. • United States Department of Agriculture (USDA) (1961). Land-Capability Classification. Agriculture Handbook no. 210. EUA: Soil Conservation Service USDA.

1.6.2. Variable *Susceptibilidad a inundaciones*

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional	
COMPONENTE: Físico SUBCOMPONENTE: Edáfico		
CRITERIO ASOCIADO: Disponibilidad de oxígeno		
VARIABLE: Susceptibilidad a inundaciones	UNIDAD DE MEDIDA: Duración	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
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).		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
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 los encharcamientos depende de cada especie vegetal.		
El cultivo de coco tolera encharcamientos e inundaciones por periodos cortos; en caso contrario, se presentan pérdidas económicas, por retrasos en el crecimiento, pérdida de vigor, daños por enfermedades, pudriciones radiculares y hasta la muerte de las plantas.		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO		
Se consideran tierras sin aptitud técnica (N1), cuando las inundaciones son muy largas.		

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

En la base de datos del mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014), la fase por inundación o encharcamientos califica toda la unidad cartográfica de suelos, donde también se presentan áreas pequeñas que no son afectadas pero que no se pueden representar cartográficamente.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Se tomó como base la fase cartográfica por inundación y encharcamientos del mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014).

El IGAC (2010), clasifica las inundaciones y encharcamientos de acuerdo con la duración, de acuerdo con la siguiente tabla:

Clases por duración de las inundaciones o encharcamientos

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

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

La tabla se construye con las denominaciones que se encuentran en la base de datos del mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014).

Debido a los requerimientos de humedad en el suelo para las plantas de coco (Parrotta, John A., 1993; Gobierno del Estado de Colima, 2005; Edward Chan and Craig R. Elevitch, 2006; SINAT, 2006; Bravo Medina, R., 2014), se establecieron los siguientes rangos de aptitud:

Inundaciones	Aptitud
No hay	Alta (A1)
Cortas	Media (A2)
Largas	Baja (A3)
Muy largas	N1

Los rangos de aptitud de la variable están dados con base en diferentes consultas a cultivadores y reportes técnicos.

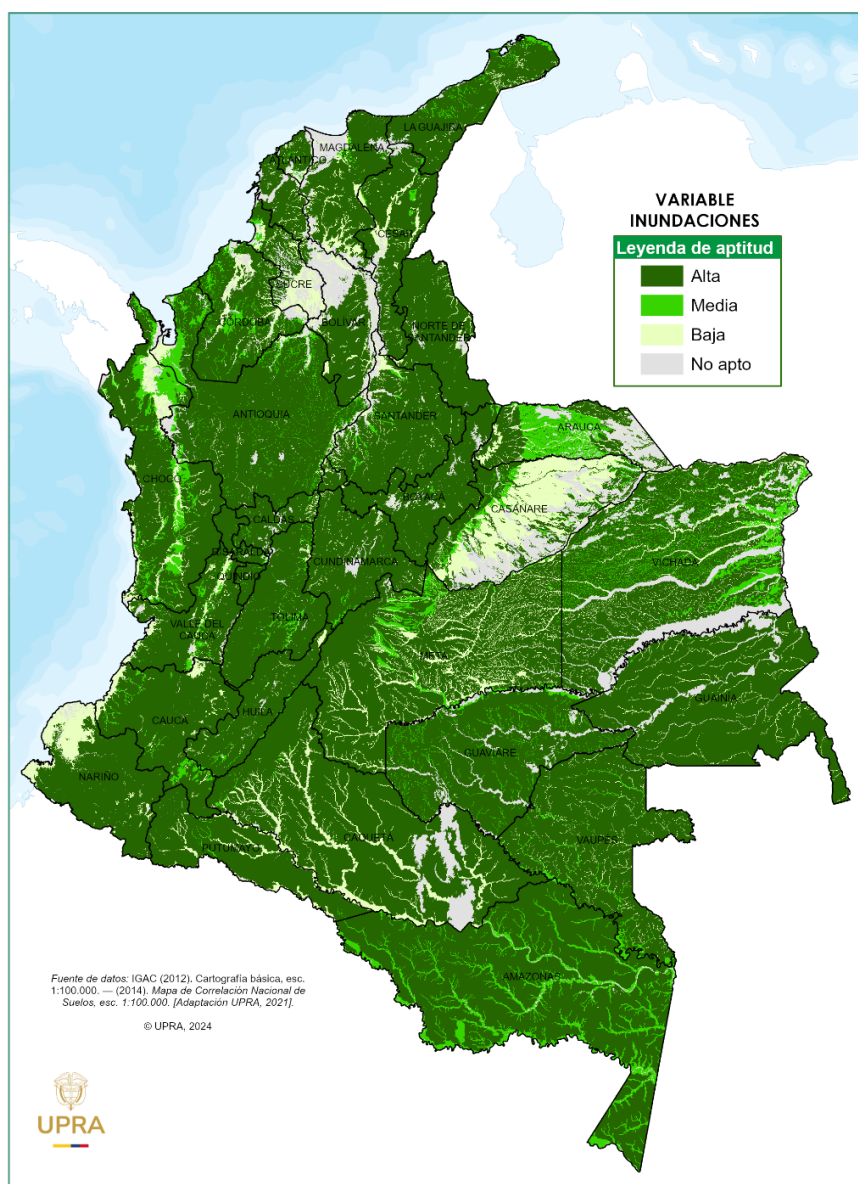
Unidad de análisis

Duración



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

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



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Bravo, Medina, R. (2014). Contribución al estudio del cultivo del cocotero en el Estado Zulia. Revista De La Facultad De Agronomía De La Universidad Del Zulia, 4(4). Cultivo de coco <https://produccioncientificaluz.org/index.php/agronomia/article/view/25824>.
- Edward Chan and Craig R. Elevitch. (2006). Species Profiles for Pacific Island Agroforestry. Cocus nucifera (coconut) Arecaeae (palm family). Cultivo de coco. <https://raskisimani.files.wordpress.com/2013/01/cocos-nucifera-coconut.pdf>.
- Gobierno del Estado de Colima. (2005). Paquete tecnológico para el cultivo del cocotero en el Estado de Colima. México. Secretaria de Desarrollo Rural. Cultivo de coco <https://es.scribd.com/document/53038530/coco>.

- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos) 119 p. Bogotá.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá.
- Organización Meteorológica Mundial (OMM) y Unesco. (2012). Glosario hidrológico internacional. Ginebra: WMO. p. 127.
- Parrotta, John A. (1993). *Cocos nucifera* L. Coconut, Coconut palm, Palma de coco. Palmae. Palm family. New Orleans, LA: USDA Forest Service, International Institute of Tropical Forestry; . 7 p. (SO-ITF-SM; 57). Cultivo de coco. <https://www.fs.usda.gov/research/treesearch/30360>.
- Sistema Nacional de Trámites (SINAT), Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) (2006). Cultivo de palma de coco. Actividad en zona Federal. Manzanillo, Colima. Manifestación de impacto ambiental. México. Cultivo de coco <http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/col/estudios/2006/06CL2006AD020.pdf>

1.7. Criterio *Disponibilidad de humedad*

FICHA METODOLÓGICA DEL CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional	
COMPONENTE: Físico SUBCOMPONENTE: Edáfico		
CRITERIO: Disponibilidad de humedad		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
<ul style="list-style-type: none">• <i>Régimen de humedad</i>, expresado en clases de régimen de humedad.• <i>Textura</i>, expresada en clases texturales.		
DEFINICIÓN		
Capacidad que tienen los suelos, en condiciones naturales, de almacenar y suministrar agua para las plantas en cantidades suficientes para su desarrollo.		
IMPORTANCIA DEL CRITERIO PARA EL CULTIVO		
<p>El agua es la responsable de muchas reacciones físicas, químicas y biológicas que suceden en el suelo, así como del crecimiento de las plantas. En condiciones naturales, donde no existe posibilidad de riego, 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 coco.</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**

Se considera que el régimen de humedad arídico no tiene aptitud técnica (N1) para desarrollar cultivos de coco, ya que, no hay suficientes lluvias que permitan el almacenamiento de humedad, lo que conlleva a grandes pérdidas en la producción de frutos.

La textura no presenta exclusiones técnicas para el cultivo de coco, ya que, en diferentes clases texturales, es posible el establecimiento y desarrollo del cultivo, donde pueden presentarse diferentes niveles de producción.

LIMITANTES PARA LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

La mayoría de las unidades cartográficas de suelos, 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 la misma existen áreas que tienen calificaciones diferentes al componente calificado y que pueden corresponder a aptitudes diferentes.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Las clases de aptitud de cada una de las variables involucradas en el criterio se obtuvieron del mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014), dando la calificación que técnicamente se consideró en cada una de las variables.

Variables	Unidad de medida	Aptitud			
		Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apto (N1)
Régimen de humedad	Clases de régimen de humedad	Údico, Perúdico	Ústico	Ácuico, Perúcuico	Arídico
Textura	Clase textural	F, FL, FAr, FArA, FArL, ArA, ArL	L, FA, Ar	A, AF	-

Los rangos de aptitud de cada variable están dados de acuerdo con diferentes consultas a cultivadores y literatura relacionada.

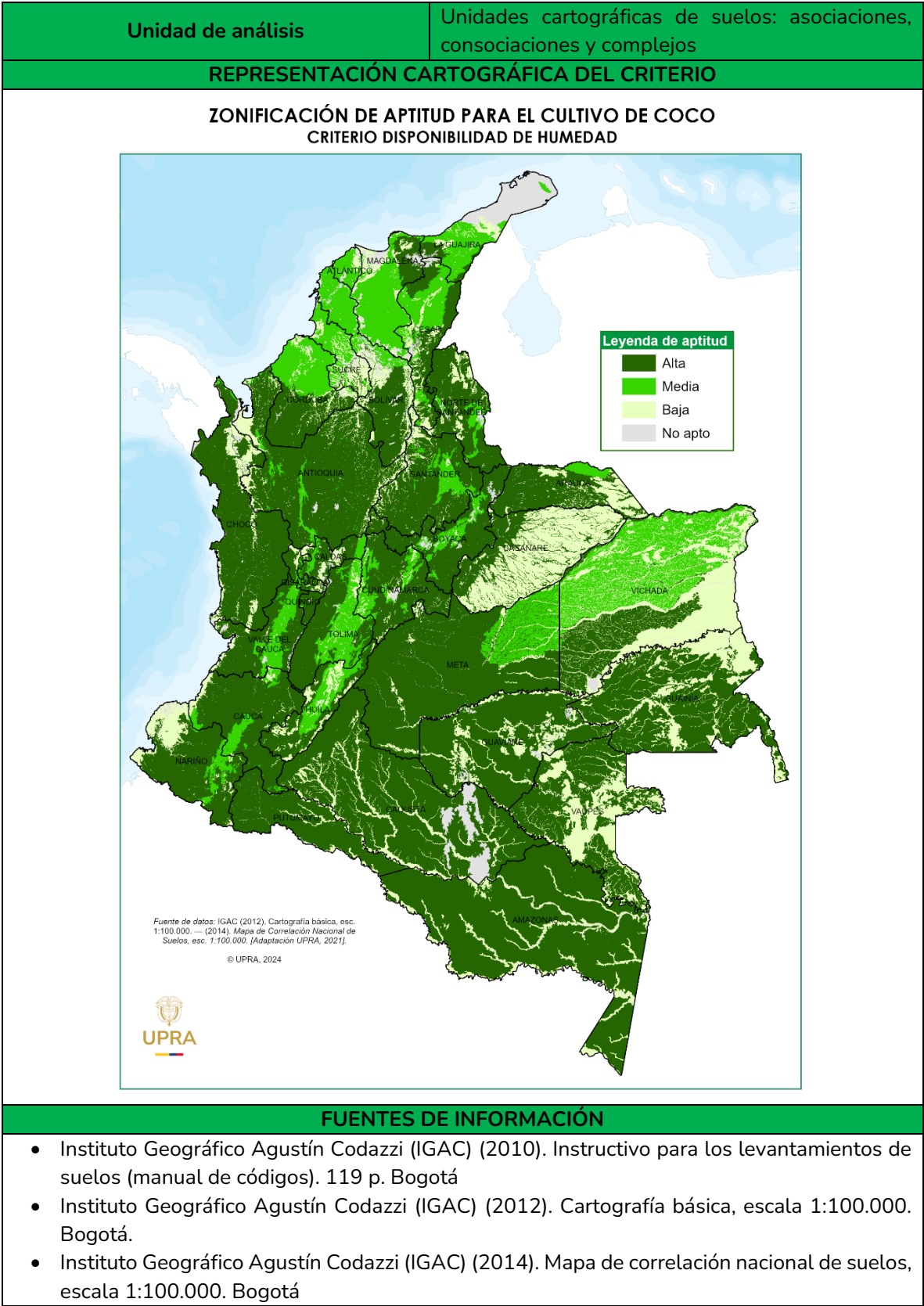
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

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

Los horizontes orgánicos tienen calificación moderada (A2) por muy alta retención, mientras que la baja capacidad de retención de humedad de los Psamments, reciben aptitud baja (A3), el resto de las texturas se califican aptitud alta (A1).

Árbol de decisión para el criterio

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





1.7.1. Variable *Régimen de humedad*

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional	
COMPONENTE: Físico SUBCOMPONENTE: Edáfico		
CRITERIO ASOCIADO: Disponibilidad de humedad		
VARIABLE: Régimen de humedad	UNIDAD DE MEDIDA: Clases de régimen de humedad	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
<p>Se refiere a la presencia o ausencia 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, 2022).</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 permafrost.</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: El régimen de humedad 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>		

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.

Árido: Regímenes de humedad árido y tórrido (del lat. *aridus*, seco, y del lat. *torridus*, 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.

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

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

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Los regímenes de humedad están condicionados a la distribución de las lluvias de cada una de las regiones y al número de días secos consecutivos durante el año. En condiciones de secano, la disponibilidad natural de agua en el suelo es indispensable para el establecimiento, desarrollo y producción de cultivos de coco; los regímenes de humedad údico y perúdicico son óptimos, ya que mantiene el suministro de agua la mayor parte del año; los regímenes muy secos o húmedos limitan en la mayoría de los casos el normal desarrollo de las plantas de coco.

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.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

Se excluyen, como zonas no aptas (N1), los suelos con régimen de humedad de condiciones extremas por déficit (árido).

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.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

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

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Teniendo en cuenta los requerimientos y el aporte de humedad del suelo para los cultivos de coco (Artesanías de Colombia S.A., 2005; Gobierno del Estado de Colima, 2005; Ministerio de economía familiar, comunitaria, cooperativa y asociativa MEFCCA, s. f.), se consideran los siguientes rangos de aptitud:

Clases de regímenes de humedad	Aptitud
Údico, Perúdicico	Alta (A1)
Ústico	Media (A2)
Ácuico, Perácuico	Baja (A3)
Árido	No apto (N1)



Unidad de análisis	Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos
REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE	
<p>ZONIFICACION DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE COCO CRITERIO DISPONIBILIDAD DE HUMEDAD</p> <p>VARIABLE RÉGIMEN DE HUMEDAD DEL SUELO</p> <p>Leyenda de aptitud</p> <ul style="list-style-type: none">AltaMediaBajaNo apto <p>Fuente de datos: IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000. — (2014). Mapa de Correlación Nacional de Suelos, esc. 1:100.000. [Adaptación UPRA, 2021]</p> <p>© UPRA, 2024</p> <p>UPRA</p>	
FUENTES DE INFORMACIÓN	
<ul style="list-style-type: none">• Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). 119 p. Bogotá.• Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá.• Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá.• Instituto Geográfico Agustín Codazzi (USDA) y Natural Resources Conservation Service (NRCS) (2022). Keys to Soil Taxonomy. EUA: USDA. Soil Survey Staff.	

1.7.2. Variable *Textura*

174

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE				
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)		Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional		
COMPONENTE: Físico SUBCOMPONENTE: Edáfico				
CRITERIO ASOCIADO: Disponibilidad de humedad				
VARIABLE: Textura	UNIDAD DE MEDIDA: Clase textural			
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica			
	Análisis jerárquico	✓		
	Restricción legal			
	Condicionante legal			
DEFINICIÓN				
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).				
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE				
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.				
En la medida que los suelos presenten mayores porcentajes de arcilla, se aumenta proporcionalmente la capacidad de retener humedad; las partículas más gruesas facilitan la permeabilidad, más no la retención.				
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO				
No hay exclusión técnica (N1) en razón a que las diferentes clases texturales presentan una amplia gama de retención de humedad en las cuales el cultivo de coco se puede desarrollar, pero con rendimientos diferenciales.				
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; ésta se realiza sobre la dominancia de la clase textural en los horizontes superficiales del componente taxonómico de mayor representatividad; por lo tanto, es posible tener algunos sectores dentro de cada unidad de suelos con texturas de diferente calificación, pero no representados espacialmente.				
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN				
La información base para determinar la textura de las unidades cartográficas de suelos fue el mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014).				
Las clases texturales se presentan de acuerdo con la siguiente tabla (USDA, 2017):				
<table><tr><td>Arenosa (A)</td></tr><tr><td>Arenosa franca (AF)</td></tr></table>			Arenosa (A)	Arenosa franca (AF)
Arenosa (A)				
Arenosa franca (AF)				

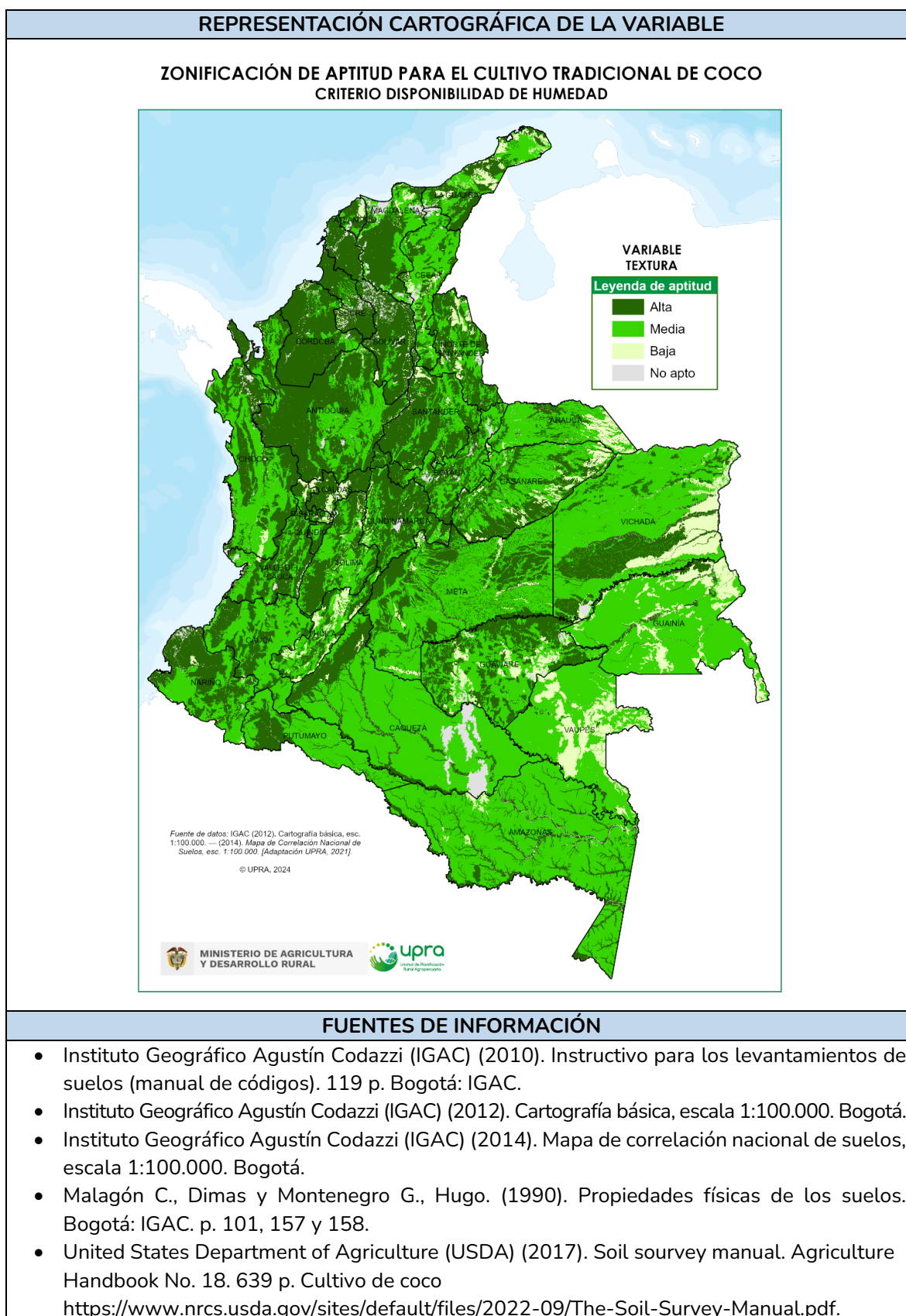


	Franco arenosa (FA)	
	Franca (F)	
	Franco limosa (FL)	
	Limosa (L)	
	Franco arcillo arenosa (FArA)	
	Franco arcillosa (FAr)	
	Franco arcillo limosa (FArL)	
	Arcillo arenosa (ArA)	
	Arcillo limosa (ArL)	
	Arcillosa (Ar)	

Esta variable se califica con base en los requerimientos del cultivo de coco consultados a productores y reportes de literatura relacionada.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD	
<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. 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.</p> <p>Las texturas con aptitud media (A2), tienen mayor contenido de partículas gruesas; por lo tanto, la retención de humedad se encuentra en un nivel intermedio. También, se incluyen los horizontes orgánicos en esta calificación debido a la alta capacidad que tiene la materia orgánica de retener humedad, igualmente la textura arcillosa y los <i>Oxisoles</i>, <i>Ultisoles</i> y subgrupos <i>Oxic</i>, por tener la mayor parte de arcillas de baja retención.</p> <p>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 de los cultivos de coco. Se incluyen los Psamments por su alto contenido de arena.</p>	
Rangos de aptitud	
Textura (clase textural)	Aptitud
F, FL, FAr, FArA, FArL, ArA, ArL	Alta (A1)
L, FA, Ar	Media (A2)
A, AF	Baja (A3)

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





1.8. Criterio *Susceptibilidad a la pérdida de suelos*

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)		Cultivo comercial de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional
COMPONENTE: Físico SUBCOMPONENTE: Edáfico		
CRITERIO: Susceptibilidad a la pérdida de suelos		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
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, 1991, 1976).		
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
<p>Las variables asociadas al criterio no se califican en forma independiente para dar rangos de aptitud por separado, sino que se generan aptitudes por combinación entre ellas.</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Fases por grados de erosión</i>: 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). - <i>Degradación de suelos por erosión</i>: 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). - <i>Amenaza por movimientos en masa</i>: 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). - <i>Pendiente</i>: Grado de inclinación de una superficie desde la horizontal, generalmente expresada en porcentaje o grados (Soil Science Society of America, 2018). 		
IMPORTANCIA DEL CRITERIO PARA EL CULTIVO		
<p>Para el establecimiento de cultivos de coco, lo ideal es que no haya erosión, o que el grado sea ligero o máximo moderado, porque el movimiento de 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.</p> <p>La pérdida de suelo implica disminución de la profundidad y pérdida de la fertilidad, lo cual redundará en el bajo crecimiento de los cultivos. Por otro lado, el desgaste de suelo genera sedimentos que afecta 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 muy alta, genera exclusiones técnicas.

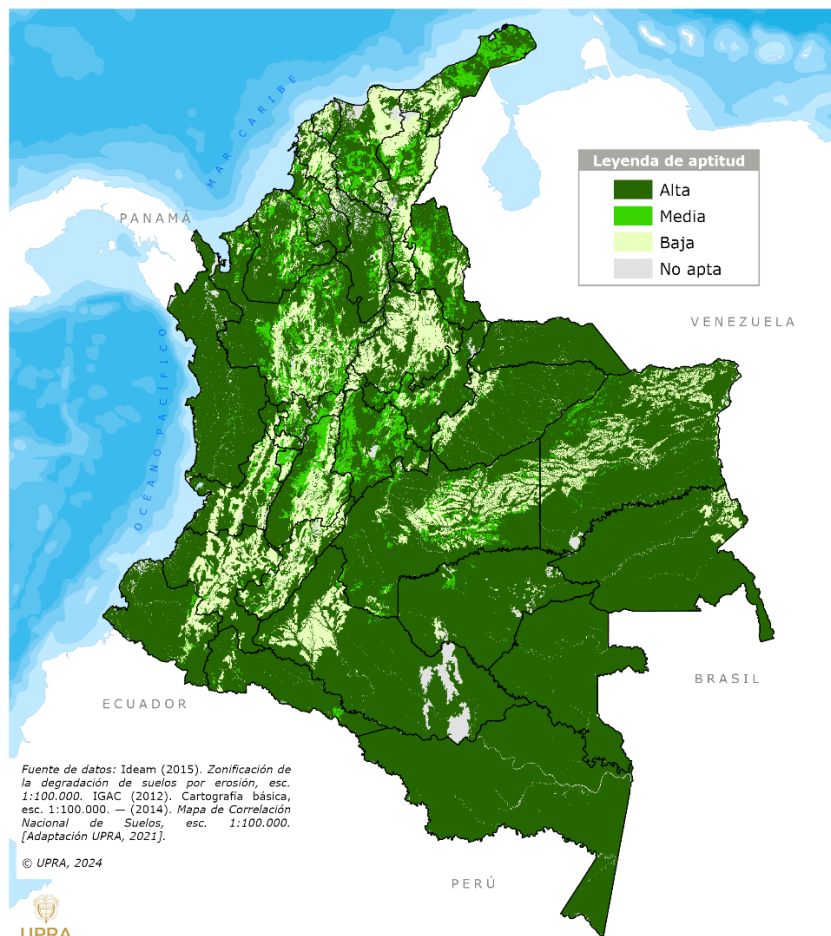
LIMITANTES PARA LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

Las variables de susceptibilidad a movimientos en masa y de degradación de suelos por erosión, consisten en polígonos que demarcan grandes áreas o regiones, por lo tanto, la representación cartográfica está regida por las fases cartográficas de erosión de suelos a escala 1:100.000, las cuales permiten mayor detalle en la delimitación de las áreas.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

El criterio se estableció a través de tres etapas: la primera consiste en generar, mediante un árbol de decisión, un mapa denominado erosión actual por la fusión de las fases de erosión y la susceptibilidad a la degradación de suelos por erosión; la segunda, es generar un mapa de movimientos en masa, mediante un árbol de decisión entre la susceptibilidad relativa a movimientos en masa y el factor LS (inclinación y longitud de la ladera) y, finalmente la tercera, es la unión de los dos anteriores mapas mediante otro árbol de decisión en el mapa de susceptibilidad a los movimientos en masa.

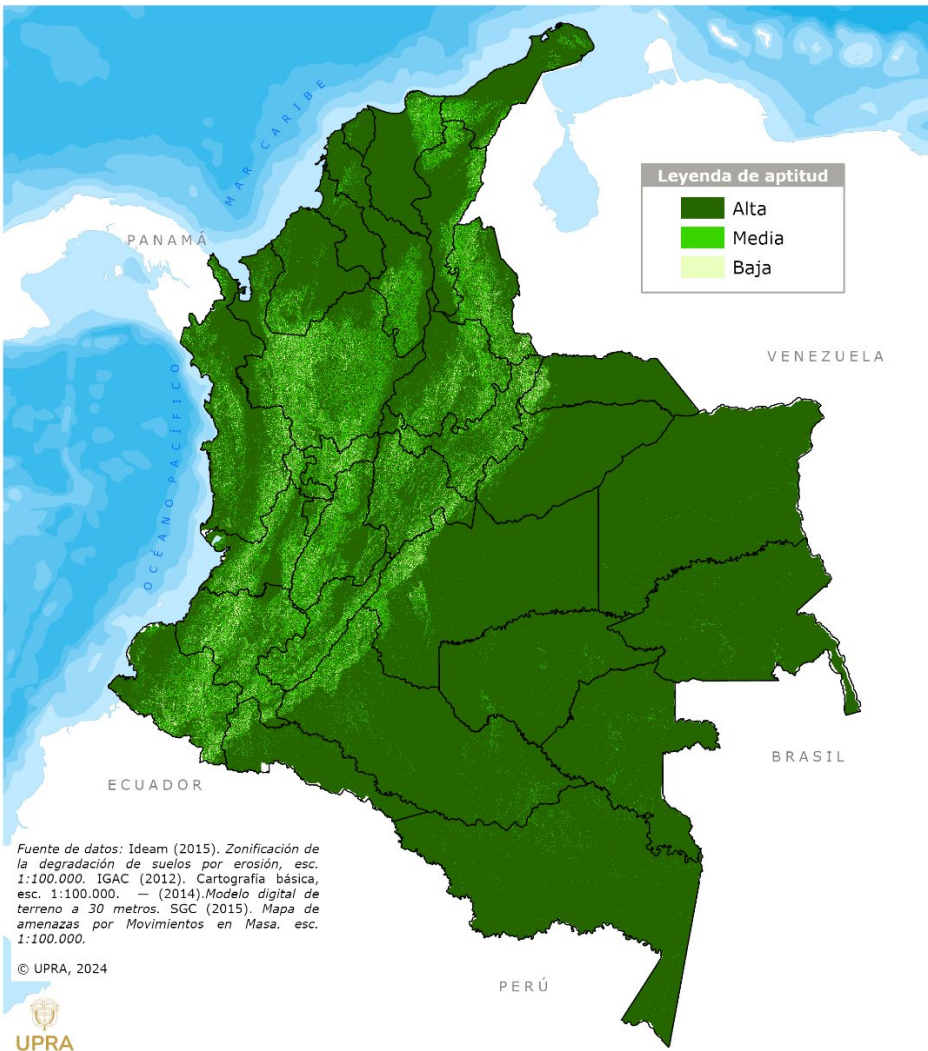
Erosión actual		
Fases por erosión, correlación de suelos (IGAC)	Degradación de suelos por erosión (Ideam)	Aptitud
No hay	No hay, ligera	A1
	Moderada	A1
	Severa	A2
	Muy severa	A2
	No suelo	A1
Ligera	No hay, ligera	A1
	Moderada	A2
	Severa	A2
	Muy severa	A2
	No suelo	A2
Moderada	No hay, ligera	A3
	Moderada	A3
	Severa	A3
	Muy severa	A3
	No suelo	A3
Severa	Muy severa	A3



CRITERIO SUSCEPTIBILIDAD A LA PÉRDIDA DE SUELOS
Variable Erosión actual

En el mapa de movimientos en masa, se utiliza el factor LS con los siguientes rangos:
Cuando factor LS: < 5; su calificación en la tabla de movimientos en masa es A1
Cuando factor LS: 5-10; su calificación en la tabla de movimientos en masa es A2
Cuando factor LS: > 10; su calificación en la tabla de movimientos en masa es A3

Susceptibilidad movimientos en masa		
Longitud e inclinación de la pendiente (factor LS)	Amenaza por movimientos en masa SGC	Aptitud
1	Baja, media	A1
	Alta	A1
	Muy alta	A1
2	Baja, media	A2
	Alta	A2
	Muy alta	A2
3	Baja, media	A2
	Alta	A3
	Muy alta	A3



CRITERIO SUSCEPTIBILIDAD A LA PÉRDIDA DE SUELOS
Variable Susceptibilidad a los movimientos en masa

Finalmente, se construye el mapa del criterio mediante el siguiente árbol de decisión:

Criterio susceptibilidad a la pérdida de suelos		
Erosión actual	Susceptibilidad movimientos en masa	Aptitud
A1	A1	A1
	A2	A1
	A3	A2
A2	A1	A2
	A2	A2
	A3	A3
A3	Cualquiera	A3
N1	Cualquiera	N1



RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

El argumento para diferenciar la 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.

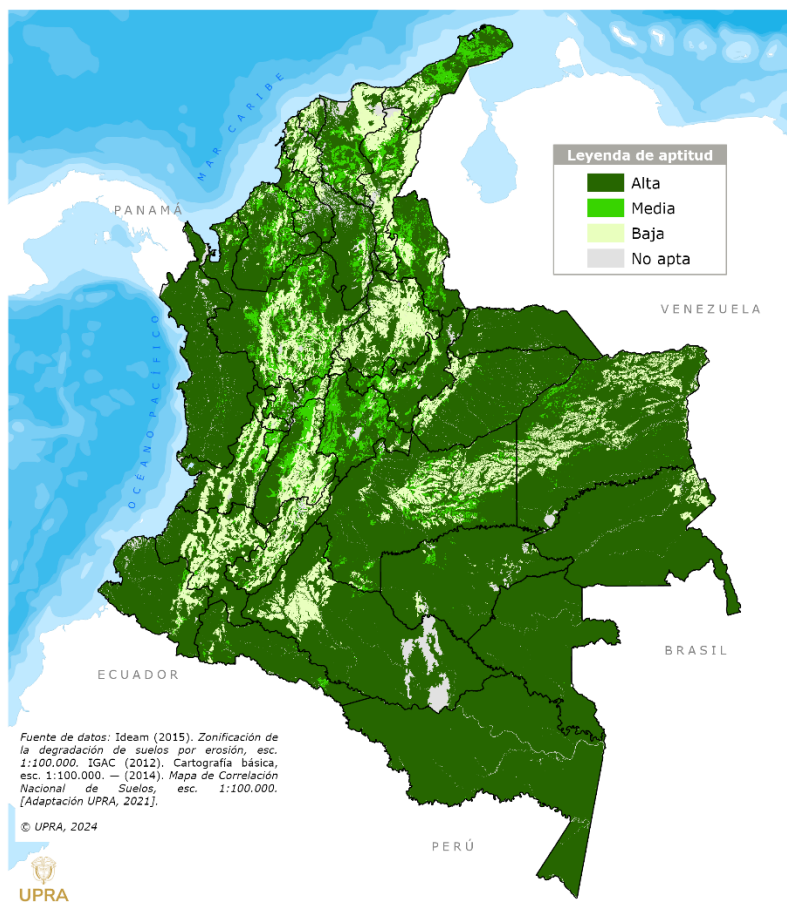
A continuación, se presenta los criterios cualitativos de calificación:

Criterio de calificación	Aptitud
Baja susceptibilidad a la pérdida de suelo, para los cultivos de coco	Alta (A1)
Condiciones que presentan moderada susceptibilidad a la pérdida de suelo para los cultivos de coco	Media (A2)
Condiciones que presentan alta susceptibilidad a la pérdida de suelo, para los cultivos de coco	Baja (A3)
Restricciones por muy alta susceptibilidad a la pérdida de suelo, que imposibilitan los cultivos de coco	No apto (N1)

Unidad de análisis

Fases por erosión, unidades cartográficas de degradación de suelos por erosión, unidades cartográficas de susceptibilidad relativa a movimientos en masa

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO



CRITERIO SUSCEPTIBILIDAD A LA PÉRDIDA DE SUELOS
Variable Erosión actual

FUENTES DE INFORMACIÓN

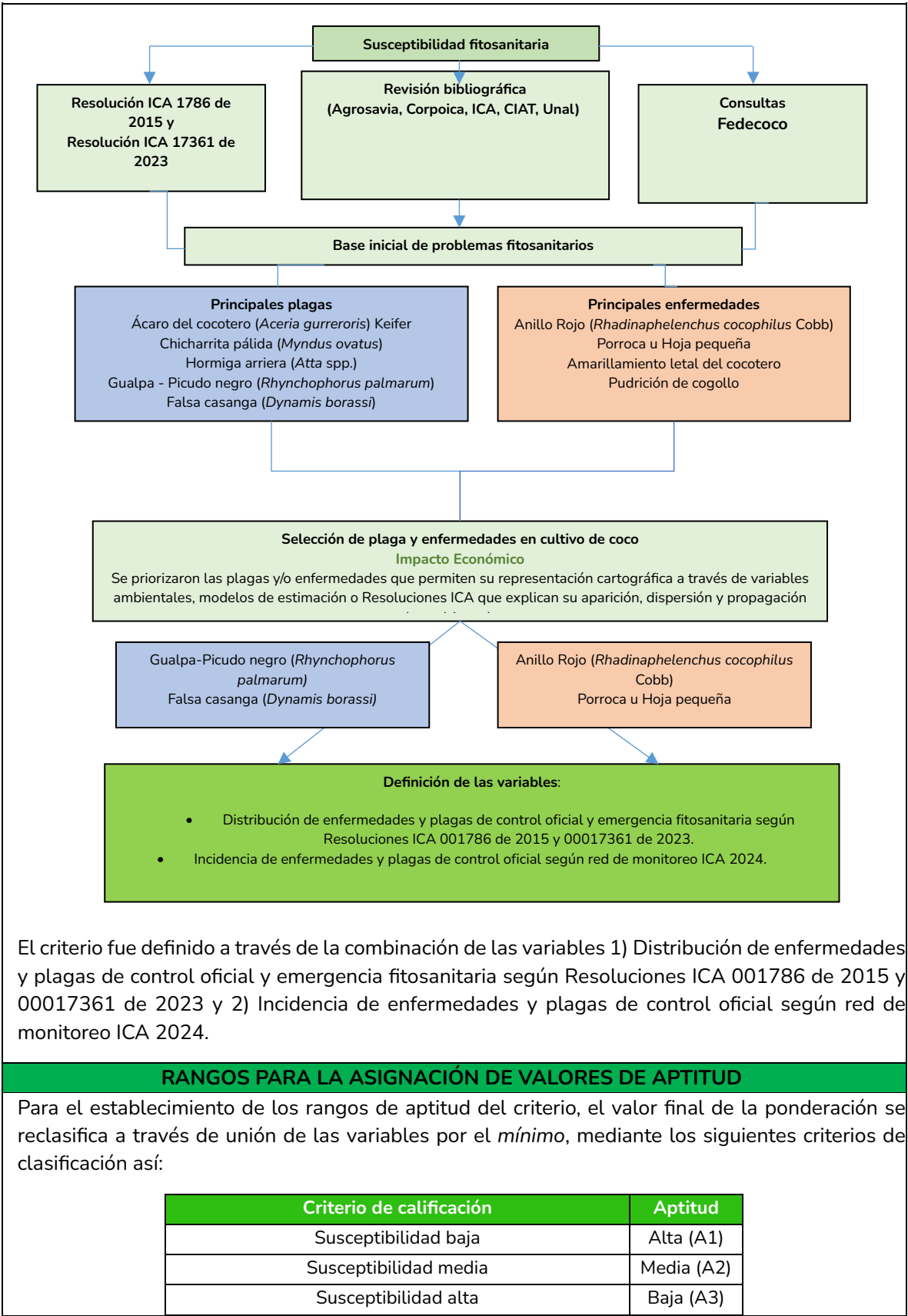
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) (2015). *Degradación de suelos por erosión*. Bogotá.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2012). *Cartografía básica*, escala 1:100.000. Bogotá.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos*. Bogotá.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (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>.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (1991). *Guidelines: land evaluation for extensive grazing*. FAO Soils Bulletin 58. Rome, Italy.
- Servicio Geológico Colombiano. (SGC) (2016). *Amenaza de movimientos en masa*. Bogotá.
- Soil Science Society of America (2018). *Glosario de términos de ciencias del suelo*. Cultivo de coco <<https://www.soils.org/publications/soils-glossary?ssoContinue=1#>>.
- United States Department of Agriculture USDA. (1961). *Land-Capability Classification*. Agriculture Handbook No. 210. EUA: Soil Conservation Service USDA.

1.9. Criterio *Susceptibilidad fitosanitaria*

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional	
COMPONENTE: Físico SUBCOMPONENTE: Fitosanitario		
CRITERIO: Susceptibilidad fitosanitaria		
TIPO DE CRITERIO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
<ul style="list-style-type: none">• Distribución de enfermedades y plagas de control oficial según Resolución ICA 001786 de 2015 y emergencia fitosanitaria por la presencia del complejo Anillo Rojo (AR) y otras plagas del cocotero según Resolución ICA 00017361 de 2023, expresada en departamentos y municipios.• Distribución potencial de la incidencia de enfermedades y plagas, expresado en probabilidad de ocurrencia.		
DEFINICIÓN		
<p>Estimación de la distribución geográfica de las principales plagas y enfermedades de impacto económico del cultivo del cocotero en Colombia.</p> <p>El criterio relaciona un conjunto de reportes a través de la red de monitoreo y vigilancia ICA generando las zonas susceptibles a la distribución potencial de aparición, dispersión y propagación de enfermedades y plagas en los cultivos de coco a nivel nacional.</p>		



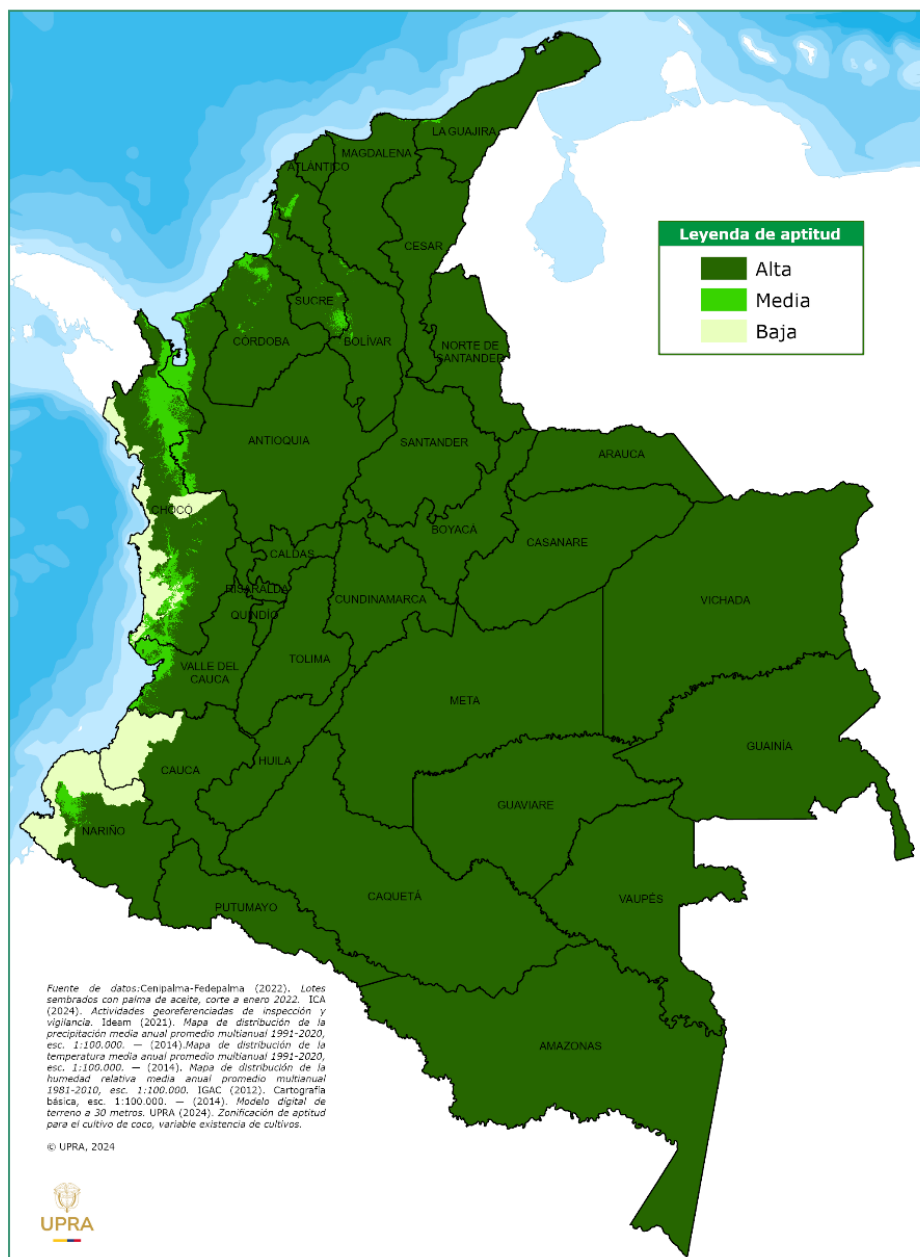
IMPORTANCIA DEL CRITERIO
<p>Permite determinar las principales zonas afectadas por enfermedades y plagas en los cultivos de coco ya que éstas condicionan y generan un impacto económico en los rendimientos de la producción por la cantidad de palmeras afectadas.</p> <p>Fedecoco publicó que el departamento de Nariño era el principal productor de este fruto, con 11.864 ha de 22.800 del país sembradas. El 80 % de esas plantaciones han desaparecido por problemas fitosanitarios cíclicos (Higuera, 2022).</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) debido a que éstas son subsanables a través de prácticas de manejo.</p>
LIMITANTES PARA LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO
<p>Falta de datos y de información del estatus fitosanitario, y de estudios que relacionen los diferentes problemas del cultivo de coco en función a los factores que propician la aparición, dispersión y propagación de las enfermedades y plagas en este cultivo. Igualmente, los reportes oficiales de la red de monitoreo de vigilancia y control en Colombia se limitan a las enfermedades y plagas de control oficial.</p>
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN
<p>La metodología de evaluación del criterio comprende un paso a paso, que inicia con el estado actual de resoluciones de la entidad de vigilancia sanitaria para el sector agropecuario específicamente el ICA, seguidamente de los problemas fitosanitarios reportados, del impacto económico, de la posibilidad de representación cartográfica a través de variables ambientales o modelos de estimación. El esquema es resumido a continuación:</p>





REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE COCO CRITERIO SUSCEPTIBILIDAD FITOSANITARIA



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Higuera, J. M. (2022). *El anillo rojo y el picudo negro, patologías mortales para el cultivo de palma de coco*. AGRONEGOCIOS. Obtenido de <https://www.agronegocios.co/agricultura/el-anillo-rojo-y-el-picudo-negro-patologias-mortales-para-el-cultivo-de-palma-de-coco-3499327>
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

1.9.1. Variable *Distribución de enfermedades y plagas de control oficial y estado de emergencia fitosanitaria según Resoluciones ICA 001786 de 2015 y 00017361 de 2023*

186

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional	
COMPONENTE: Físico SUBCOMPONENTE: Fitosanitario		
CRITERIO ASOCIADO: Susceptibilidad fitosanitaria		
VARIABLE: Distribución de enfermedades y plagas de control oficial y estado de emergencia fitosanitaria según Resoluciones ICA 001786 de 2015 y 00017361 de 2023		UNIDAD DE MEDIDA: Departamentos y municipios
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
<p>Estimación de la distribución geográfica de plagas y enfermedades de impacto económico del cocotero en Colombia, a partir de normatividad del ICA.</p> <p>La Resolución ICA 001786 de 2015, declara las plagas de control oficial en los cultivos de palma de coco y chontaduro en el territorio nacional y establece las medidas fitosanitarias para su manejo y control.</p> <p>La Resolución 00017361 de 2023, declara el estado de emergencia fitosanitaria en el litoral Pacífico de los departamentos de Nariño, Cauca y Chocó por la presencia de complejo Anillo Rojo (AR) y otras plagas del cocotero y dicta otras disposiciones.</p>		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
<p>El cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) presenta diferentes problemas sanitarios que afectan la producción, entre ellos, el patosistema conocido como anillo rojo del cocotero causado por el nematodo <i>Bursaphelenchus cocophilus</i> y transmitido por el insecto <i>Rhynchophorus palmarum</i> (Coleóptera: Curculionidae), conocido comúnmente como Gualpa o picudo del cocotero; <i>Dynamis borassi</i> (Coleóptera: Curculionidae); el disturbio llamado comúnmente como Porroca, cuyo agente causal es desconocido hasta la fecha; entre otros.</p> <p>Las características del daño ocasionadas por estas plagas imposibilitan la recuperación de la planta una vez estén afectadas, generando un impacto significativo en la disminución de rendimientos y rentabilidad del cultivo, lo cual pone en riesgo la sostenibilidad económica de los productores de coco en la comunidad pacífica colombiana (ICA, 2023).</p>		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO		
<p>En el análisis de esta variable, no hay límites que califiquen zonas del territorio nacional como zonas no aptas (N1).</p>		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE		
<p>El no cumplimiento de las obligaciones establecidas en las Resoluciones ICA por parte de los productores en el manejo y control de las enfermedades y plagas del del cultivo de coco.</p>		

**METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

Para la evaluación de la variable, se tuvo en cuenta: 1) los departamentos y municipios afectados por las enfermedades y plagas de control oficial citados en las Resolución ICA 17361, 2023: departamento de Nariño: Tumaco, La Tola, El Charco, Olaya Herrera, Francisco Pizarro, Santa Bárbara de Iscuandé y Mosquera; en el departamento del Cauca, en los municipios de Guapi, López de Micay y Timbiquí; y en el departamento de Chocó, en los municipios de Medio Atrato, Nuquí, Bahía Solano, Juradó y Bajo Baudó. 2) Resolución ICA 1786, 2015, citando al territorio nacional como potencialmente susceptible a las enfermedades y plagas de control oficial.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los rangos de esta variable se calificaron con baja susceptibilidad fitosanitaria (A1) y alta susceptibilidad fitosanitaria (A3) así:

Descripción		Aptitud
Resto del país		Alta (A1)
Nariño	Tumaco, La Tola, El Charco, Olaya Herrera, Francisco Pizarro, Santa Bárbara de Iscuandé y Mosquera	Baja (A3)
Cauca	Guapi, López de Micay y Timbiquí	
Chocó	Medio Atrato, Nuquí, Bahía Solano, Juradó y Bajo Baudó	

Unidad de análisis

Departamentos y Municipios

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE COCO
CRITERIO SUSCEPTIBILIDAD FITOSANITARIA

**FUENTES DE INFORMACIÓN**

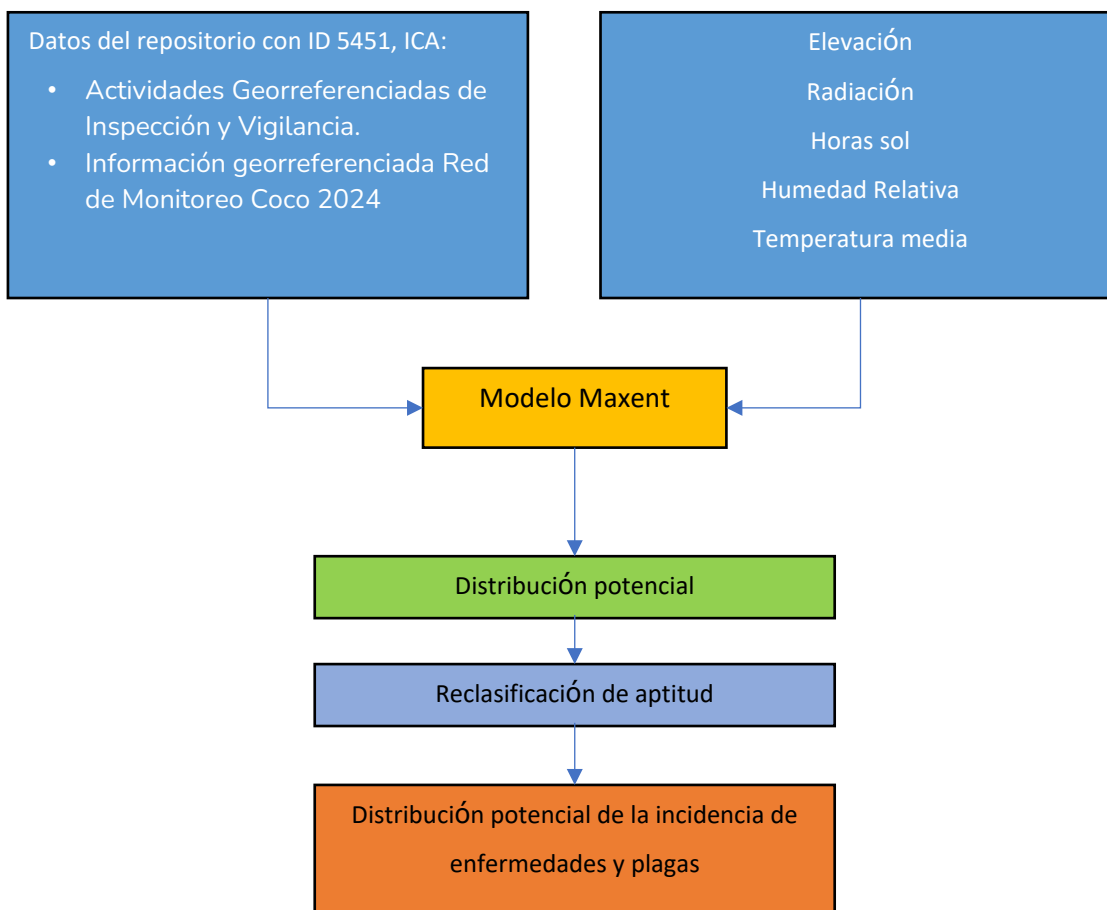
- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). (2023). Resolución 17361. Bogotá.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

1.9.2. Variable *Distribución potencial de la incidencia de enfermedades y plagas*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional	
COMPONENTE: Físico SUBCOMPONENTE: Fitosanitario		
CRITERIO ASOCIADO: Susceptibilidad fitosanitaria		
VARIABLE: Distribución potencial de la incidencia de enfermedades y plagas		UNIDAD DE MEDIDA: Probabilidad de ocurrencia
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
<p>Estimación de la distribución potencial de la incidencia de plagas y enfermedades de Gualpa - Picudo negro, Anillo Rojo y Porroca u Hoja pequeña en el cocotero en Colombia.</p> <p>La incidencia de enfermedades y plagas en los cultivos se refiere a la cantidad de plantas enfermas o afectadas en un área determinada. El Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), realiza monitoreos de plagas, a través de diferentes tipos de trampeo en campo, lo que contribuye a mantener el estatus fitosanitario de las diferentes regiones de Colombia.</p>		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
<p>Al conocer la proporción de plantas afectadas es posible determinar la urgencia y el alcance de las estrategias de manejo que se deben implementar. Así mismo, a partir de estas también es posible visualizar los umbrales recomendados de acción sobre los cultivos, buscando mitigar los impactos en rendimiento y maximizar el resultado económico (Calviño, 2023)</p>		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO		
<p>En el análisis de esta variable, no hay límites que califiquen zonas del territorio nacional como zonas no aptas (N1).</p>		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE		
<p>En el análisis de esta variable, la mayor limitante es la falta de información georreferenciada que contribuya a la espacialización de la misma.</p>		
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN		
<p>Para el desarrollo de la variable se realizó un modelo Maxent partiendo de datos georreferenciados del ICA de las enfermedades y plagas de control oficial (Gualpa-Picudo negro, Anillo Rojo y Porroca u Hoja pequeña), y las covariables (elevación, radiación, horas solo, humedad relativa, temperatura). El modelo toma los puntos de cada enfermedad y plaga, selecciona el 70% para calcular la distribución potencial y el otro 30% para la validación de los datos. Posteriormente el modelo realiza varias interacciones para definir el comportamiento de distribución y con base a estas interacciones define el nivel de contribución de cada una de las covariables.</p>		

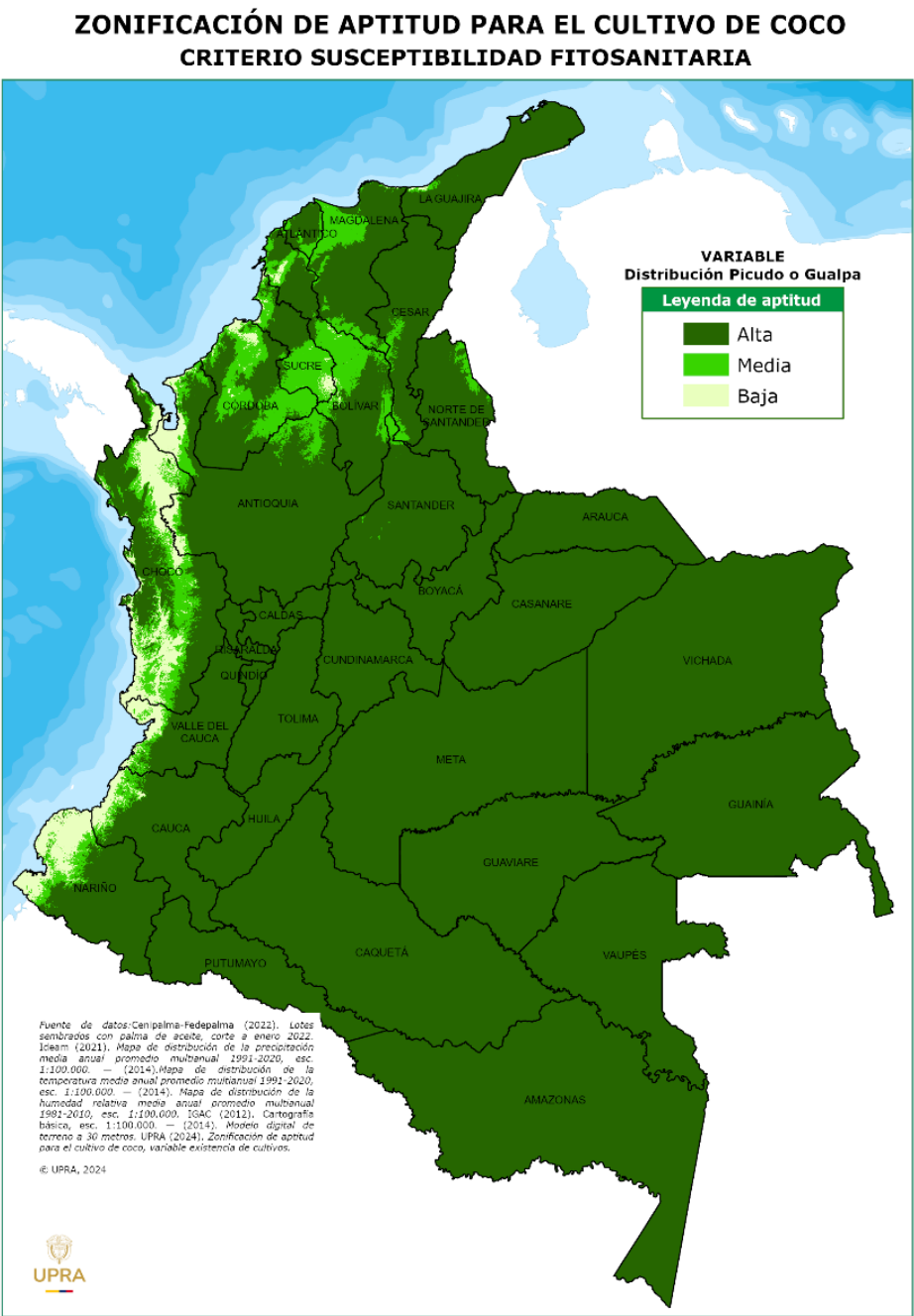


Para generar la salida gráfica se utilizó la metodología que se describe a continuación:



A través del modelo Maxent las subvariables se reclasifican así (página siguiente):

a) Subvariable distribución potencial de la incidencia de Gualpa-Picudo negro (*Rhynchophorus palmarum*):

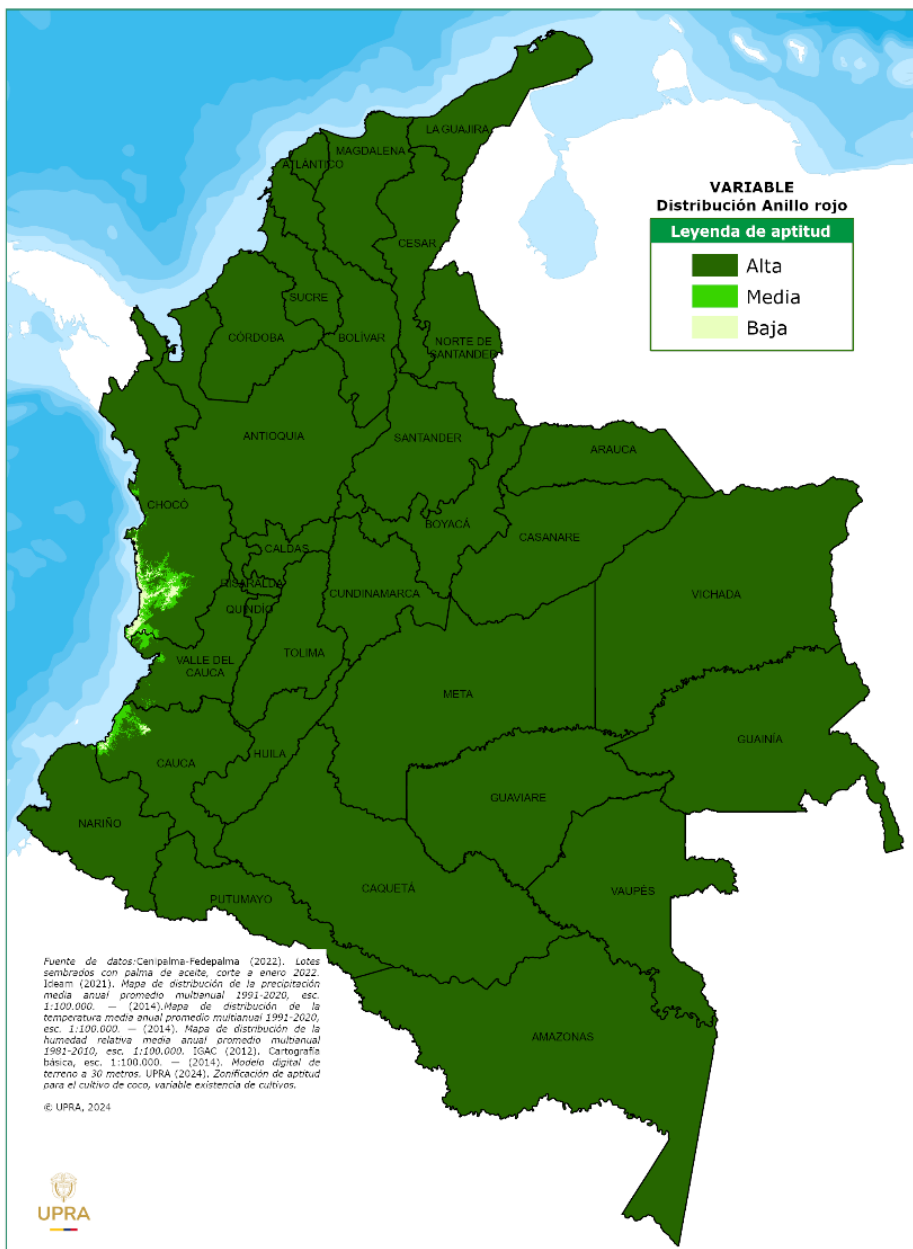


Probabilidad de ocurrencia (%)	Aptitud
0 – 0,145	Alta (A1)
0,145 – 0,482	Media (A2)
0,482 – 1	Baja (A3)



- b) Subvariable distribución potencial de la incidencia de Anillo Rojo (*Rhadinaphelenchus cocophilus* Cobb):

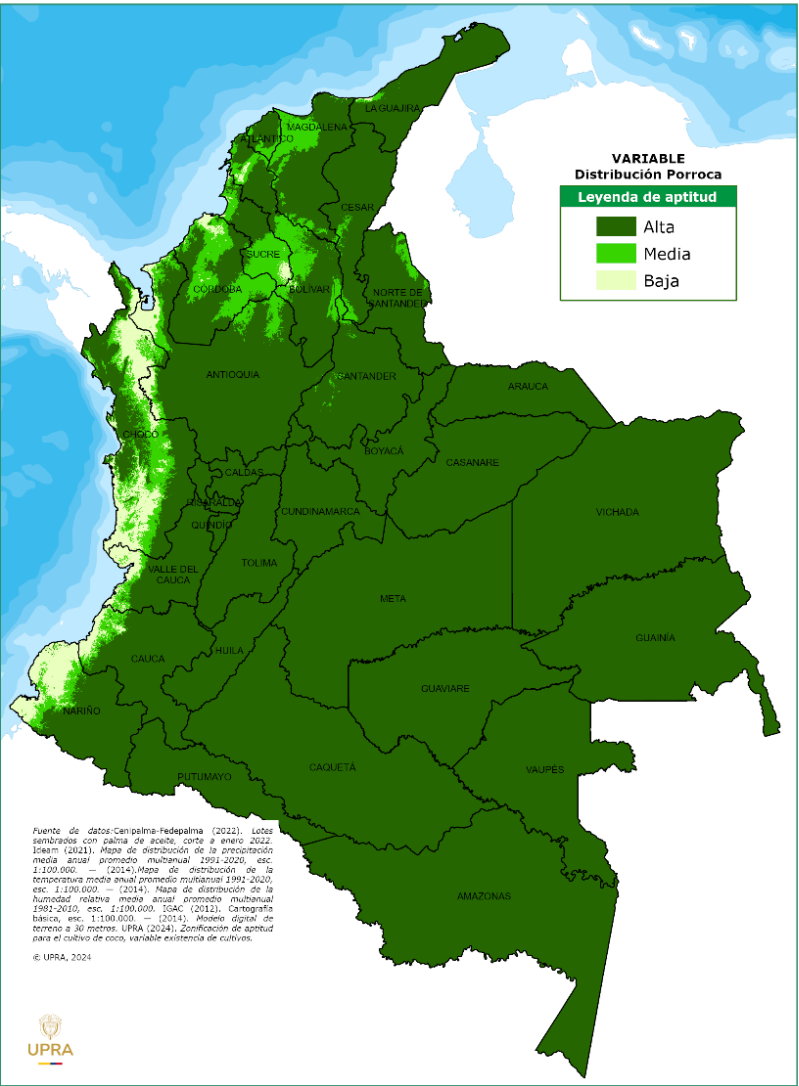
ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE COCO
CRITERIO SUSCEPTIBILIDAD FITOSANITARIA



Probabilidad de ocurrencia (%)	Aptitud
0 – 0,121	Alta (A1)
0,121 – 0,459	Media (A2)
0,459 – 0,991	Baja (A3)

c) Subvariable *Distribución potencial de la incidencia de Porroca u Hoja Pequeña*

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE COCO
CRITERIO SUSCEPTIBILIDAD FITOSANITARIA



Probabilidad de ocurrencia (%)	Aptitud
0 – 0,145	Alta (A1)
0,145 – 0,478	Media (A2)
0,478 – 1	Baja (A3)

Posteriormente, las tres subvariables se unen para obtener la variable, mediante la siguiente matriz AHP:

Subvariables	Picudo o Gualpa	Anillo Rojo	Porroca u Hoja Pequeña	Pesos %
Picudo o Gualpa	1			0,618
Anillo Rojo	1/3	1		0,297
Porroca u Hoja pequeña	1/5	1/5	1	0,086



RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los rangos de calificación de esta variable se realizaron así (*Natural Breaks*):

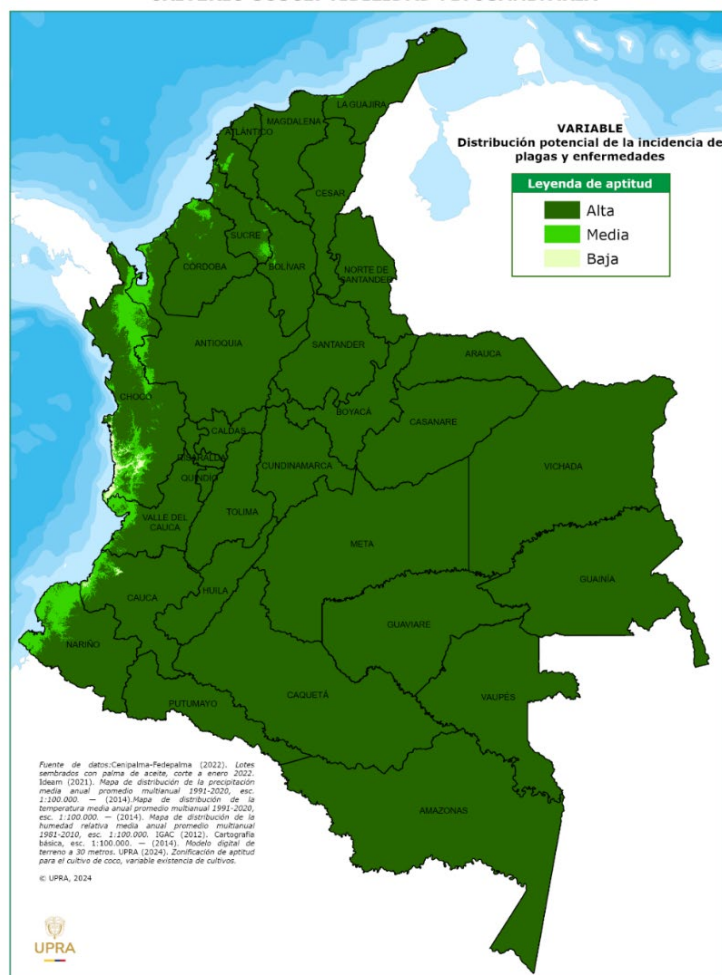
Probabilidad de ocurrencia	Rango	Aptitud
Distribución potencial baja	Distribución potencial baja	Alta (A1)
Distribución potencial media	Distribución potencial media	Media (A2)
Distribución potencial alta	Distribución potencial alta	Baja (A3)

Unidad de análisis

Probabilidad de ocurrencia *Maxent*

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE COCO CRITERIO SUSCEPTIBILIDAD FITOSANITARIA



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Calviño, F. (2023). Incidencia y Severidad en Cultivos: Claves para Estimar Pérdidas de Rendimiento. CULTIVA - BY SIGMA AGTECH. Cultivo de coco <https://blog.sima.ag/2023/incidencia-y-severidad-en-cultivos/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20la%20incidencia%20y,sufrido%20debi%20a%20la%20enfermedad>
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

2. Fichas metodológicas del componente socioecosistémico

194

2.1. Criterio *Integridad ecológica*

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional	
COMPONENTE: Socioecosistémico		
CRITERIO: Criterio integridad ecológica		
TIPO DE CRITERIO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante legal	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
<ul style="list-style-type: none">• <i>Fragmentación y conectividad estructural de las coberturas naturales (FCECN)</i>, evaluada a través de la medición de métricas de composición, heterogeneidad y conectividad espacial de las coberturas naturales, expresada como categoría de costo - distancia acumulada.• <i>Índice de naturalidad (INAT)</i>, calculado como la proporción de área de la unidad biogeográfica (%).• <i>Áreas de concentración de especies sensibles (ACES)</i>, expresada como adimensional. Requiere asignación de pesos para integrar especies sensibles en AICAS y APC; riqueza potencial de especies migratorias.• <i>Afectación a ecosistemas naturales y seminaturales.</i>		
DEFINICIÓN		
<p>Capacidad del ecosistema, para soportar y mantener su capital natural sin degradarse y 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 (Ciontescu, 2012).</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</p>		



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).

Por tanto, un territorio con integridad ecológica es capaz de sobreponerse y superar perturbaciones naturales y los disturbios inducidos por el hombre.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO PARA EL SISTEMA PRODUCTIVO

Aproxima el estado de conservación de un área determinada, permitiendo establecer el grado de salud de los ecosistemas o paisajes, y por lo tanto su vocación como área de conservación, su orientación hacia la restauración, o, por el contrario, su aptitud hacia el establecimiento de cultivos de coco. Su análisis es orientado a:

- Proteger y restablecer la integridad de los sistemas ecológicos, con especial preocupación por la diversidad biológica y los procesos naturales que sustentan la vida.
- Evitar el deterioro del territorio mediante el desarrollo de acciones ambientales sostenibles; cuando el conocimiento sea limitado, debe primar el principio de precaución.
- Adoptar patrones de producción que salvaguarden la capacidad de regeneración de los ecosistemas, los derechos humanos y el bienestar de las comunidades.
- Promover la sostenibilidad ecológica.

Para efectos de la zonificación, un territorio con integridad ecológica es capaz de sobreponerse y superar perturbaciones naturales y los disturbios inducidos por el hombre, garantizando su propia identidad ecosistémica y la prestación de los servicios ecosistémicos que lo definen.

La integridad ecológica 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).

A través de la integridad ecológica, se contribuye en el logro de los compromisos asumidos por el sector agropecuario mediante el decreto presidencial 2478 de 1999, el cual establece que el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural 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”.

Finalmente, el modelo parte de la premisa que la aptitud para el establecimiento de cultivos de coco varía en relación inversa con la integridad ecológica del territorio, de manera que aquella es baja donde existen altos valores ecológicos de conservación (AVC) pues deben primar las prácticas de preservación, conservación o restauración. La aptitud se incrementa en lugares donde dicha integridad es reducida debido a la transformación del paisaje o ausencia de dichos AVCs.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

No hay valores de exclusión, ninguna variable presenta límites que califiquen zonas del territorio nacional como no aptas (N1).

LIMITANTES PARA LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

La temporalidad de la información de Corine Land Cover asociada a las coberturas del periodo 2018, limita una interpretación actualizada de la situación ecosistémica real. Sin embargo, es la última información oficial generada y disponible.

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.

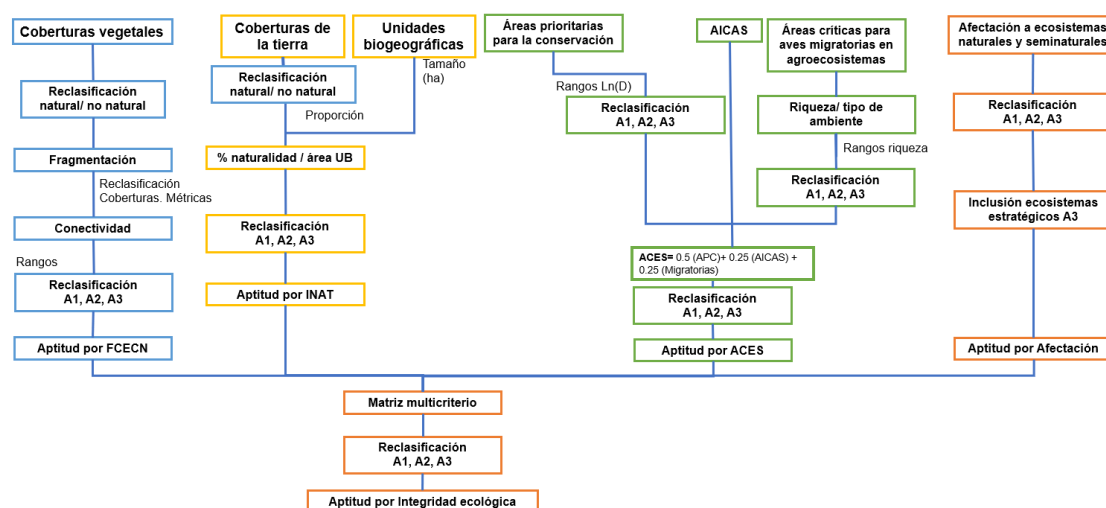
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La integridad ecológica analiza los componentes estructurales y funcionales del sistema (integridad espacial e integridad ecosistémica) (Vélez & Gómez, 2008), mediante la integración de las siguientes variables:

- *Fragmentación y conectividad estructural de las coberturas naturales (FCECN)*: Evaluada a través de la medición de métricas de composición, heterogeneidad y conectividad espacial de las coberturas naturales, expresada como categoría de costo - distancia acumulada.
- *Índice de naturalidad (INAT)*: Calculado como la proporción de superficie de coberturas naturales en cada polígono de unidad biogeográfica (varía entre 0 – 100 %).
- *Áreas de concentración de especies sensibles (ACES)*.
- *Afectación a ecosistemas naturales y seminaturales*

Para la evaluación del criterio se realizó el procesamiento independiente de cada una de sus cuatro variables, como se describe en las respectivas fichas técnicas de las variables.

Esquema metodológico para la determinación de la aptitud del criterio integridad ecológica



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

$$A_{IE} = \alpha A_{AFECTACIÓN} + \beta A_{FCECN} + \gamma A_{ACES} + x A_{INAT}$$

En la que α, β, γ, x representan los coeficientes o factores de ponderación de la aptitud de las cuatro variables, determinados a través de una matriz multicriterio y el criterio de experto.

Para este proceso, los valores de los coeficientes son:



$$\alpha = 0,494$$

$$\beta = 0,285$$

$$\gamma = 0,165$$

$$x = 0,057$$

Los resultados de la suma se agruparon en tres categorías de aptitud para el criterio, *alta* (A1), *media* (A2) y *baja* (A3), como se presentan en la siguiente tabla, empleando los intervalos geométricos como método de agrupamiento del software ArcGIS:

Criterio	Categorías de aptitud			
	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No Apto (N1)
Integridad ecológica	La actividad productiva irrumpe en baja medida, sobre la conectividad natural, espacios naturales, o los procesos vitales de especies sensibles. (> 2,148)	La actividad productiva irrumpe en grado moderado la conectividad natural, los espacios naturales, o los procesos vitales de especies sensibles. Debe actuarse con cierta precaución durante el proceso productivo. (1,497 - 2,148)	Lugares en donde la integridad ecológica es mayor. La actividad productiva irrumpe fuertemente la conectividad natural, los espacios naturales, o los procesos vitales de especies sensibles. Debe actuarse con mayor precaución durante el proceso productivo. (< 1,497)	-

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

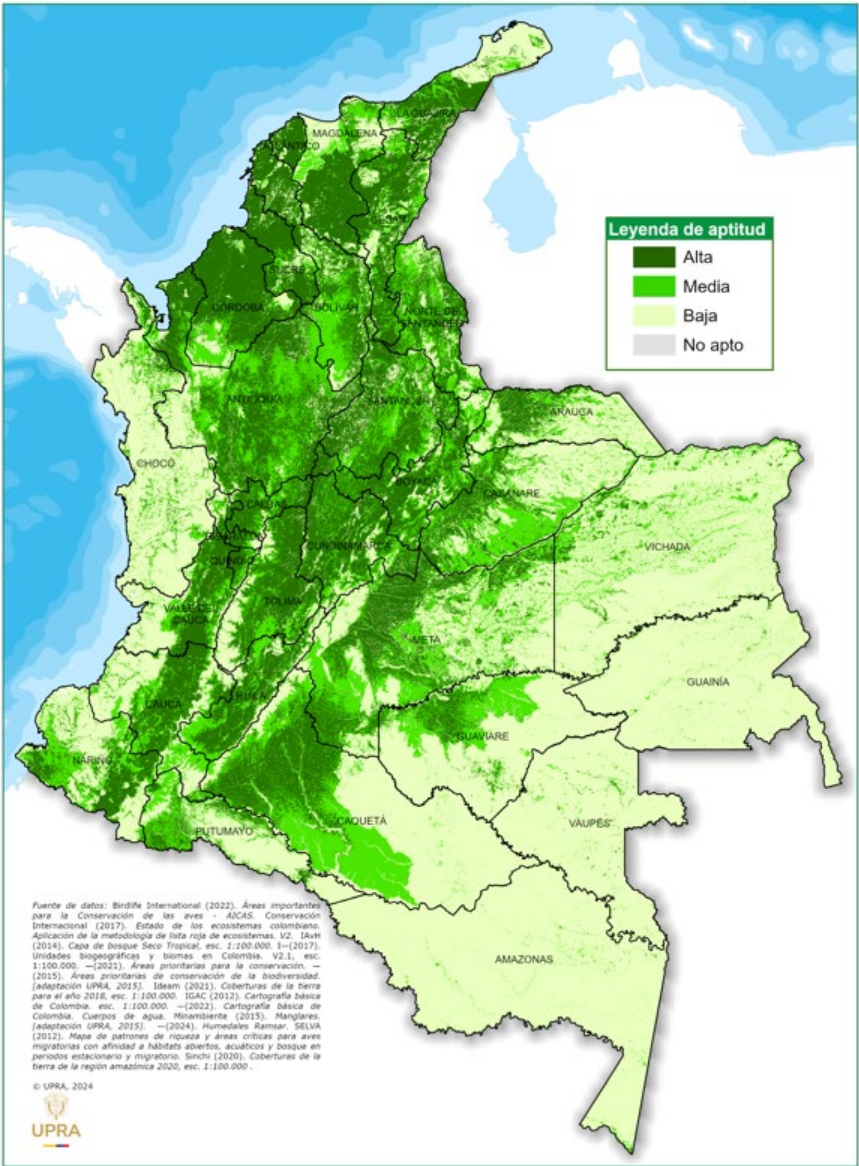
Los siguientes son los rangos de aptitud aplicados para el criterio:

Variables	Unidad de medida	Categorías de aptitud			
		Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
Fragmentación y conectividad estructural de las coberturas naturales (FCECN)	Categoría cualitativa de fragmentación y conectividad estructural por unidad de cobertura	Conectividad baja > 17000000 Mayor número de parches; menor tamaño medio de los parches; mayor dimensión fractal media del parche (> 1,45); parches cortos con menor complejidad de forma	Conectividad media 0 - 17000000 menor número de parches; moderado tamaño medio de los parches; moderada dimensión fractal media del parche (1,41 – 1,45); parches medios con moderada complejidad de forma	Conectividad alta o Parches asociados a coberturas naturales; mayor tamaño medio de los parches; menor dimensión fractal media del parche (< 1,41); parches largos con mayor complejidad de forma	-
Índice de naturalidad (INAT)	Porcentaje (%)	INAT muy baja - vital, INAT baja -estratégica, INAT moderada <50	INAT alta 50 – 75	INAT muy alta – protección 75 – 100	-
Áreas de concentración de especies sensibles (ACES)	Categorías de concentración de especies sensibles	Zonas de muy baja densidad de especies sensibles. Áreas sin identificación o baja presencia de APC. Ausencia de AICAS. Áreas sin importancia para especies migratorias. > 2,333	Zonas de baja densidad de especies sensibles. APC con alta presencia de especies sensibles. Ausencia de AICAS Áreas de importancia moderada o alta para especies s. 1,667 - 2,333	Zonas de moderada, alta y muy alta densidad de especies sensibles. APC con densidad muy alta asociada a coberturas naturales Presencia de AICAS. Áreas de importancia muy alta para especies migratorias. < 1,667	-

Afectación a ecosistemas naturales y seminaturales	Calificación cualitativa del estado de conservación	Áreas transformadas, agrícolas y artificiales sin calificación de riesgo	Estado de conservación vulnerable (VU) y preocupación menor (LC)	Estado de conservación Crítico (CR) y en peligro (EN). Ecosistemas estratégicos (manglares, humedales Ramsar, bosque seco, lagunas, ciénagas, drenajes dobles, madres viejas, morichales)	
--	---	--	--	---	--

Unidad de análisis	Polígonos de coberturas Corine Land Cover
REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO	

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE COCO
CRITERIO INTEGRIDAD ECOLÓGICA





FUENTES DE INFORMACIÓN

- BirdLife International. (2022). Important bird and biodiversity area (IBA) digital boundaries: March 2022 version. BirdLife International, Cambridge, UK.
- Ciontescu, N. (2012). Instructivo metodológico para la evaluación de atributos e integridad ecológicos en áreas protegidas. ArcGIS-Fragstats. Bogotá: Parques Nacionales Naturales de Colombia.
- Corcoran, P. (2005). «La integridad ecológica: un compromiso hacia la vida en la Tierra». En: B. Mackey. La carta de la Tierra en acción: hacia un mundo sostenible (pp. 68-71). Amsterdam: KIT Publishers BV.
- Franco, A. M., Devenish, C., Barrero, M. C. y Romero, M. H. (2009). «Colombia». En: C. Devenish, D. F.; Díaz Fernández, R. P.; Clay, I. Davidson e I. Yépez Zabala (Eds.). Important bird areas Americas - Priority sites for biodiversity conservation. Quito: Birdlife International (Birdlife Conservation Series num. 16), pp. 135-148.
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt (IAvH) y Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH). (2010). Áreas prioritarias para la conservación, escala 1:250.000. Bogotá.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) (2010). Leyenda nacional de coberturas de la tierra: metodología Corine Land Cover, adaptada para Colombia, escala 1:100.000. Bogotá: Ideam, 72 pp.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) (2010). Estudio nacional del agua: capa de subzonas hidrográficas, escala 1:100.000. Bogotá.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) (2021). Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2017-2018, escala 1:100.000. Bogotá.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá.
- Investigación para la conservación en el Neotrópico (SELVA) (2012). «Modelamiento de áreas críticas para especies migratorias con relación a los agroecosistemas de Colombia». Mapa de patrones de riqueza y áreas críticas para aves migratorias con afinidad a hábitats abiertos, acuáticos y de bosque en periodos estacionario y migratorio. Informe final del Convenio 044 de 2012 entre SELVA y UPRA. 165 p. Bogotá, Colombia.
- Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (Sinchi) (2020). Cobertura de la tierra de la región amazónica 2020, escala 1:100.000. Bogotá.
- Vélez, L. y Gómez, A. (2008). "Un marco conceptual y analítico para estimar la integridad ecológica a escala de paisaje." Arbor CLXXXIV 729: 31-44

2.1.1. Variable Fragmentación y conectividad estructural de las coberturas naturales (FCECN)

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional	
COMPONENTE: Socioecosistémico		
CRITERIO ASOCIADO: Integridad ecológica		
VARIABLE: Fragmentación y conectividad estructural de las coberturas naturales (FCECN)	UNIDAD DE MEDIDA: Categoría cualitativa de fragmentación y conectividad estructural por Unidad de cobertura	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
<p>La heterogeneidad espacial del paisaje se analiza a partir de la conectividad y la fragmentación (McArthur & Wilson, 1967, Tischendorf & Fahrig, 2000; Correa, 2009). Requiere establecer la continuidad y determinar la existencia de barreras (resistencias, contrastes) 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, así como el grado de estabilidad geométrica y espacial que permita la permanencia de cada uno de los parches y corredores contenidos en las diferentes matrices del paisaje.</p> <p>En todo paisaje cultural, los relictos de vegetación natural juegan un papel fundamental para la movilidad de la biodiversidad y la continuidad en la prestación de los servicios ecosistémicos (que son la base ambiental que sustenta los procesos productivos). Por lo tanto, la variable parte del análisis tanto de la distancia entre fragmentos naturales funcionales, y las rutas con menor costo (resistencia/contraste) para el desplazamiento de la biodiversidad a través del paisaje, como del grado de estructuración y mantenimiento de cada uno de los fragmentos naturales o fragmentación.</p> <p>De esta forma, en términos de la aplicación en el presente estudio, en áreas de transición entre la matriz de parches transformados, los parches o fragmentos naturales mejor consolidados, la matriz de mayor conectividad de las coberturas naturales, permiten evaluar la aptitud para el establecimiento de cultivos de coco, siendo menor, cuando los resultados de las métricas de fragmentación arrojan mejor estabilidad estructural de los parches y mayores conectividades, puesto que los cultivos de coco puede aumentar la matriz de áreas transformadas y afectar la continuidad de los procesos naturales.</p>		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL SISTEMA PRODUCTIVO		
<p>La variable contribuye a estimar la sostenibilidad ambiental, mediante el análisis de la favorabilidad del hábitat para el desplazamiento de la biodiversidad, mantenimiento de poblaciones tanto de animales como de vegetales, flujos viables e información necesaria para el funcionamiento natural, de la cual dependen en gran medida los servicios ecosistémicos que sostienen los procesos vitales del sistema, así como el abastecimiento a procesos productivos.</p>		



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

Esta variable no genera exclusión (N1). Se identifica un rango de variación entre 0 (sin conectividad) y 1 (altamente conectado). Se establece un rango de variación empleando los intervalos geométricos como método de agrupamiento del software ArcGIS.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La capa de Coberturas de la Tierra 2018, a escala 1:100.000 puede contener cierto nivel de discrepancia con la realidad, en función de los errores asociados a la escala cartográfica.

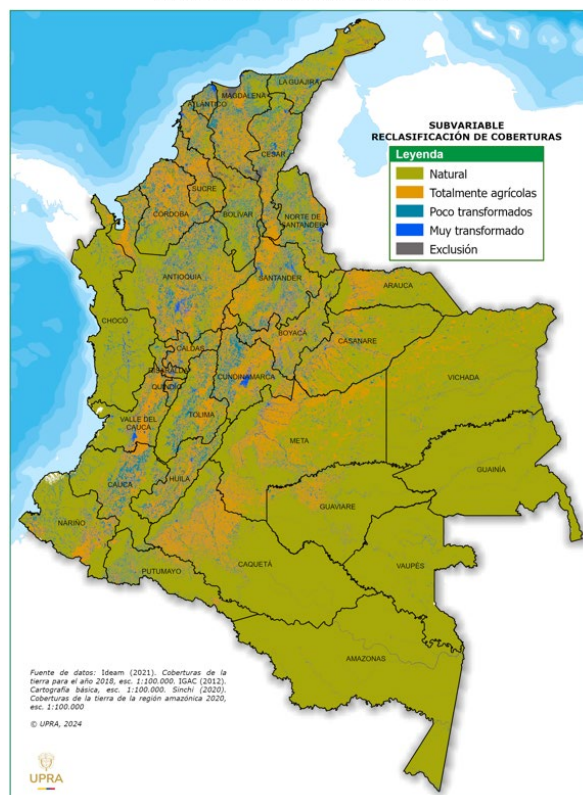
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para el procesamiento de esta variable, se partió de la realización de una reclasificación de las categorías de cobertura Corine Land Cover del mapa de coberturas de la tierra generado por el Ideam, (2021). Esta reclasificación se hace necesaria para obtener precisión sobre el grado de artificialización de las coberturas y reconocer el probable impacto positivo o negativo, que pueda tener el establecimiento de cultivos de coco sobre los diferentes ecosistemas, naturales o artificiales existentes en el país. De esta manera se reclasificaron las coberturas para obtener los grupos de coberturas que se muestran a continuación:

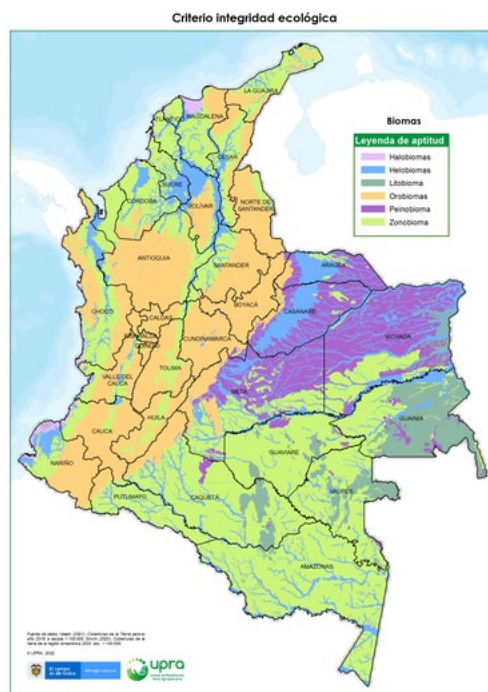
- Ecosistemas naturales
- Poco transformados
- Totalmente agrícolas
- Muy transformados

A partir de esta reclasificación se obtuvo la siguiente cartografía, correspondiente a la reclasificación de coberturas.

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE COCO
CRITERIO INTEGRIDAD ECOLÓGICA



Adicionalmente, se realizó para cada grupo, una segmentación en relación con los biomas, para evitar alteración de las métricas de fragmentación.



Sobre cada segmento se calcularon las diferentes métricas del paisaje con la ayuda del software *Patc Analyst* y *ArcGis*. Las métricas evaluadas correspondieron a dos grupos: Índices descriptores de la geometría espacial de los parches (tamaño medio de parches y número de parches), y métricas de forma o índices de forma (dimensión fractal y complejidad de forma).

Los índices descriptores generan información relevante sobre el tamaño y la cantidad de parches (considerando como parche cada polígono de cada una de las diferentes coberturas reclasificadas); mediante este cálculo se puede deducir que cuando una categoría determinada de cobertura posee pocos parches y parches de una extensión importante, ésta presenta menos fragmentación y viceversa.

Por otro lado, con la medición de los índices de forma basados en geometría de fractales (dimensión fractal y complejidad de forma), se puede establecer el grado de mantenimiento y consolidación geométrica de los parches frente a la probabilidad de ruptura o fragmentación de estos. La dimensión fractal a partir de una relación área/perímetro, nos indica que tan probable es que un determinado parche pueda fraccionarse, siendo los valores cercanos a 1 los de mayor estabilidad geométrica (formas circulares o cuadradas) y los valores que más se alejen de 1 son parches de menor estabilidad geométrica los cuales por lo general presentan cada vez más formas ameboides, formas que muestran gran probabilidad de partición o fragmentación.

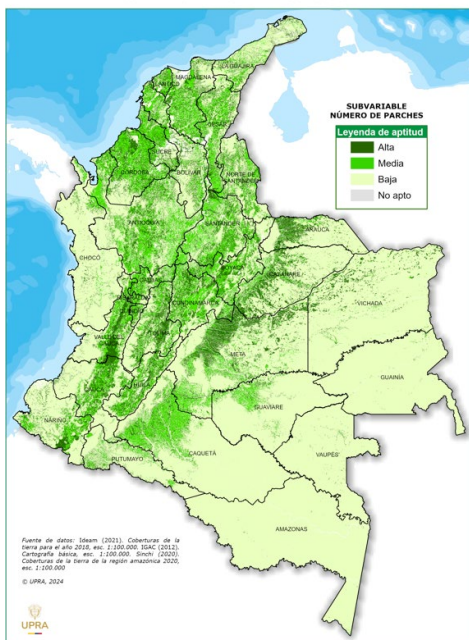
El otro índice calculado, complejidad de forma, muestra similares resultados a la dimensión fractal, diferenciándose en que este genera una relación entre la forma de cada uno de los parches frente al total de la clase (suma de todos los polígonos) de cada una de las coberturas reclasificadas.



A continuación, se presentan los diferentes mapas de cada uno de los índices calculados:

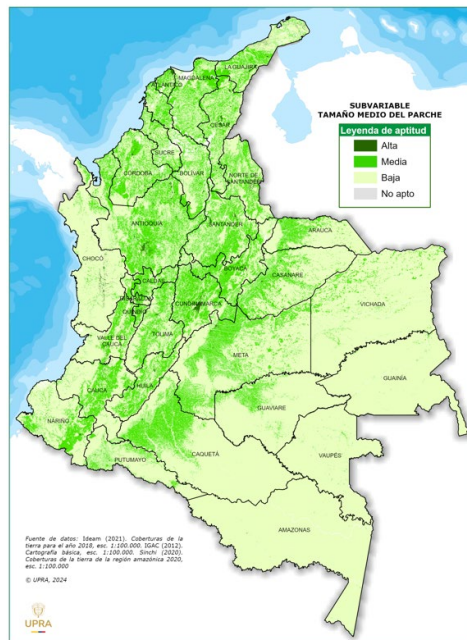
Índices descriptores

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE COCO CRITERIO INTEGRIDAD ECOLÓGICA



Número de parches

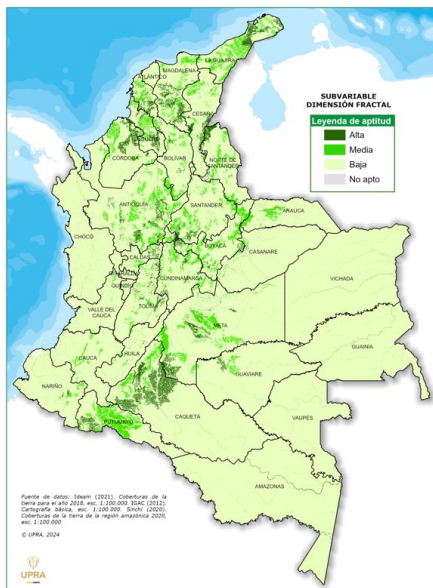
ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE COCO CRITERIO INTEGRIDAD ECOLÓGICA



Tamaño medio del parche

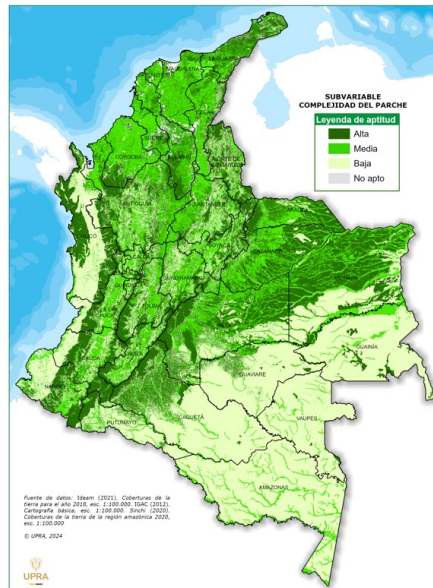
Índices de forma

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE COCO CRITERIO INTEGRIDAD ECOLÓGICA



Dimensión fractal

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE COCO CRITERIO INTEGRIDAD ECOLÓGICA

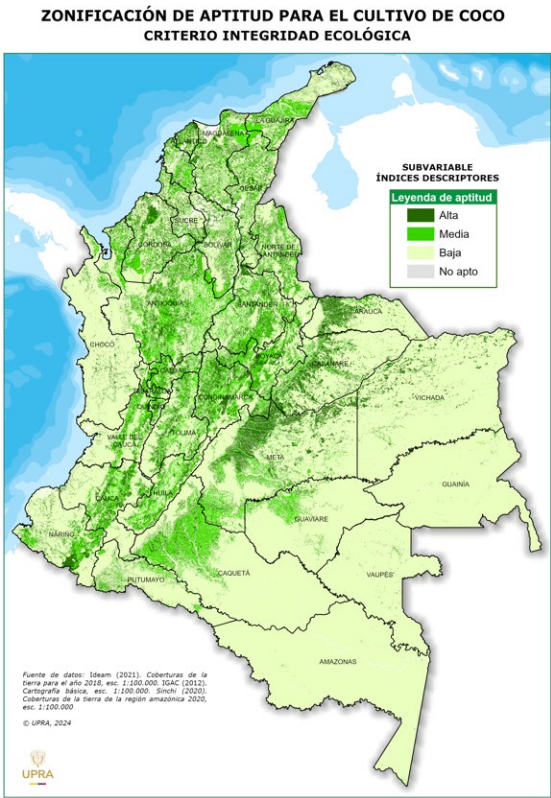


Complejidad de forma

Tanto los índices descriptores como los de forma se fusionaron en un solo mapa para obtener un mapa de índices descriptores y un mapa de índices de forma, respectivamente, a través de la aplicación de árboles de decisión, como se observa a continuación:

Índices descriptores		
Tamaño medio	Número de parches	Índices descriptores
A1	A1	A1
A1	A2	A1
A1	A3	A2
A2	A1	A1
A2	A2	A2
A2	A3	A3
A3	A1	A2
A3	A2	A3
A3	A3	A3

A partir de la aplicación del árbol de decisión se obtuvo el siguiente mapa para este grupo de índices:



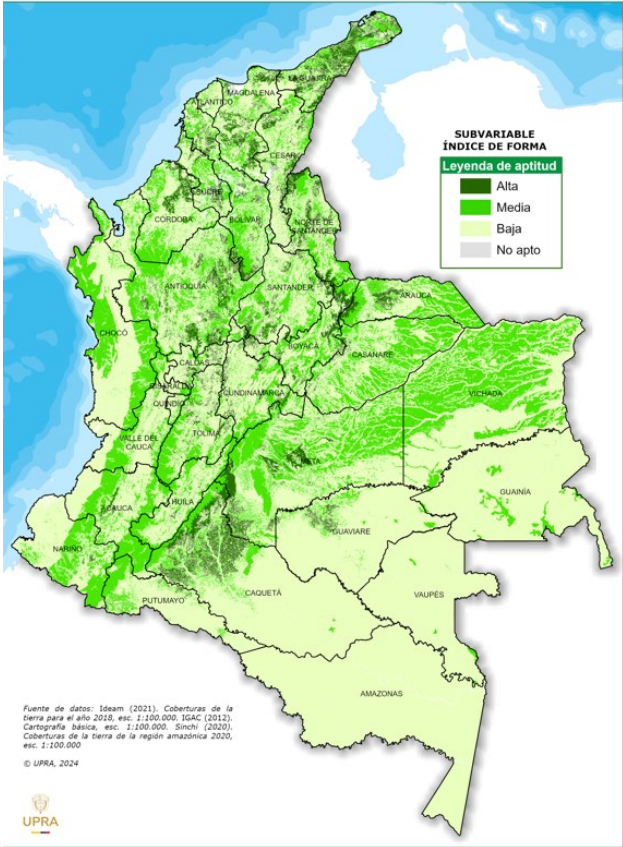
Índices de forma		
Dimensión fractal	Complejidad de forma	Índices de forma
A1	A1	A1
A1	A2	A1
A1	A3	A2
A2	A1	A1
A2	A2	A2



A2	A3	A3
A3	A1	A2
A3	A2	A3
A3	A3	A3

A partir de la aplicación del árbol de decisión se obtuvieron los siguientes mapas para el grupo de índices de forma:

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE COCO
CRITERIO INTEGRIDAD ECOLÓGICA

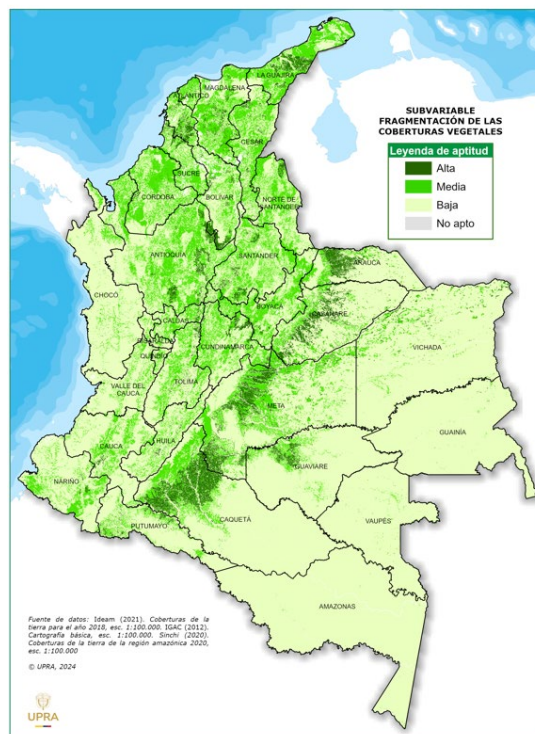


A partir de los mapas construidos (índices descriptores y de forma), y bajo la aplicación de un árbol de decisión se unieron para así obtener el mapa de la subvariable fragmentación, como se aprecia a continuación.

Índices descriptores	Índices de forma	Fragmentación
A1	A1	A1
A1	A2	A1
A1	A3	A2
A2	A1	A1
A2	A2	A2
A2	A3	A3
A3	A1	A2
A3	A2	A3
A3	A3	A3

Mapa de la subvariable *Fragmentación*

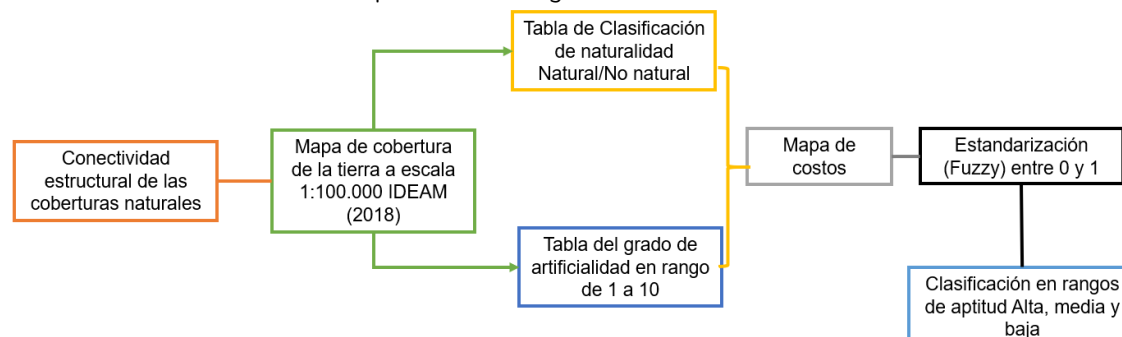
ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE COCO
CRITERIO INTEGRIDAD ECOLÓGICA



La siguiente subvariable estudiada para la conformación de la variable, corresponde a la *Conectividad estructural de las coberturas naturales (CECN)*, la cual permite dar una aproximación rápida a escala de paisaje sobre la continuidad de los hábitats, como elemento necesario para el desplazamiento de la biodiversidad natural y el desarrollo de las funciones ecosistémicas. Para dicho análisis se partió del mapa de coberturas de la tierra, adaptada para Colombia (Ideam, 2010).

Adicionalmente, se identificaron las coberturas no naturales y el grado de artificialidad, a partir del cual se definieron los pesos de resistencia de paso. A partir de esto se determinó el costo de desplazamiento de las especies haciendo uso de la herramienta costes del programa ArcGis.

Esquema metodológico de la variable CECN





Para establecer las calificaciones de artificialidad en la tabla se consideró:

Áreas que representan un alto costo para la conectividad de las estructuras de las coberturas naturales como los territorios artificializados, tendrán una calificación es 10.

La resistencia de las coberturas se califica conforme a un modelo de resistencia, 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. Por lo tanto, áreas que corresponden a la misma cobertura existente, o con un área de bosques o coberturas naturales en la que el costo sea menor, le corresponde una calificación de 1.

En las áreas con actividades agropecuarias, la calificación se hace respecto al impacto que puede tener el desarrollo de estas actividades en los procesos de conectividad; la calificación puede variar entre 2 y 9.

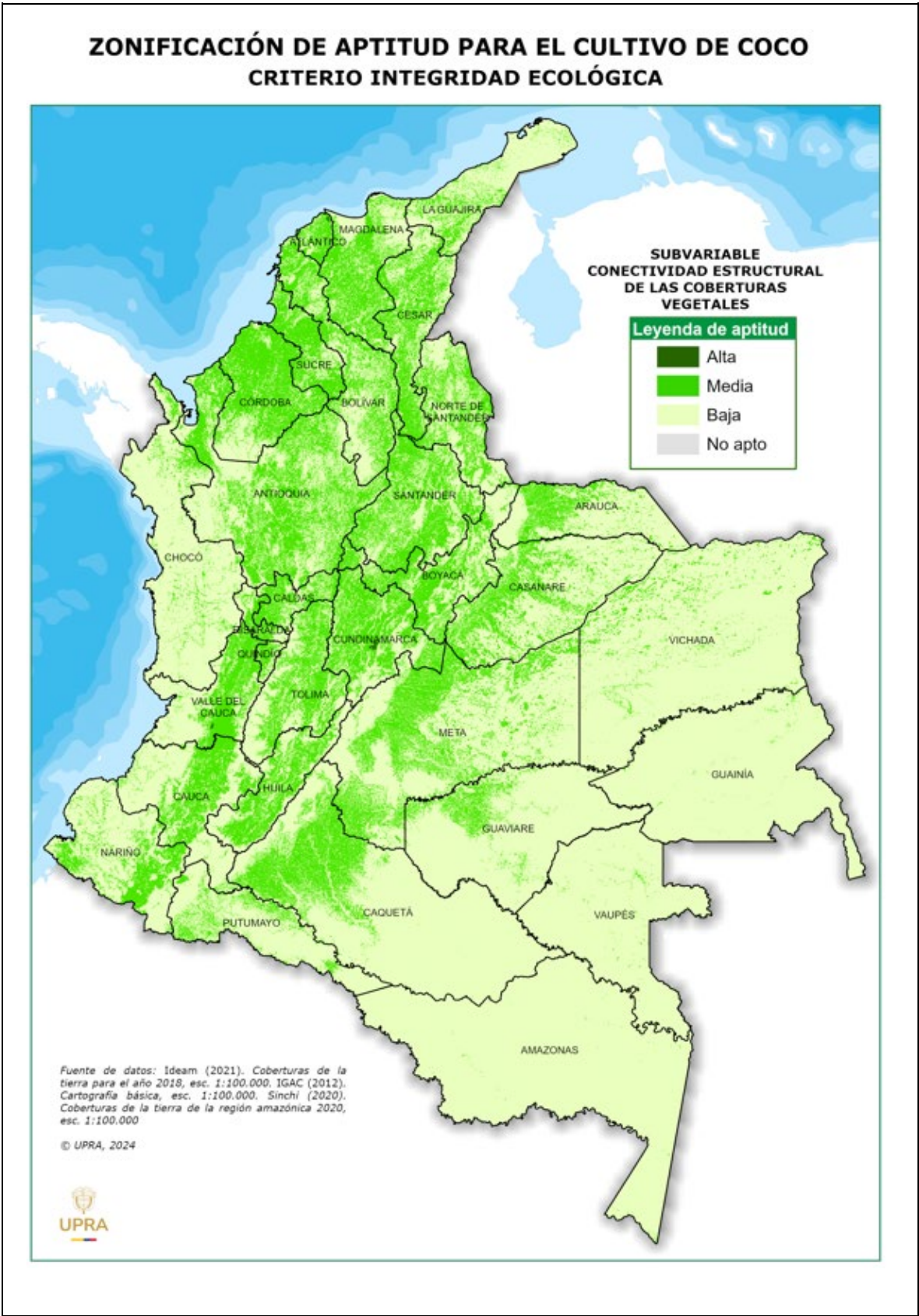
Se consideraron las áreas húmedas y los cuerpos de agua con un costo moderado para la conectividad, ya que estas permiten la relación de las distintas especies.

Calificación de costos para el criterio conectividad estructural

Calificación	
Artificialidad alta	10
Artificialidad media	9
Artificialidad baja	8
Semiartificial alto	7
Semiartificial medio	6
Semiartificial bajo	5
Sin artificialidad bajo	4
Sin artificialidad medio	3
Sin artificialidad alto	2
Natural	1

Fuente: UPRA (2018).

Identificadas las coberturas naturales del territorio, con la calificación de la artificialidad, se realizó el mapa de costo de distancia (coste de distancia) a través del análisis de sistema de información geográfica SIG. De forma general para este ejercicio, la conectividad media, tendrá la mayor aptitud (A1), la conectividad baja tendrá aptitud media (A2), y a la alta conectividad se le asigna una menor aptitud o baja (A3).





Por último, se integraron las subvariables fragmentación y conectividad, a través del siguiente árbol de decisión.

Aptitud fragmentación	Aptitud conectividad	Aptitud variable
A1	A1	A1
A1	A2	A1
A1	A3	A2
A2	A1	A1
A2	A2	A2
A2	A3	A2
A3	A1	A2
A3	A2	A2
A3	A3	A3

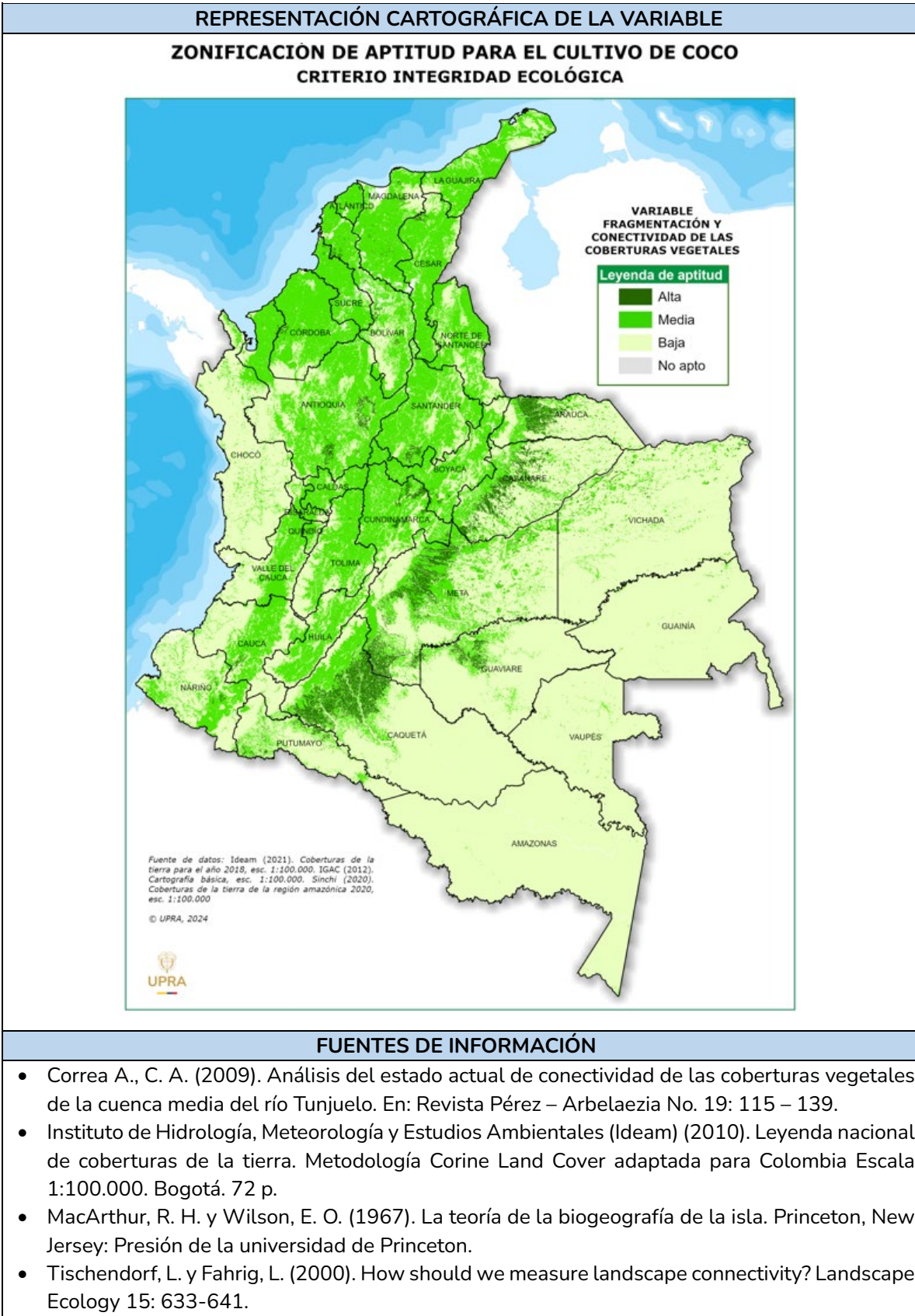
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Calificación de la variable fragmentación y conectividad estructural de las coberturas naturales (FCECN)

Descripción	Aptitud
Conectividad baja > 17000000 Mayor número de parches; menor tamaño medio de los parches; mayor dimensión fractal media del parche (> 1,45); parches cortos con menor complejidad de forma	Alta (A1)
Conectividad media 0 - 17000000 menor número de parches; moderado tamaño medio de los parches; moderada dimensión fractal media del parche (1,41 – 1,45); parches medios con moderada complejidad de forma	Media (A2)
Conectividad alta 0 Parches asociados a coberturas naturales; mayor tamaño medio de los parches; menor dimensión fractal media del parche (< 1,41); parches largos con mayor complejidad de forma	Baja (A3)
No aplica	No apto (N1)

Unidad de análisis

Unidad de cobertura





2.1.2. Variable *Índice de naturalidad (INAT)*

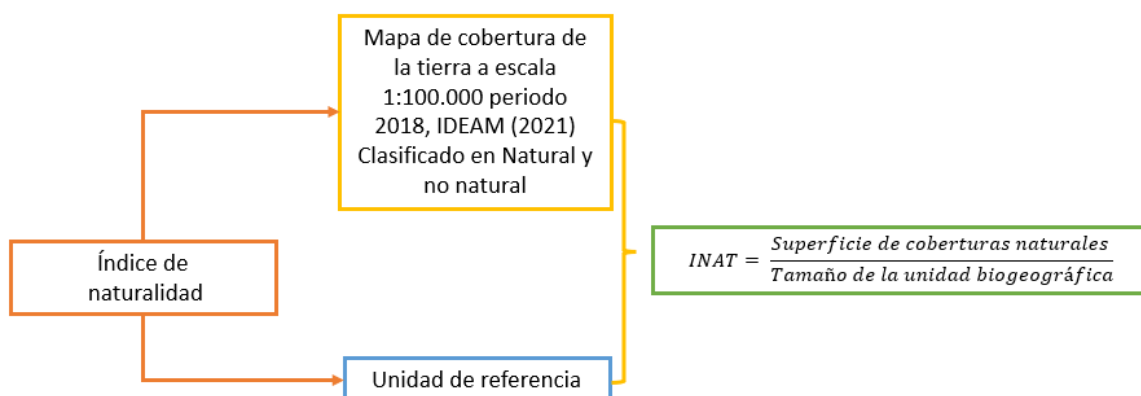
FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional	
COMPONENTE: Socioecosistémico		
CRITERIO ASOCIADO: Integridad ecológica		
VARIABLE: Índice de naturalidad a (INAT)	UNIDAD DE MEDIDA: Porcentaje (%)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
<p>Está referida a las coberturas naturales en las cuales se desarrollan los procesos ecológicos esenciales, que son necesarios para sustentar la vida.</p> <p>La prestación de servicios ecosistémicos y la sostenibilidad ambiental en un área geográfica de análisis, está determinada por la cantidad de espacios que permiten la prevalencia de los procesos naturales necesarios para sustentar la vida y satisfacer la demanda de recursos en el mismo territorio (Vélez y Gómez, 2008). De esta forma, en cada unidad biogeográfica se calcula la superficie ocupada por todas aquellas coberturas asociadas a procesos naturales (coberturas vegetales silvestres, cuerpos de agua, áreas húmedas, superficies de recarga hídrica, etc.), en proporción al tamaño de la unidad biogeográfica.</p> <p>Así entre más alta sea la naturalidad, menor será la aptitud para el establecimiento de cultivos de coco, por cuanto las labores productivas interrumpen el potencial para el desarrollo de procesos naturales. Entre tanto, en las áreas con menor y moderada naturalidad, mayor será la aptitud para el establecimiento de este cultivo, ya que no interrumpe los procesos naturales, e incluso potenciaría la prestación de algún servicio ecosistémico en comparación con la cobertura existente</p>		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL SISTEMA PRODUCTIVO		
<p>Radica en su contribución en la estimación de la sostenibilidad ambiental de la unidad geográfica de análisis (unidad biogeográfica), mediante la cantidad de espacios disponibles para el funcionamiento natural que sostiene los procesos vitales del sistema, así como el abastecimiento a procesos productivos.</p>		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO		
<p>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.</p>		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE		
<p>Al tener de base la capa oficial de Coberturas de la Tierra 2018, y su leyenda adaptada para Colombia (Ideam, 2010), su información tiene cierto nivel de discrepancia con la realidad, en función de los cambios que se hayan producido desde el 2018.</p>		

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para este estudio se relaciona el área de todos los tipos de coberturas naturales (vegetación y recursos hídricos) según la clasificación de Corine Land Cover (a partir del mapa oficial de coberturas, escala 1:100.000, elaborado por las entidades del SINA (Ideam, 2021). Para esto, se realizó el cruce cartográfico de la capa de cobertura de la tierra con el de las unidades biogeográficas facilitado por el Instituto Alexander Von Humboldt (2017). Se determina el índice mediante la expresión:

$INAT = \text{Superficie de coberturas naturales (ha)} / \text{tamaño de unidad biogeográfica (ha)}$

Esquema metodológico de la variable índice de naturalidad



RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Se establecieron los siguientes rangos, de acuerdo con los parámetros de Márquez (2003) y se reclasificaron en términos de su aporte a la aptitud para el establecimiento de cultivos de coco.

Calificación de la variable índice de naturalidad (INAT)

Descripción	Rango de proporción de área de la unidad biogeográfica (%)	Aptitud
INAT muy baja – vital, INAT baja – estratégica, INAT moderada	< 50	Alta (A1)
INAT alta	50 – 75	Media (A2)
INAT muy alta – protección	75 – 100	Baja (A3)

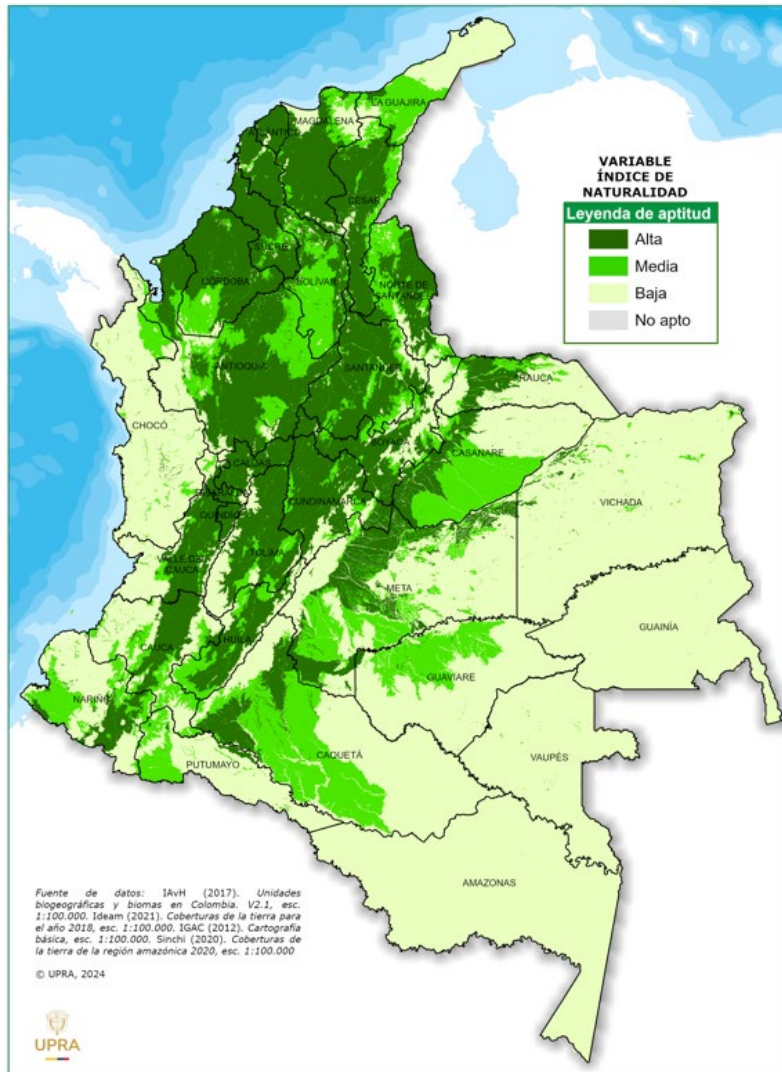
Fuente: elaboración propia, adaptado de Márquez (2003).

Unidad de análisis	Porcentaje (%)
--------------------	----------------



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE COCO CRITERIO INTEGRIDAD ECOLÓGICA



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) (2010). Leyenda nacional de coberturas de la tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia, escala 1:100.000. Bogotá.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2012). Cartografía básica. escala 1:100.000. Bogotá.
- Márquez, C., G. (2003). Ecosistemas estratégicos de Colombia. Sociedad Geográfica de Colombia. Cultivo de coco <http://www.sogeocol.edu.co/documentos/07ecos.pdf>.
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt (IAvH) (2017). Unidades biogeográficas y biomas en Colombia V2.1, escala 1:100.000. Bogotá.
- Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (Sinchi) (2020). Coberturas de la tierra de la región amazónica 2020, escala 1:100.000. Bogotá.
- Vélez, L. y Gómez, A. (2008). Un marco conceptual y analítico para estimar la integridad ecológica a escala de paisaje. Arbor CLXXXIV 729: 31-44

2.1.3. Variable Áreas de concentración de especies sensibles (ACES)

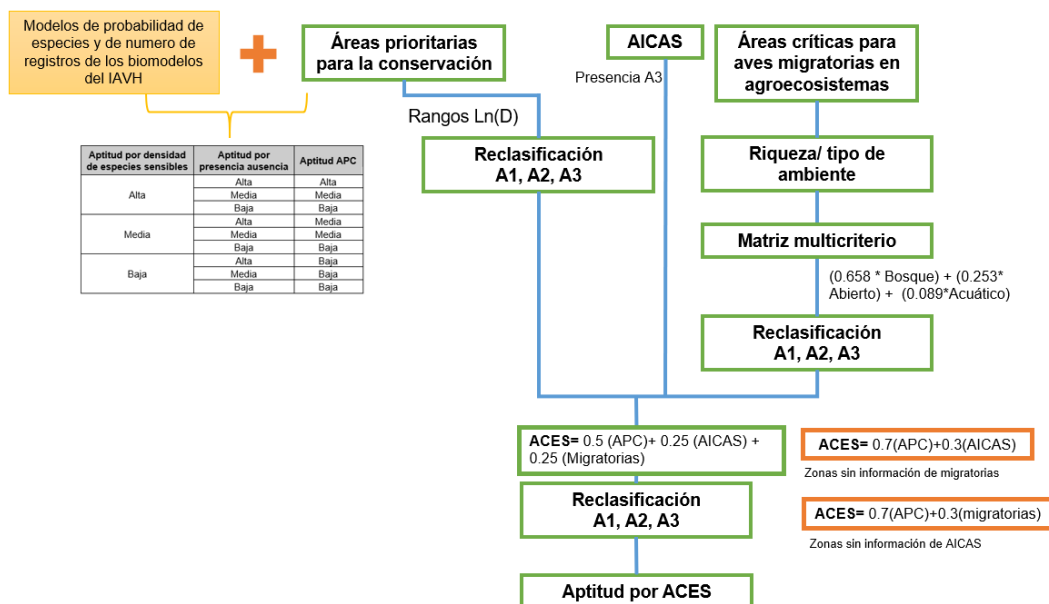
FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional	
COMPONENTE: Socioecosistémico		
CRITERIO ASOCIADO: Integridad ecológica		
VARIABLE: Áreas de concentración de especies sensibles (ACES)		UNIDAD DE MEDIDA: Categorías de concentración de especies sensibles.
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
<p>Establece lugares donde tiene lugar la concentración de especies sensibles a través de indicadores como la densidad en polígonos definidos como áreas prioritarias para la conservación (APC), o la riqueza de especies migratorias en áreas críticas sobre agroecosistemas (AC).</p> <p>De igual forma, se integran las áreas de importancia para la conservación de aves silvestres (AICAS).</p> <p>La representatividad ecosistémica en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (Sinap) es reducida y con ello el potencial para la conservación de la biodiversidad del país.</p> <p>Por esta razón, existen en el territorio nacional, áreas que, sin presentar figuras de protección, cuentan con altos valores para la conservación (AVC) por sus niveles de concentración de biodiversidad (en especial de especies amenazadas, de distribuciones reducidas, o dependientes de la calidad del hábitat a lo largo de rutas de migración).</p>		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL SISTEMA PRODUCTIVO		
<p>Permite identificar áreas en donde el establecimiento de cultivos de coco puede generar un riesgo potencial de afectación a la biodiversidad sensible en áreas no protegidas.</p>		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO		
<p>La variable no genera exclusiones. Pero el enfoque radica en la continuidad que debe prevalecer en el territorio en términos de la favorabilidad de hábitat para el flujo de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos asociados (dispersión genética, polinización, regulación de cadenas tróficas, control biológico de plagas, entre otras), de tal forma que entre mayor sea la concentración de especies sensibles, menor es la aptitud para el establecimiento del cultivo de coco, puesto que pueden generar presiones recíprocas a los ciclos naturales de las especies.</p>		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE		
<p>No existen estudios a nivel nacional que determinen la distribución y concentración de especies sensibles, por lo que el cubrimiento no es homogéneo. Esto supone integrar varios estudios realizados con metodologías y finalidades variadas, para complementar el panorama nacional.</p>		



Partiendo del supuesto que en todo el país hay biodiversidad con valor de conservación, se destacan algunos lugares del territorio debido a la concentración de esta biodiversidad. Por lo tanto, la variable supone una menor concentración en las áreas no mencionadas, pero puede corresponder 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

Esta variable se construyó 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 de áreas de importancia para la conservación de aves silvestres (AICAS), y riqueza potencial para aves migratorias en paisajes agropecuarios. Se emplea la información sobre biodiversidad asociada a las APC (IAvH y ANH, 2013) y las áreas de conservación priorizadas en múltiples escenarios de portafolios de áreas de conservación para la biodiversidad, los SS. EE. (Servicios Ecosistémicos) y la adaptación al riesgo (IAvH, 2021), AICAS (BirdLife, 2022), y agroecosistemas (Selva, 2012). El esquema metodológico de la variable se describe a continuación:



- Áreas prioritarias de conservación (APC).

Esta subvariable se mide a través de la densidad de especies sensibles / km², en áreas prioritarias de conservación (APC) no declaradas en el Sinap, para lo cual se toma de base la información generada por el Instituto Alexander von Humboldt y la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) en 2013 en el portafolio de APC, escala 1:100.000.

Adicionalmente, se incluyó la 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 esta información, se tomaron los Objetos de conservación (Odc) de filtro fino y de filtro grueso del portafolio de 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 con relación al tamaño del área que las contiene (sitios de mayor concentración o densidad de especies), menor será la compatibilidad del territorio con el establecimiento cultivos de coco.

Para este análisis se asignó a cada polígono de APC, el valor de la densidad de la riqueza, teniendo en cuenta la riqueza por ha, calculada mediante la suma de los valores reportados de mamíferos, aves, peces, reptiles, anfibios y plantas. La definición de los rangos de aptitud se determina mediante intervalos geométricos.

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) APC con densidad baja de especies sensibles (ln (D) = -5,71 a -2,77)	Media (A2)
APC con densidad moderada de especies sensibles (ln (D) = -2,76 a -1,42) 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)	Baja (A3)

Posteriormente, se utilizó 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 deben incluir todos los biomodelos. Se contabiliza 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, para asignar uno (1) para las especies presentes y cero (0) para las ausentes.

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* y se obtiene una tabla que indica la cantidad de especies amenazadas o endémicas para cada unidad, luego se realizó una clasificación de los valores obtenidos.

Posteriormente, se reclasificaron los parámetros evaluados de acuerdo con el siguiente árbol de decisión, en el cual se adoptó el nivel de mayor restricción para ser consecuente con el principio de precaución, así:



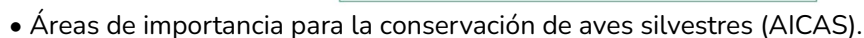
Aptitud por densidad de especies sensibles	Aptitud por presencia-ausencia	Aptitud APC
Alta	Alta	Alta
	Media	Media
	Baja	Baja
Media	Alta	Media
	Media	Media
	Baja	Baja
Baja	Alta	Baja
	Media	Baja
	Baja	Baja

Una vez obtenido este mapa, se realizó una comparación con las áreas naturales; aquellas que contenían áreas naturales se calificaron con aptitud baja (A3), es decir todas las áreas naturales se mantuvieron con aptitud baja y los APC se clasifican en aptitud media (A2) y alta (A1), en aquellas zonas donde no existen coberturas naturales.

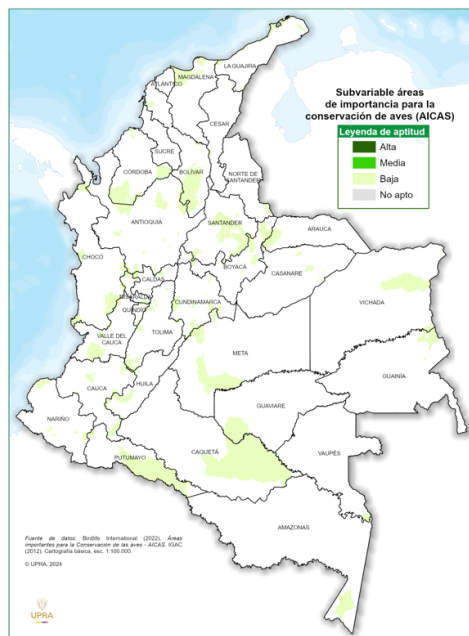
Los rangos de aptitud para APC finalmente son:

Descripción	Aptitud
Baja presencia de APC y especies sensibles	Alta (A1)
Alta presencia de APC y especies sensibles	Media (A2)
Áreas asociadas a coberturas naturales, en las cuales se asume una muy alta densidad de especies	Baja (A3)

Finalmente, se incluyeron en aptitud baja los polígonos con valores de 60 a 100% de frecuencia de selección en múltiples escenarios, del mapa de "Áreas de conservación priorizadas en múltiples escenarios de portafolios de áreas de conservación para la biodiversidad, los SS. EE. y la adaptación al riesgo" de Burbano *et al.* (2021).



ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE COCO
CRITERIO INTEGRIDAD ECOLÓGICA

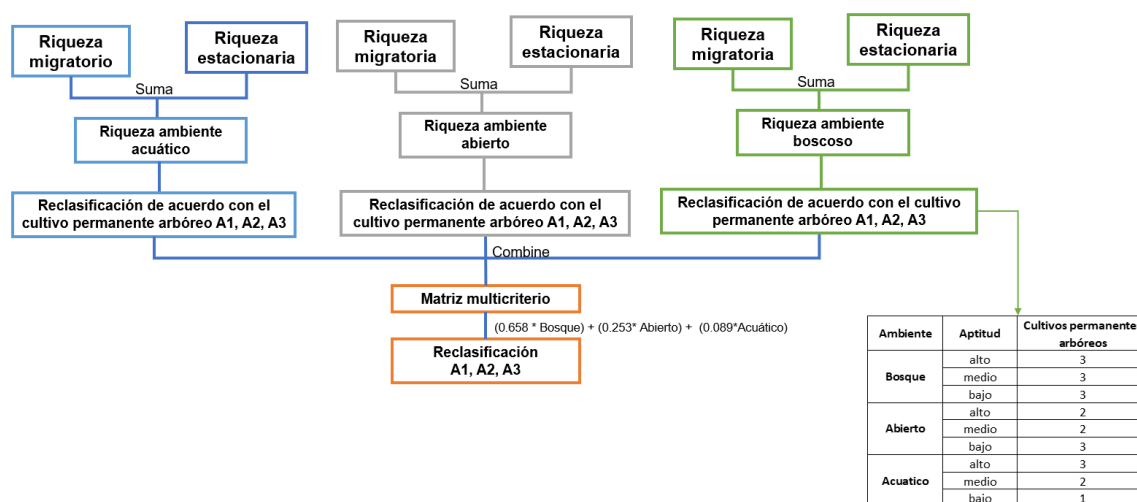




- Áreas críticas (AC) para aves migratorias en paisajes agropecuarios.

A partir de la información producida por Selva (2012), se emplearon las capas relacionadas con riqueza de especies de periodo estacionario y migratorio, asociadas a ambientes acuáticos, abiertos y de bosque. Para los hábitats bosque y acuático se realizó un esquema por *Fuzzy*, donde uno (1) es la menor presencia y tres (3) la mayor. Seguido a esto los tres hábitats se reclasificaron y combinaron. La reclasificación se realizó teniendo en cuenta la implementación de cultivos permanentes arbóreos como el coco, y su afectación en la aptitud de la riqueza.

La siguiente figura ilustra el procedimiento para encontrar la aptitud de acuerdo con la riqueza de especies migratorias asociadas a ambientes acuáticos, abiertos y de bosque, en los periodos migratorio y estacionario, a fin de identificar aquellas áreas que representan ambientes críticos a lo largo de todo el ciclo migratorio.



La consolidación de los diferentes ambientes se realizó mediante matrices multicriterio, las cuales permiten determinar el porcentaje de participación de cada ambiente:

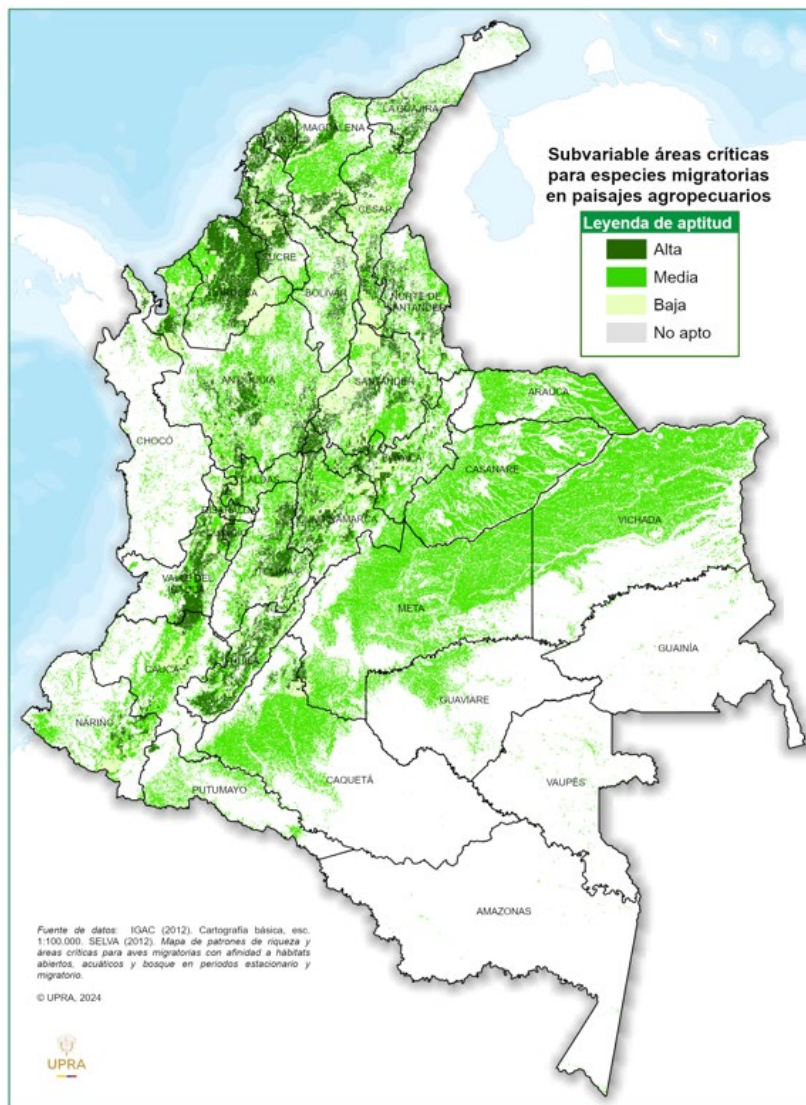
$$\text{Riqueza de especies migratorias} = (0,658 * \text{Bosque}) + (0,253 * \text{Abierto}) + (0,089 * \text{Acuático})$$

Los valores de la riqueza se reclasifican aplicando la herramienta intervalos geométricos de ArcGIS para asignar categorías de aptitud.

Rango	Aptitud
> 2,816	A1
2,676 - 2,816	A2
< 2,676	A3

Representación cartográfica de la subvariable Áreas Críticas (AC) para Aves Migratorias
en Paisajes Agropecuarios

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE COCO
CRITERIO INTEGRIDAD ECOLÓGICA



La integración de toda la información de concentración de especies sensibles relacionada con biodiversidad, evitando redundancias, se realiza a través de matrices multicriterio, obteniendo los siguientes pesos:

$$ACES = 0,5 (APC) + 0,25 (AICAS) + 0,25 (Migratorias)$$

Para aquellas áreas que no presentan información de especies migratorias se manejó la siguiente integración:

$$ACES = 0,7 (APC) + 0,3 (AICAS)$$

Para las áreas que no presentan información de AICAS se manejó la siguiente integración:

$$ACES = 0,7 (APC) + 0,3 (migratorias)$$



RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD									
Se establecieron los siguientes rangos de aptitud para la variable ACES:									
<table><thead><tr><th>Rango</th><th>Aptitud</th></tr></thead><tbody><tr><td>Zonas de muy baja densidad de especies sensibles * Áreas sin identificación o baja presencia de APC * Ausencia de AICAS * Áreas sin importancia para especies migratoria >2,333</td><td>Alta (A1)</td></tr><tr><td>Zonas de baja densidad de especies sensibles * APC con alta presencia de especies sensibles * Ausencia de AICAS * Áreas de importancia moderada o alta para especies migratorias 1,667 – 2,333</td><td>Media (A2)</td></tr><tr><td>Zonas de Moderada, alta y muy alta densidad de especies. * APC con densidad muy alta asociada a coberturas naturales * Presencia de AICAS * Áreas de importancia muy alta para especies migratorias <1,667</td><td>Baja (A3)</td></tr></tbody></table>	Rango	Aptitud	Zonas de muy baja densidad de especies sensibles * Áreas sin identificación o baja presencia de APC * Ausencia de AICAS * Áreas sin importancia para especies migratoria >2,333	Alta (A1)	Zonas de baja densidad de especies sensibles * APC con alta presencia de especies sensibles * Ausencia de AICAS * Áreas de importancia moderada o alta para especies migratorias 1,667 – 2,333	Media (A2)	Zonas de Moderada, alta y muy alta densidad de especies. * APC con densidad muy alta asociada a coberturas naturales * Presencia de AICAS * Áreas de importancia muy alta para especies migratorias <1,667	Baja (A3)	
Rango	Aptitud								
Zonas de muy baja densidad de especies sensibles * Áreas sin identificación o baja presencia de APC * Ausencia de AICAS * Áreas sin importancia para especies migratoria >2,333	Alta (A1)								
Zonas de baja densidad de especies sensibles * APC con alta presencia de especies sensibles * Ausencia de AICAS * Áreas de importancia moderada o alta para especies migratorias 1,667 – 2,333	Media (A2)								
Zonas de Moderada, alta y muy alta densidad de especies. * APC con densidad muy alta asociada a coberturas naturales * Presencia de AICAS * Áreas de importancia muy alta para especies migratorias <1,667	Baja (A3)								
Unidad de análisis	Categorías								
REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE									
<div><p>ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE COCO CRITERIO INTEGRIDAD ECOLÓGICA</p><p>VARIABLE ÁREAS DE CONCENTRACIÓN DE ESPECIES SENSIBLES (ACES)</p><p>Legenda de aptitud</p><ul style="list-style-type: none">AltaMediaBajaNo apto<p><small>Fuente de datos: Birdlife International (2022). Áreas importantes para la Conservación de las aves - AICAS. Iñuri (2021). Áreas prioritarias para la conservación. —(2015). Áreas prioritarias de conservación de la biodiversidad. (adaptación UPRA, 2015). Iñuri (2022). Coberturas de la tierra para el año 2015. esc. 1:100.000. IGAC (2011). Cartografía básica. esc. 1:100.000. SEVIA (2012). Mapa de patrones de riqueza y áreas críticas para aves migratorias con afinidad a hábitats abiertos, acuáticos y bosque en periodos estacional y migratorio. Sinchi (2020). Coberturas de la tierra de la región amazónica 2020. esc. 1:100.000.</small></p><p>© UPRA, 2024</p></div>									

FUENTES DE INFORMACIÓN	
<ul style="list-style-type: none"> Bird Life International (2022). Important bird and biodiversity area (IBA) digital boundaries: March 2022 version. BirdLife International, Cambridge, UK. Burbano, J., Gutiérrez, C., Díaz, J., Molina, M.A., Gómez, B., Rodríguez-Buriticá, S., Suárez-Castro, A.F., Corzo, G., Ramírez, C., Ochoa, J.A. y Londoño, M.C. 2021. Sinergias entre biodiversidad, servicios ecosistémicos, adaptación al riesgo y mitigación del cambio climático. Biodiversidad y Cambio Climático. Instituto Alexander von Humboldt. Franco, A. Devenish, C., Barrero, M. C. y Romero, M. H. (2009). Colombia. En: Devenish, C.; Díaz Fernández, D; Clay, R.; Davidson I. & Yépez Zabala I. (Eds). <i>Important bird areas Americas - priority sites for biodiversity conservation</i>, (pp 135 –148). Quito, BirdLife International (BirdLife Conservation Series No. 16). García - Márquez, J. R.; Moreno I. y Sacharow O. (2012). Modelamiento de áreas críticas para especies migratorias con relación a los agroecosistemas de Colombia. Informe final del Convenio 044 del 2012 entre SELVA y UPRA. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (Sinchi) (2020). Coberturas de la tierra de la región amazónica 2020, escala 1:100.000. Bogotá. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) (2021). Coberturas de la tierra para el año 2018, escala 1:100.000. Bogotá. Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt (IAvH) y Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) (2013). Áreas prioritarias para la conservación. Escala 1:250.000. Investigación para la conservación en el Neotrópico (Selva) (2012). Mapas de modelamiento de áreas críticas para especies migratorias con relación a los agroecosistemas de Colombia. Convenio No. 044 del 2012 entre Selva y UPRA. Bogotá. 	

2.1.4. Variable *Afectación a ecosistemas naturales y seminaturales*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional	
COMPONENTE: Socioecosistémico		
CRITERIO ASOCIADO: Integridad ecológica		
VARIABLE: Afectación a ecosistemas naturales y seminaturales	UNIDAD DE MEDIDA: categorías de concentración de especies sensible	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
En general la variable se basa en la evaluación del estado actual y las vulnerabilidades de los ecosistemas colombianos, con el fin de identificar áreas que hacen parte de la estructura ecológica principal, que deben preservarse, conservarse y restaurarse, debido a que brindan una capacidad de soporte para el desarrollo socioeconómico de la población, basados en la reclasificación de las áreas evaluadas en el trabajo de Etter et al. (2017), en el cual se señala la importancia de evaluar la transformación en los ecosistemas y sus servicios ecosistémicos		



asociados, dado que la conservación de la biodiversidad no debe solo abordar el componente biótico, sino que también debe considerar el impacto sobre los sistemas ecológicos.

Para el caso de coco, se ha reportado una afectación considerable en los bosques de mangle que son reemplazados por este cultivo, lo cual ha ocasionado una erosión acelerada del litoral (Ministerio del Medio Ambiente, 2002) con una considerable pérdida de biodiversidad y por en, de los servicios ecosistémicos ofrecidos por este ecosistema

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL SISTEMA PRODUCTIVO

La variable permite identificar el estado actual y las vulnerabilidades de los ecosistemas colombianos, dada la potencial pérdida de biodiversidad que ocasiona el deterioro de ecosistemas que favorecen el desarrollo de procesos ecológicos esenciales, necesarios para sustentar la vida (Etter et al., 2017). Dicho deterioro es el resultado de la expansión de la frontera agrícola y la reducida conservación de las remanentes de ecosistemas importantes que se encuentran dentro de mosaicos de paisaje rural. Por tanto, se considera que áreas de especial importancia biológica y ecológica, se definirán con categorías altas de amenaza con el fin de garantizar su conservación.

Adicionalmente la variable otorga una calificación de conservación (aptitud baja) a los ecosistemas estratégicos, los cuales juegan un papel fundamental en el sostenimiento de procesos naturales, sociales y ecológicos, puesto que 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).

Se consideran como ecosistemas estratégicos manglares, humedales Ramsar, bosque seco, lagunas, ciénagas, drenajes dobles, madre viejas y morichales.

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. Son definidos como ecosistemas de zonas costeras en los que se relacionan especies arbóreas de diferentes familias denominadas mangle, con otras plantas, con animales que allí habitan permanentemente o durante algunas fases de su vida, y con las aguas, los suelos y otros componentes del ambiente (Resolución 1602 de 1995 del MinAmbiente). Para su conservación el MinAmbiente desarrolló el Programa Nacional para el uso sostenible, manejo y conservación de los ecosistemas de manglar, en el año 2002.

En estos ecosistemas se prohíbe cualquier obra, industria o actividad que se localice al interior de su área, y que destruya su cobertura forestal o altere los procesos ecológicos del ecosistema, exceptuando las labores comunitarias de acuicultura artesanal que no causen detrimento al manglar, y que sean debidamente aprobadas por las entidades administrativas de los recursos naturales competentes (Resolución 1602 de 1995 de MinAmbiente).

De acuerdo con Quintana (2013), la producción nacional del coco se desarrolla principalmente en ecorregiones de selva húmeda tropical del Chocó Biogeográfico, en la franja que corresponde

a los ecosistemas de guandal, firmes de natal, manglar y algunas zonas aledañas de vegas, playas y terrazas de influencia marina. Lo anterior, ha ocasionado una erosión acelerada del litoral y pérdida considerable de los ecosistemas de mangle (Ministerio del Medio Ambiente, 2002).

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 el 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 y disponibilidad del recurso hídrico en un área determinada.

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 y/o actividad pecuaria.

Este ecosistema hace parte de las zonas secas donde dominan especies con características morfofisiológicas con notable adaptación a la sequía. En estas zonas las sequías son pronunciadas (baja humedad atmosférica) y la evapotranspiración potencial es alta, a menudo asociada con escasez de nutrientes en el suelo. Estas zonas están sufriendo una rápida pérdida, fragmentación y degradación de sus ecosistemas, por ello MinAmbiente desarrolló el “Plan de Acción Nacional de lucha contra la Desertificación y la Sequía (PAN) 2005”, a través del cual se busca adelantar acciones para el manejo sostenible de los ecosistemas de las zonas secas, así como la aplicación de medidas prácticas que permitan prevenir, detener y revertir procesos degradativos y contribuir al desarrollo sostenible de las zonas afectadas.

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

El insumo base corresponde al trabajo de Etter et al. (2017) que en su momento representaba el estado y la vulnerabilidad de los ecosistemas, producto de la expansión histórica de la frontera agrícola y el bajo nivel de conservación de áreas remanentes de estos ecosistemas en los mosaicos de los paisajes rurales del país.

Dado que la herramienta de Lista Roja de Ecosistemas (LRE), planteada por los autores considera también amenazas derivadas al cambio climático, es de esperarse que la información contenida en la capa requiere actualización.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La variable se espacializó mediante la reclasificación del mapa del Estado de conservación de los ecosistemas (UICN) del estudio de Etter et al. (2017), considerando que los polígonos con estado de vulnerabilidad Crítico (CR) y en peligro (EN) se dejan en aptitud A3, estado Vulnerable (VU) y preocupación menor (LC) se califican con aptitud media A2 y las Áreas transformadas, agrícolas y artificiales que no presentan calificación de riesgo se dejan en aptitud alta A1.



Adicionalmente, ecosistemas estratégicos como manglares, humedales Ramsar, bosque seco, lagunas, ciénagas, drenajes dobles, madre viejas y morichales se clasifican en aptitud baja A3, dada su importancia en la prestación de servicios ecosistémicos y la potencial amenaza que presentan actualmente.									
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD									
Calificación de la variable Afectación a ecosistemas naturales y seminaturales									
<table><tr><th>Descripción</th><th>Aptitud</th></tr><tr><td>Áreas transformadas, agrícolas y artificiales sin calificación de riesgo</td><td>Alta (A1)</td></tr><tr><td>Estado de conservación vulnerable (VU) y preocupación menor (LC)</td><td>Media (A2)</td></tr><tr><td>Estado de conservación crítico (CR) y en peligro (EN). Ecosistemas estratégicos (manglares, humedales Ramsar, bosque seco, lagunas, ciénagas, drenajes dobles, madres viejas, morichales)</td><td>Baja (A3)</td></tr></table>		Descripción	Aptitud	Áreas transformadas, agrícolas y artificiales sin calificación de riesgo	Alta (A1)	Estado de conservación vulnerable (VU) y preocupación menor (LC)	Media (A2)	Estado de conservación crítico (CR) y en peligro (EN). Ecosistemas estratégicos (manglares, humedales Ramsar, bosque seco, lagunas, ciénagas, drenajes dobles, madres viejas, morichales)	Baja (A3)
Descripción	Aptitud								
Áreas transformadas, agrícolas y artificiales sin calificación de riesgo	Alta (A1)								
Estado de conservación vulnerable (VU) y preocupación menor (LC)	Media (A2)								
Estado de conservación crítico (CR) y en peligro (EN). Ecosistemas estratégicos (manglares, humedales Ramsar, bosque seco, lagunas, ciénagas, drenajes dobles, madres viejas, morichales)	Baja (A3)								
Unidad de análisis	Polígonos del Estado de conservación de los ecosistemas y ecosistemas estratégicos (manglares, humedales Ramsar, bosque seco, lagunas, ciénagas, drenajes dobles, madres viejas, morichales)								
REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE									
<div><p>ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE COCO CRITERIO INTEGRIDAD ECOLÓGICA</p><p>VARIABLE AFECTACIÓN A ECOSISTEMAS NATURALES Y SEMINATURALES</p><p>Legenda de aptitud</p><ul style="list-style-type: none">AltaMediaBajaNo apto<p><small>Fuente de datos: Conservación Internacional (2017). Estado de los ecosistemas colombiano. Aplicación de la metodología de lista roja de ecosistemas. V2. Jainti (2014). Mapa de bosque Seco Tropical, esc. 1:100.000. IGAC. (2012). Cartografía básica de Colombia, esc. 1:100.000. (2022). Cartografía básica de Colombia. Cuerpos de agua. Hombros (2015). Manglares (adaptación UPRA, 2015). (2024). Humedales Ramsar. © UPRA, 2024</small></p></div>									

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Etter, A.; Andrade, A.; Saavedra K.; Amaya, P. y Arévalo, P. (2017). Estado de los Ecosistemas Colombianos: una aplicación de la metodología de la Lista Roja de Ecosistemas (Vers 2.0). Informe Final. Pontificia Universidad Javeriana y Conservación Internacional Colombia. Bogotá. 138 p.
- Leadley, P.W., Krug, C.B., Alkemade, R., Pereira, H.M., Sumaila U.R., Walpole, M., Marques, A., Newbold, T., Teh, L.S.L, van Kolck, J., Bellard, C., Januchowski-Hartley, S.R. y P.J Mumby. (2014). Progress towards the Aichi Biodiversity Targets: An Assessment of Biodiversity Trends, Policy Scenarios and Key Actions. (Technical Series 78, 500 pp.). Montreal, Canada: Secretariat of the Convention on Biological Diversity.
- Márquez, C., G. (2003). Ecosistemas estratégicos de Colombia. Sociedad Geográfica de Colombia. Cultivo de coco <http://www.sogeocol.edu.co/documentos/07ecos.pdf>.
- (MEA) Millennium Ecosystem Assessment. (2005). Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Washington, DC.: Island Press
- Ministerio del Medio Ambiente. MA. (2002). Uso sostenible, manejo y conservación de los Ecosistemas de Manglar en Colombia. Dirección general de ecosistemas.
- Norris, K. (2008). Agriculture and biodiversity conservation: opportunity knocks. Conservation Letters 1(1):2-11.
- Quintana, C.A. (2013). Cadena Nacional del Coco de Colombia. Acuerdo de competitividad 2013.
- Tilman, D., Reich, P.B. and J.M.H. Knops. (2006). Biodiversity and ecosystem stability in a decade-long grassland experiment. Nature 441, 629–632.



2.2. Criterio *Cambio de cobertura*

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i>) para el mercado nacional	
COMPONENTE: Socioecosistémico		
CRITERIO: Cambio de cobertura		
TIPO DE CRITERIO	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
No contiene variables, se basa en la clasificación <i>Corine Land Cover</i> (CLC) adaptada para Colombia (Ideam, 2021) y biomas de Colombia. La unidad de medida corresponde a la categoría de favorabilidad del cambio de cobertura para el establecimiento del cultivo de coco.		
DEFINICIÓN		
<p>La cobertura de la tierra puede definirse como el recubrimiento biofísico que se observa sobre la superficie de la tierra (Di Gregorio, 2005) y describe la vegetación y elementos antrópicos existentes sobre esta.</p> <p>La cobertura de la tierra y los cambios que ocurren dentro de ella, son fundamentales para un gran número de procesos físicos del cambio global. Este criterio es relevante para determinar la aptitud del territorio, debido a que es el resultado de la interacción de una serie de factores físicos, económicos, tecnológicos, institucionales y culturales que operan en diferentes escalas espaciales y temporales y que se correlacionan con procesos que ocurren a nivel de los ecosistemas y las poblaciones biológicas; cualquier tipo de cambio de cobertura que ocurra por diversas actividades humanas, inciden en cambios en la productividad primaria, la diversidad biótica, la sedimentación, los flujos de materia y energía en los ecosistemas incluyendo las emisiones de gases de efecto de invernadero y el ciclo hidrológico (Lambin y Geist 2006, Di Gregorio, 2005); es decir, las coberturas son el resultado de la asociación espacio-temporal de elementos naturales y sociales característicos.</p> <p>Este criterio determina la aptitud del territorio al cambio de cobertura existente producido por el establecimiento del cultivo de coco, determinando la favorabilidad o no del cambio de la cobertura, en el marco de la sostenibilidad del territorio, bajo los principios que se mencionan a continuación:</p> <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 PARA EL SISTEMA PRODUCTIVO		
Permite identificar áreas con vegetación natural sujeta a exclusiones y áreas transformadas donde es favorable establecer el cultivo de coco, bajo una visión integral del territorio, identificando las zonas donde el cambio propuesto genera menor y mayor impacto en la dinámica ecológica.		

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

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

A. Coberturas naturales y territorios artificiales que son incompatibles con el TUT:

1.1.1. Tejido urbano continuo	1.4.1.6. Rondas de cuerpos de agua de zonas urbanas	3.2.1.1.2.3. Arracachal
1.1.2. Tejido urbano discontinuo	1.4.2. Instalaciones recreativas	3.2.1.2.1. Herbazal abierto arenoso
1.2.1. Zonas industriales o comerciales	1.4.2.1. Áreas culturales	3.2.1.2.2. Herbazal abierto rocoso
1.2.1.1. Zonas industriales	1.4.2.2. Áreas deportivas	3.2.2.1. Arbustal denso
1.2.1.2. Zonas comerciales	1.4.2.3. Áreas turísticas	3.2.2.2. Arbustal abierto
1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	3.1.1.1.1. Bosque denso alto de tierra firme	3.2.2.2.2. Arbustal abierto mesófilo
1.2.2.1. Red vial y territorios asociados	3.1.1.1.2. Bosque denso alto inundable	3.2.3.1. Vegetación secundaria alta
1.2.3. Zonas portuarias	3.1.1.1.2.1. Bosque denso alto inundable heterogéneo	3.3.1. Zonas arenosas naturales
1.2.3.1. Zonas portuarias fluviales	3.1.1.1.2.2. Manglar denso alto	3.3.1.1. Playas
1.2.4. Aeropuertos	3.1.1.1.2.3. Palmares	3.3.1.2. Arenales
1.2.4.1. Aeropuerto con infraestructura asociada	3.1.1.2.1. Bosque denso bajo de tierra firme	3.3.1.3. Campos de dunas
1.2.4.2. Aeropuerto sin infraestructura asociada	3.1.1.2.2. Bosque denso bajo inundable	3.3.2. Afloramientos rocosos
1.2.5. Obras hidráulicas	3.1.2.1.1. Bosque abierto alto de tierra firme	4.1.1. Zonas pantanosas
1.3.1. Zonas de extracción minera	3.1.2.1.2. Bosque abierto alto inundable	4.1.2. Turberas
1.3.1.1. Otras explotaciones mineras	3.1.2.2.1. Bosque abierto bajo de tierra firme	4.1.3. Vegetación acuática sobre cuerpos de agua
1.3.1.2. Explotación de hidrocarburos	3.1.2.2.2. Bosque abierto bajo inundable	4.2.1. Pantanos costeros
1.3.1.3. Explotación de carbón	3.1.3. Bosque fragmentado	4.2.2. Salitral
1.3.1.4. Explotación de oro	3.1.3.1. Bosque fragmentado con pastos y cultivos	4.2.3. Sedimentos expuestos en bajamar
1.3.1.5. Explotación de materiales de construcción	3.1.3.2. Bosque fragmentado con vegetación secundaria	5.1.1. Ríos
1.3.1.6. Explotación de sal	3.1.4. Bosque de galería y ripario	5.2.1. Lagunas costeras



1.3.2. Zona de disposición de residuos	3.2.1.1.1.1. Herbazal denso de tierra firme no arbolado	5.2.3. Estanques para acuicultura marina
1.3.2.1. Otros sitios de disposición de residuos a cielo abierto	3.2.1.1.1.2. Herbazal denso de tierra firme arbolado	5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales
1.3.2.4. Relleno sanitario	3.2.1.1.1.3. Herbazal denso de tierra firme con arbustos	5.1.3. Canales
1.4.1. Zonas verdes urbanas	3.2.1.1.2. Herbazal denso inundable	5.1.4. Cuerpos de agua artificiales
1.4.1.1. Otras zonas verdes urbanas	3.2.1.1.2.1. Herbazal denso inundable no arbolado	5.1.4.1. Embalses
1.4.1.2. Parques cementerio	3.2.1.1.2.2. Herbazal denso inundable arbolado	5.1.4.3. Estanques para acuicultura continental

B. Se excluyen las coberturas asociadas al bioma insular del Caribe

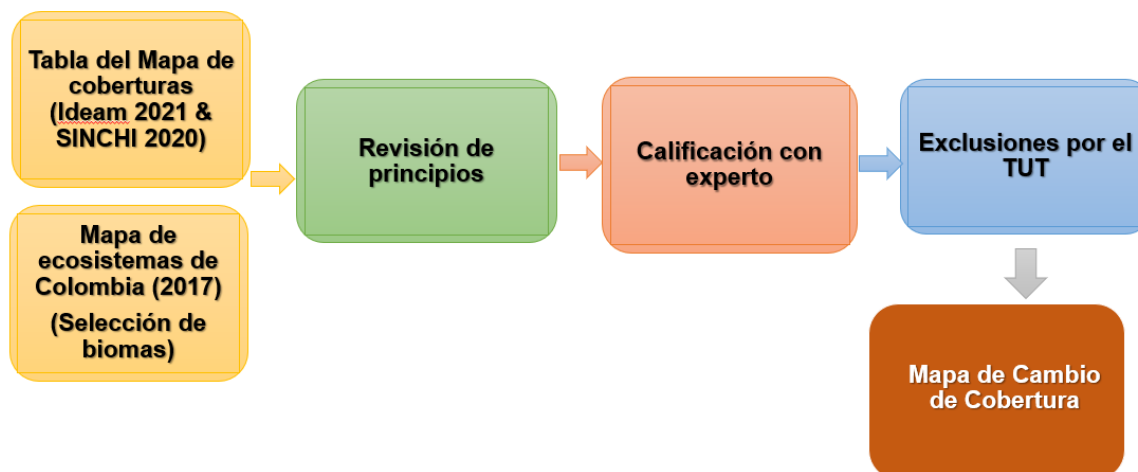
LIMITANTES PARA LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

Los limitantes se relacionan con la información básica a través de la cual se construyó este criterio, en primera instancia la "Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia", permite determinar la ocupación del suelo con información clave para el análisis espacial y territorial, sin embargo, ésta engloba las coberturas de forma muy general, con la consiguiente pérdida de información que ello supone para la gestión del territorio a escala regional (Aguilera et al., 2009).

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

El criterio se construyó a partir de la reclasificación de la «*Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia*», la cual proporciona las características temáticas de cobertura y uso de la tierra del país. Está requiere el conocimiento de sus recursos naturales, la evaluación de las formas de ocupación y apropiación del espacio geográfico, así como la actualización permanente de la información, facilitando así los procesos de seguimiento de los cambios y la evaluación de la dinámica de las coberturas terrestres (Ideam, 2010).

Para la construcción de este criterio también se hace uso de la información referente a biomas desarrollada en el *Mapa Nacional de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia* (Ideam et al., 2017), a través de este análisis se califica la aptitud de cada una de las coberturas de acuerdo con el bioma en donde se localizan, como se observa en el esquema metodológico. Ambas fuentes de información se trabajan con una escala 1:100.000.

Figura 1. Esquema metodológico del criterio *Cambio de cobertura*

El procesamiento incluye una unión de los insumos cartográficos nombrados con anterioridad, lo cual permite obtener polígonos de cobertura-bioma, que posteriormente son categorizados de acuerdo con su aptitud. Este procedimiento implica analizar las características de cada bioma y su importancia ambiental, así como las cualidades de cada tipo de cobertura, con el fin de determinar el grado de aptitud o establecer si por sus características ambientales (sensibilidad, singularidad, rareza y distribución geográfica), hacen favorable o no el establecimiento del cultivo de coco.

La calificación de las unidades de cobertura-bioma se muestra en la siguiente tabla:

Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)
211 Otros cultivos transitorios	222 Cultivos permanentes arbustivos	215 Tubérculos
212 Cereales	223 Cultivos permanentes arbóreos	225 Cultivos confinados
213 Oleaginosas y leguminosas	224 Cultivos agroforestales	241 Mosaico de cultivos
214 Hortalizas	242 Mosaico de pastos y cultivos	243 Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales
215 Tubérculos	244 Mosaico de pastos con espacios naturales	334 Zonas quemadas
221 Cultivos permanentes herbáceos	245 Mosaico de cultivos con espacios naturales	2151 Papa
231 Pastos limpios	315 Plantación forestal	2223 Cacao
232 Pastos arbolados	2221 Otros cultivos permanentes arbustivos	3152 Plantación de latifoliadas
233 Pastos enmalezados	2222 Café	321111 Herbazal denso de tierra firme no arbolado
334 Zonas quemadas	2223 Cacao	
2121 Arroz	2224 Viñedos	
2122 Maíz	2231 Otros cultivos permanentes arbóreos	
2123 Sorgo	2233 Cítricos	
2131 Algodón	2234 Mango	
2134 Soya	2241 Pastos y árboles plantados	



2141 Cebolla	2242 Cultivos y árboles plantados	
2211 Otros cultivos permanentes herbáceos	3151 Plantación de coníferas	
2212 Caña	3152 Plantación de latifoliadas	
2213 Plátano y banano		
2232 Palma de aceite		
2241 Pastos y árboles plantados		
22121 Caña de azúcar		
22122 Caña panelera		

En lo referente a las coberturas naturales, una vez interpretada la reclasificación coberturas-biomas, se estableció que los herbazales densos de tierra firme no arbolados en algunos casos puntuales no son totalmente excluyentes y pueden ser áreas con alguna categoría de aptitud. Por lo tanto, se calificaron con aptitud baja (A3) los herbazales densos de tierra firme no arbolados localizados en los biomas:

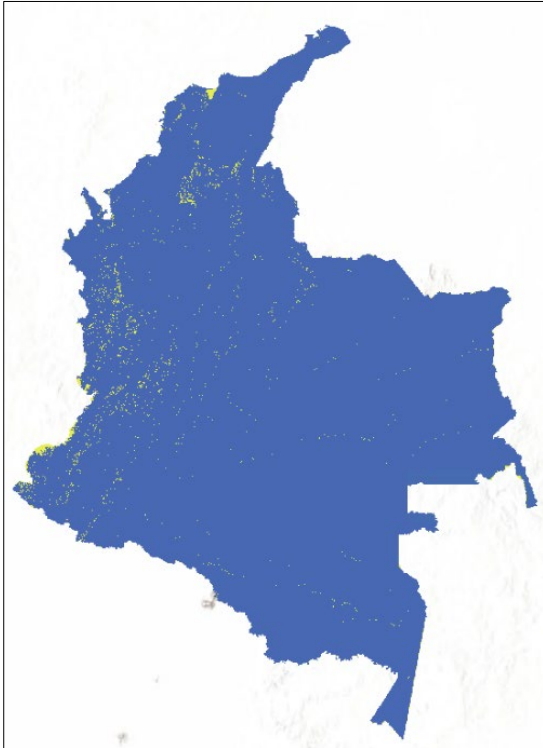
Helobiomas de la Amazonia y Orinoquia, Helobiomas del Pacífico y Atrato, Helobiomas del Valle del Cauca, Litobiomas de la Amazonia y Orinoquia, Orobioma bajo de Santa Marta y Macuira, Orobiomas bajos de los Andes, Peinobiomas de la Amazonia y Orinoquia, Zonobioma alternohígrico y/o subxerofítico tropical del Alto Magdalena, Zonobioma húmedo tropical de la Amazonia y Orinoquia, Zonobioma húmedo tropical del Magdalena y Caribe, Zonobioma húmedo tropical del Pacífico y Atrato, Zonobioma seco tropical del Caribe.

También se calificaron en A3 los herbazal denso inundable no arbolado y herbazal denso inundable arbolado, localizados en los biomas helobiomas de la Amazonia y Orinoquia, litobiomas de la Amazonia y Orinoquia, peinobiomas de la Amazonia y Orinoquia, zonobioma húmedo tropical de la Amazonia y Orinoquia.

Adicionalmente, con el fin de ajustar las zonas del Pacífico colombiano que presentan cultivos de coco, se elaboró un modelo de distribución potencial del cultivo, mediante la herramienta MAXENT, considerando los polígonos asociados a la existencia de cultivos de las zonificaciones de plátano y coco, dada la estrecha relación de estos cultivos, y la información espectral de la imagen Landsat 2022 que cubre el territorio nacional, tomando como covariables cada una de las bandas.

Adicionalmente, se consideraron los puntos relacionados con las "Actividades Georreferenciadas de Inspección y Vigilancia.xlsx" y "Información georreferenciada Red de Monitoreo Coco 2024.xlsx" del ICA, que contienen los lugares de producción de coco, para el periodo comprendido entre los años 2019 y 2024 y la red de monitoreo de plagas de control oficial para el cultivo de coco, entre los meses de febrero y julio de 2024.

Una vez obtenido el modelo de distribución de MAXENT, se seleccionaron los pixel con probabilidad de ocurrencia superior a 97.5% localizados en los departamentos de Antioquia, Chocó, Valle del Cauca, Cauca y Nariño, que se encuentren fuera de las zonas de Manglares.



Probabilidad de ocurrencia de cultivos de coco mayor a 97.5%
(Modelo de distribución MAXENT)

Estos pixeles se interceptaron con los polígonos que cuentan con calificación de cambio de cobertura y aquellos que ya presentaban calificación de aptitud se ajustaron a aptitud A1, por el contrario, aquellos pixeles que se encontraban en exclusión técnica se calificaron con aptitud A3.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los siguientes son los rangos de aptitud aplicados para el criterio

Descripción	Aptitud
Zonas de alta favorabilidad para el establecimiento de cultivos de coco, donde predominan las áreas de pastos limpios, arbolados y enmalezados, los cultivos transitorios dedicados para la producción de alimentos como cereales, maíz, arroz, hortalizas, papa, cultivos dedicados a la producción industrial como caña, algodón, palma de aceite, zonas quemadas y cultivos permanentes herbáceos.	Alta (A1)
Zonas de moderada favorabilidad para el establecimiento de cultivos de coco, donde predominan, mosaicos de pastos y cultivos, mosaicos de pastos con espacios naturales, mosaicos de cultivos con espacios naturales, café, cacao, cultivos permanentes arbóreos y arbustivos y plantaciones forestales	Media (A2)
Zonas con favorabilidad baja para el establecimiento de cultivos de coco, donde predominan cultivos confinados, mosaicos de cultivos, pastos y espacios naturales; mosaicos de cultivos, algunos cultivos dedicados a la producción de alimentos humanos; también agrupa algunas unidades de coberturas naturales que pueden ser marginalmente aptas como los herbazales densos de tierra firme no arbolados y zonas del pacifico colombiano con probabilidad de ocurrencia de coco superior a 97.5%.	Baja (A3)
Zonas no favorables para el establecimiento de cultivos de coco, están referidas principalmente a las coberturas naturales y seminaturales, áreas húmedas, las superficies de agua y los territorios artificializados.	No apto (N1)

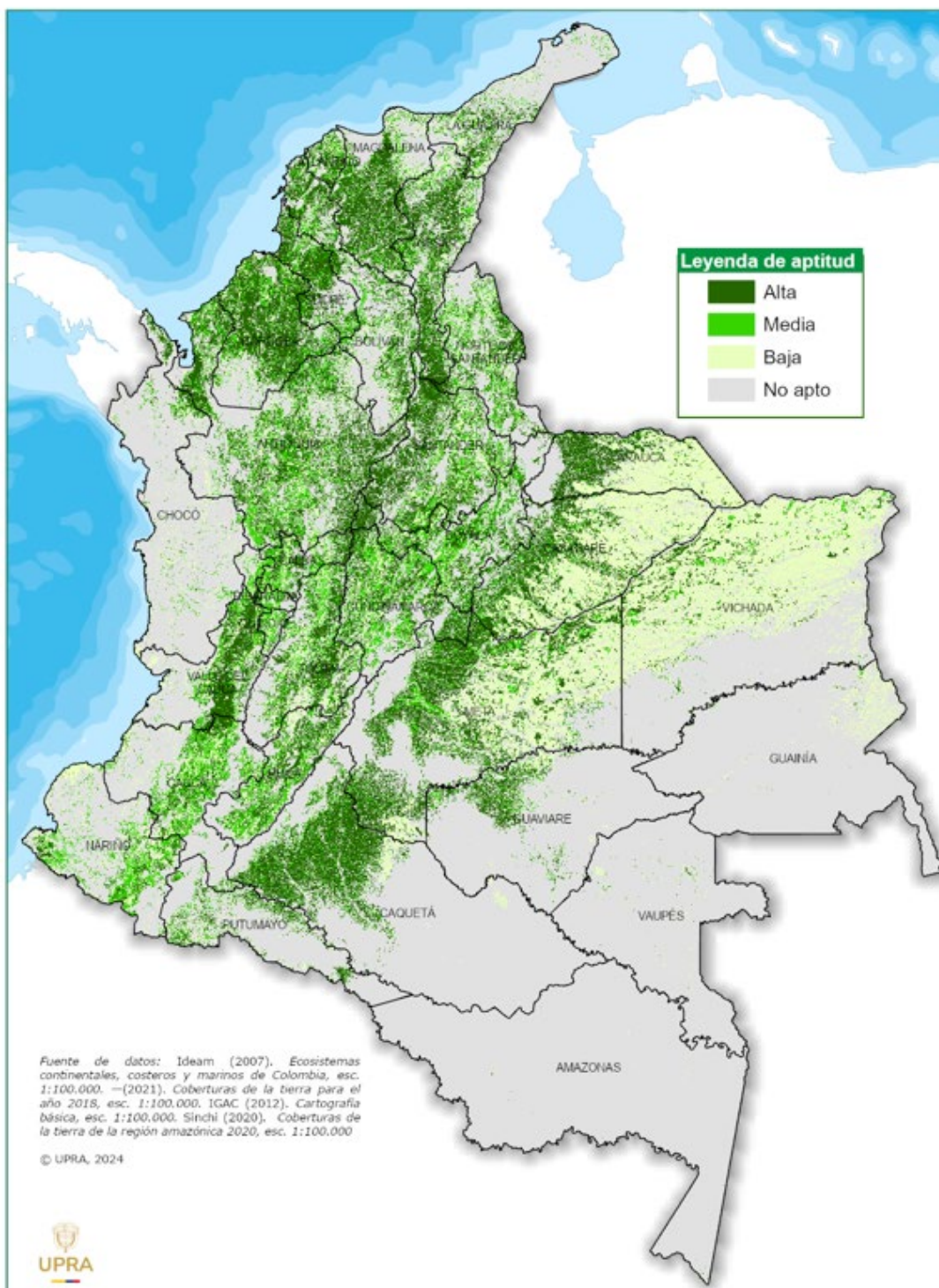


Unidad de análisis

Polígonos de coberturas Corine Land Cover

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE COCO CRITERIO CAMBIO DE COBERTURA



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Di Gregorio, A. 2005. Sistema de Clasificación de la Cobertura de la Tierra. Conceptos de Clasificación y manual para el usuario. Roma, Italia: Food and Agriculture Organizations of the United Nations, 2005.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) 2010. Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá, D. C., 72p
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam), IGAC, IAvH, Invemar, I. Sinchi e IIAP. 2015. Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico Jhon Von Neumann, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives De Andreis e Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi. Bogotá, D. C, 276 p. + 37 hojas cartográficas.
- Lambin, E. & Gesit, H. 2006. Land-Use and Land-Cover Change: Local Processes and Global Impacts. Springer-Verlag Berlín.

234

2.3. Criterio *Apropiación de agua*

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional	
COMPONENTE: Socioecosistémico		
CRITERIO: Criterio apropiación de agua		
TIPO DE CRITERIO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
<ul style="list-style-type: none">• Diferencia de uso consuntivo, expresada en Millones de m³.• Balance oferta-demanda hídrica, expresada en Millones de m³.		
DEFINICIÓN		
<p>Representa la cantidad de agua que es retenida del flujo de la cuenca y el agua lluvia, para satisfacer la demanda del cultivo de coco tanto para su crecimiento, como materia prima para el sustento y producción de las plantas.</p> <p>En el balance hídrico de la cuenca una parte del agua captada por las plantas queda contenida en la biomasa, otra parte retorna a la cuenca (excesos o menores rendimientos de aprovechamiento de agua), y otra se pierde bien porque queda contenida en el producto que se exporta de la misma para su aprovechamiento o por vía evapotranspiración de los cultivos.</p> <p>Así, entre mayor sea la demanda del cultivo de coco, 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>		

**IMPORTANCIA DEL CRITERIO PARA EL SISTEMA PRODUCTIVO**

Permite estimar la sostenibilidad hídrica de la unidad geográfica de análisis (polígonos de evapotranspiración de referencia (ET_o) x subzona hidrográfica (SZH)) en el escenario de establecimiento del cultivo de coco. De esta forma, es posible identificar, si dada la capacidad hídrica de la SZH se configura un riesgo para el abastecimiento del cultivo, o si su establecimiento entra en competencia con los ecosistemas, agrosistemas y demás usos existentes a su interior.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

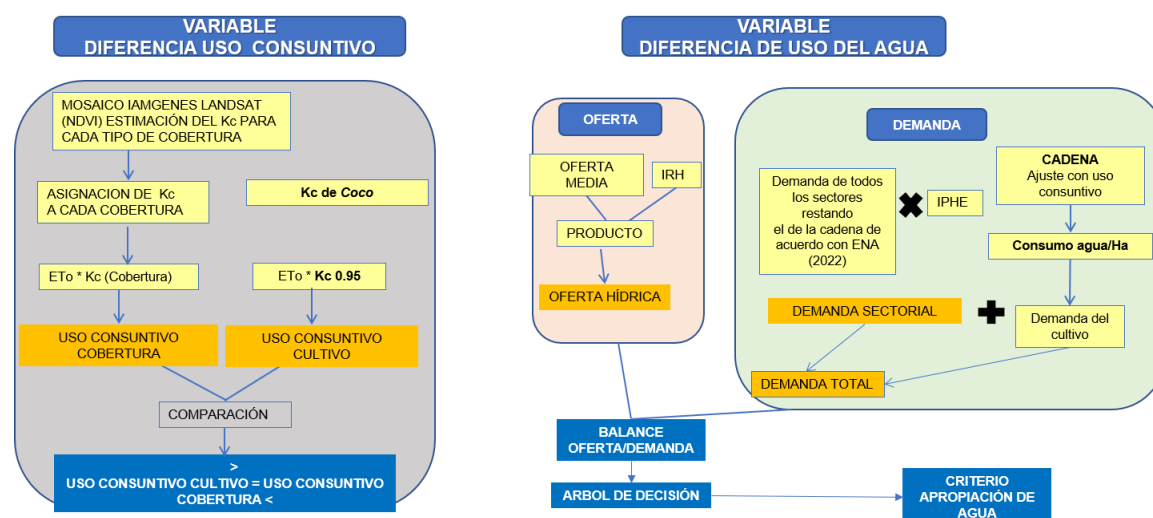
No hay valores de exclusión, ninguna variable presenta límites que califiquen zonas del territorio nacional como no aptas (N1).

LIMITANTES PARA LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

Los consumos de agua corresponden a datos teóricos estimados. Para la estimación del componente de diferencia de uso consuntivo se determinó el K_c de las coberturas actuales haciendo uso del mosaico de la mediana de las imágenes Landsat del año 2022, las cuales tienen como mayor limitante la resolución espacial y la temporalidad.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

El criterio está compuesto por dos variables, la diferencia del uso consuntivo y la diferencia de uso del agua



Donde:

CLC: Corine Land Cover,

K_c: coeficiente del cultivo,

IRH: índice de regulación hídrica,

IPHE: índice de presión hídrica de los ecosistemas.

De acuerdo con el Ideam (2010) el uso consuntivo se refiere al requerimiento de agua para el crecimiento adecuado de las plantas; para su cálculo se parte del valor de evapotranspiración y el coeficiente del cultivo (K_c); por lo tanto, la variable de la diferencia de uso consuntivo está referida a la comparación del K_c de las coberturas actuales multiplicado por la evapotranspiración de referencia y el K_c del potencial cultivo de coco, a nivel del territorio nacional, multiplicado igualmente por la evapotranspiración de referencia.

De acuerdo con lo anterior, es posible realizar una comparación entre la evapotranspiración de las coberturas actuales y las de un cultivo de coco. Si el dato de la relación es mayor a 0 representa que la evapotranspiración del cultivo es más alta que la de la cobertura actual, por lo cual es mejor continuar con la cobertura actual; si el dato de la relación es menor a 0 es porque es menor la evapotranspiración del cultivo en relación con la cobertura actual, por lo cual un cambio de la cobertura actual por el cultivo de coco sería favorable. Hay un rango intermedio alrededor del 0, donde la variación no es grande, donde las dos coberturas tienen similares evapotranspiraciones.

Posteriormente se adiciona la demanda hídrica del cultivo de coco, teniendo en cuenta el K_c descrito en la variable de diferencia de uso consuntivo, llevando el dato de milímetros (mm) a litros por ha mediante la superposición por subzonas hidrográficas, y ajustando con el valor de área potencialmente apta para el cultivo, de acuerdo con el resultado del mapa del criterio de cambio de cobertura. Esta demanda se multiplica por el índice de presión de los ecosistemas, para considerar la demanda requerida por los ecosistemas para su sostenibilidad. En general, la diferencia del uso del agua en este caso corresponderá a la diferencia entre la oferta y la demanda total.

Finalmente, con los resultados del índice de uso del agua y la diferencia de uso consuntivo, se establece la aptitud por apropiación de agua para el cultivo, para lo cual se utilizó un árbol de decisión que involucra estas dos variables, como se muestra a continuación:

Diferencia de uso del agua	Diferencia uso consuntivo	aptitud Apropiación de agua
A1	A1	A1
	A2	A1
	A3	A2
A2	A1	A1
	A2	A2
	A3	A3
A3	A1	A2
	A2	A3
	A3	A3

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 $E_{To} \times SZH$ 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 los cuales el establecimiento del cultivo de coco pueda 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: diferencia de uso consuntivo y diferencia de uso de agua por el cultivo.

Se aclara que no se realiza comparación con las coberturas naturales, por tanto, estas áreas se mantienen en aptitud baja (A3).



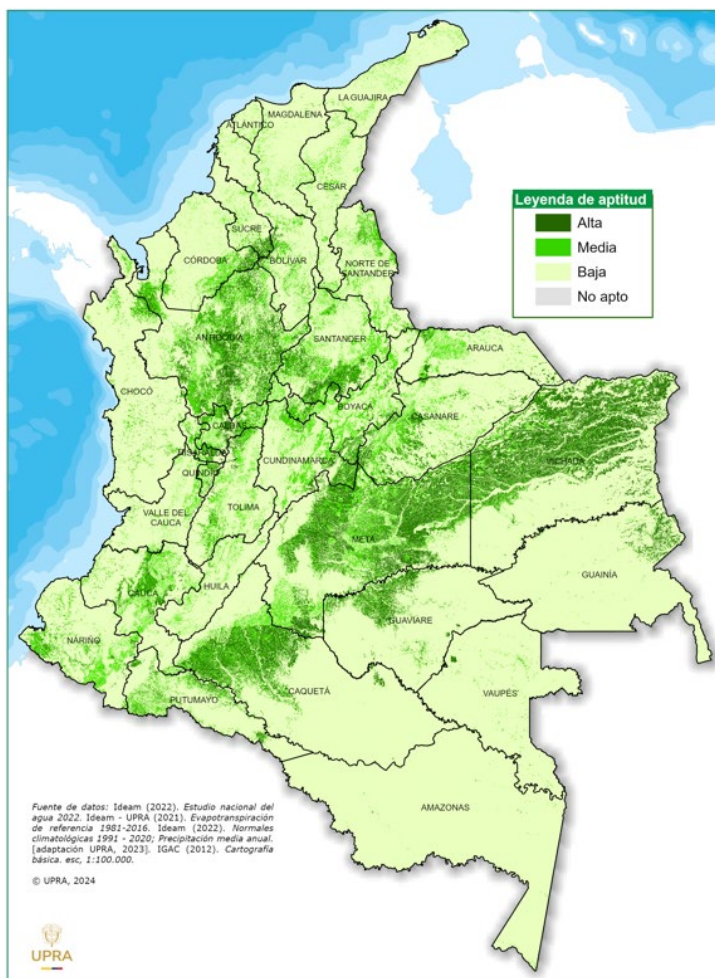
Rango de variación de la aptitud por el criterio Apropiación de agua para el cultivo de coco		
Descripción	Rango de variación	Aptitud
Zonas con sostenibilidad hídrica alta para el abastecimiento de la demanda del cultivo de coco y los usos preexistentes. Puede implicar niveles bajos de riesgo hídrico 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)
Zonas con sostenibilidad hídrica moderada para el abastecimiento de la demanda del cultivo de coco 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)
Zonas con sostenibilidad hídrica baja o nula para el abastecimiento de la demanda del cultivo de coco 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)

Unidad de análisis

Polígono de cobertura y pixel de 30 m

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE COCO CRITERIO APROPIACIÓN DE AGUA



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (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 de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) (2018). Estudio Nacional del Agua, 2018. Bogotá.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) (2021). Estudio Nacional del Agua, 2021. Bogotá.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) (2012). Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2005-2009, escala 1:100.000. Bogotá.

2.3.1. Variable *Diferencia de uso consuntivo*

238

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional	
COMPONENTE: Socioecosistémico		
CRITERIO ASOCIADO: Apropiación de agua		
VARIABLE: Diferencia de uso consuntivo		UNIDAD DE MEDIDA: Millones de m ³
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
<p>De acuerdo con el Ideam (2010) el uso consuntivo corresponde al requerimiento de agua neta para el establecimiento de un cultivo, partiendo del agua contenida en el suelo y que está disponible para la cobertura vegetal, es decir, para esta variable no se tiene en cuenta el agua que alimenta los acuíferos superficiales o subterráneos (UPRA, 2016).</p>		
<p>Según la FAO (2019), este uso consuntivo abarca la totalidad de agua requerida por un cultivo determinado para realizar la evapotranspiración y la construcción celular, desde la siembra hasta la cosecha, en un régimen climático específico. La variable analiza la relación entre el uso consuntivo de los cultivos de coco y las otras coberturas vegetales</p>		
<p>La FAO (2006) define la evapotranspiración como la relación entre la evaporación y la transpiración. La evaporación entendida como evaporación directa del agua del suelo y la transpiración asociada a la vaporización del agua contenida en los tejidos vegetales. El cálculo de la evapotranspiración propia de la cobertura y del cultivo de coco, mediante la determinación del uso consuntivo, permite estimar el requerimiento de agua por parte de estas coberturas vegetales</p>		
<p>La variable está referida a la comparación entre la evapotranspiración de las coberturas actuales y la evapotranspiración de un cultivo de coco. Lo que se pretende evaluar es la sostenibilidad del territorio con relación a la evapotranspiración, si es mejor mantener las coberturas actuales o eventualmente, sería mejor tener un cultivo como el de coco. Esta evaluación analiza la</p>		



sostenibilidad del territorio con relación a la evapotranspiración, y a la acumulación y disponibilidad natural del agua.

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

En el análisis de esta variable, no se presenta ningún límite que califique zonas del territorio nacional como no aptas (N1).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

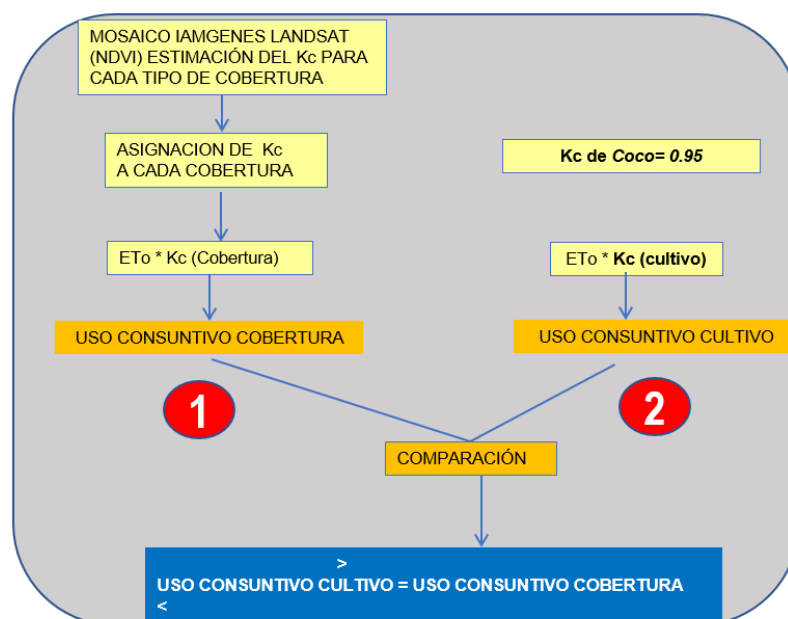
Los valores del Kc tanto para las coberturas actuales, como para algunas especies evaluadas son valores estimados a partir de modelamiento matemático, basado en imágenes Landsat, ya que no existen datos de campo elaborados con precisión

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

El uso consuntivo se obtiene de acuerdo con el IDEAM (2010), aplicando el enfoque del coeficiente del cultivo (Kc), el cual corresponde al coeficiente entre la evapotranspiración del cultivo (Etc.) y la evapotranspiración del cultivo de referencia (ETp) (FAO, 2006). La ETp representa un indicador de la demanda climática y el Kc cambia en función de las características principales del cultivo o cobertura vegetal, por tanto, la evapotranspiración del cultivo se obtiene de la multiplicación del ETp y el Kc correspondiente (FAO, 2006).

El procesamiento de la variable diferencia de uso consuntivo se llevó a cabo, mediante la estimación a partir de modelamiento y procesamiento de imágenes de satélite LANDSAT, del Kc de las coberturas actuales, de acuerdo con lo planteado por Cuesta *et al.* (2005), versus los Kc estimado para el cultivo de coco descrito por FAO (2006), Jayakumar *et al.* (1988) y Villasmil *et al.* (2014).

Metodología para el cálculo de la diferencia de uso consuntivo para el cultivo de coco



1. Uso consuntivo de la cobertura.

Para el cálculo del uso consuntivo se parte de la información de evapotranspiración potencial (ETP), adoptada por el grupo físico del proyecto de zonificación.

Los K_c de la cobertura actual se determinaron de acuerdo con la ecuación de Cuesta *et al.* (2005):

$$K_c = 1,5625 * NDVI - 0,05$$

Esta ecuación permite obtener el denominado K_c NDVI basado en la relación lineal existente entre el NDVI y el coeficiente de cultivo basal. El fundamento conceptual de dicho modelo se basa en que “diversos trabajos anteriores han mostrado la posibilidad de estimar el K_c a partir del denominado índice de vegetación normalizado, NDVI, que se calcula mediante una combinación algebraica de la reflectividad espectral de la cubierta vegetal en las bandas del rojo e infrarrojo cercano”.

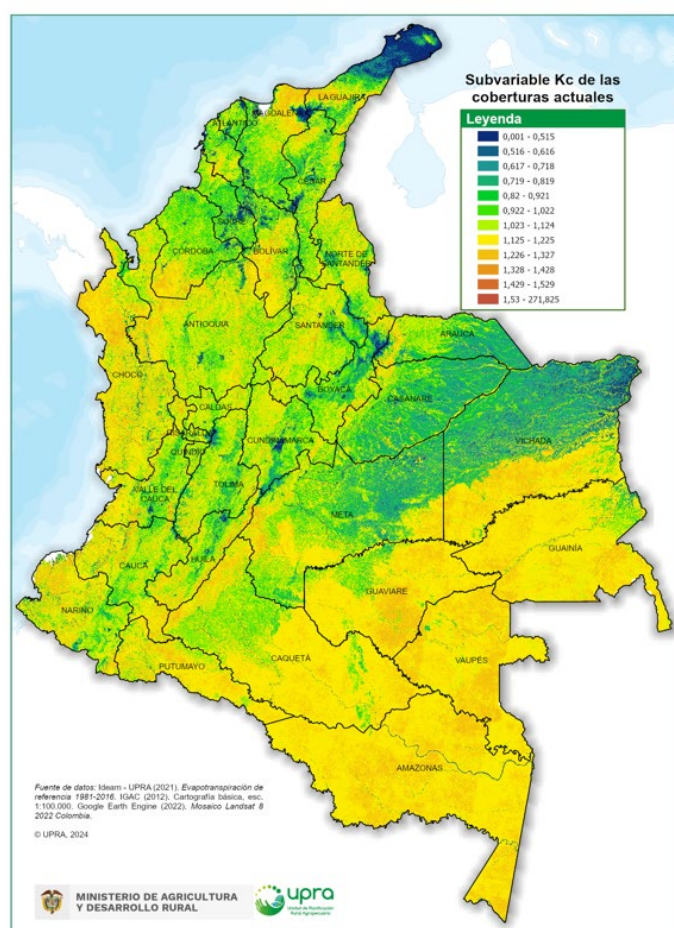
El NDVI se define como el índice de vegetación de diferencia normalizado calculado mediante la expresión:

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED)$$

El *NIR* corresponde a la banda 4 del infrarrojo cercano del mosaico de la mediana de las imágenes Landsat 2022 y RED a la banda 3 del rojo.

Figura 1. K_c de las coberturas actuales

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE COCO
CRITERIO APROPIACIÓN DE AGUA



Fuente: Elaboración propia



2. Uso consuntivo del cultivo.

Se calculó la evapotranspiración de referencia del cultivo (ET_o), 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 (K_c), de la siguiente forma:

$$ET_o = K_c \times ETP$$

El valor de K_c para el cultivo de coco (0,95) se tomó de FAO (2006) donde se relaciona el K_c de palmas; este valor se verificó con el estudio de Jayakumar et al. (1988) y el estudio de Villasmil et al. (2014).

Los datos generados requirieron una conversión por un factor multiplicador de 10, que representa el cambio de unidades de mm de precipitación (de la información climática), a m^3 de agua/ha (para hacerlo compatible con la información de oferta de las subzonas hidrográficas).

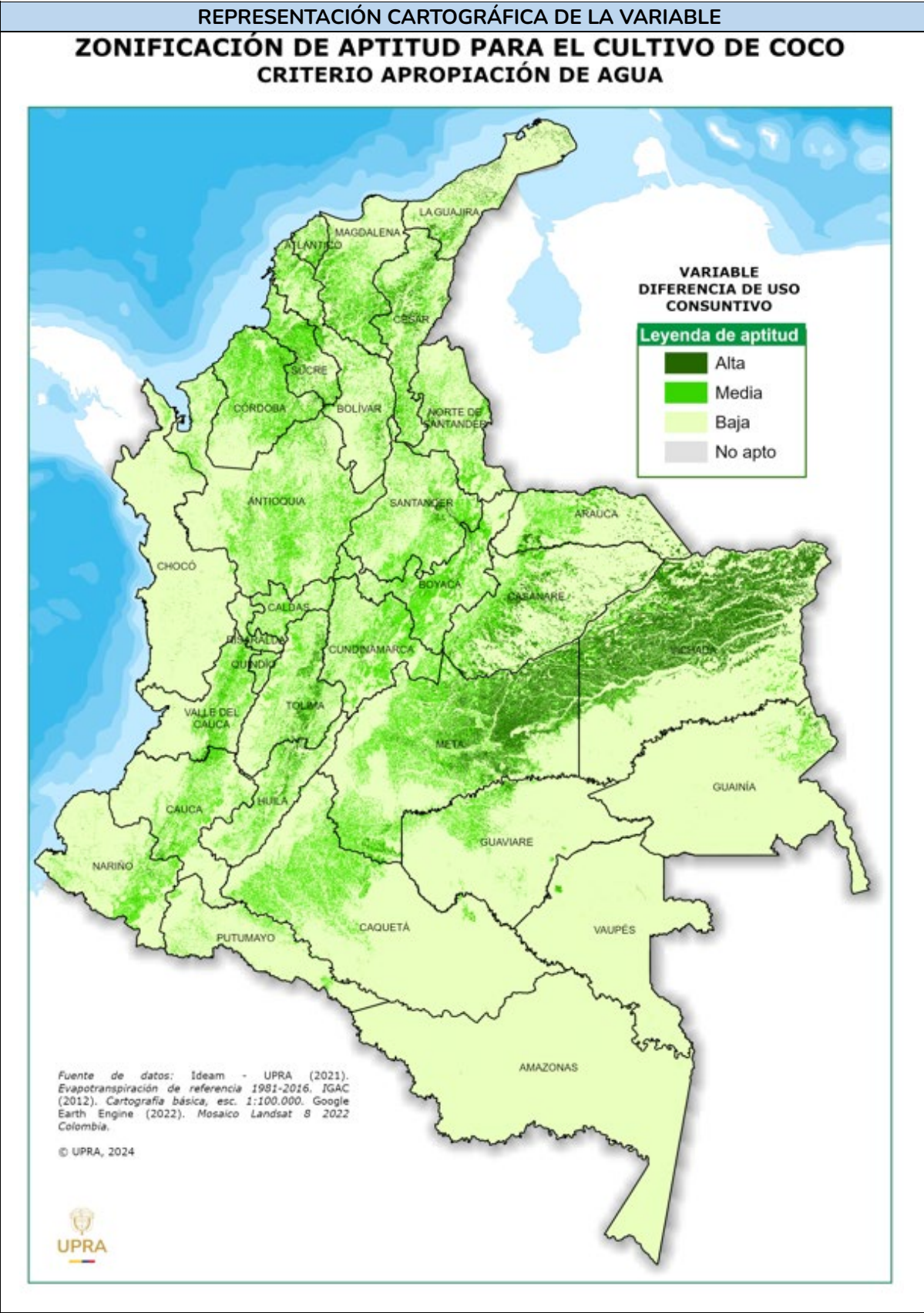
Es importante señalar que las coberturas naturales se dejan en aptitud baja (A3), y no se realiza esta diferencia de uso consuntivo

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

De acuerdo con la amplitud de los rangos de los datos, se estableció una división en tres intervalos equivalentes, y se realizó la siguiente reclasificación para obtener los datos de aptitud por uso consuntivo:

Aptitud por diferencia de uso consuntivo para el cultivo de coco

Descripción	Rango ET_o (Millones m^3)	Aptitud
El cultivo evapotranspira menos que la cobertura actual. Uso consuntivo menor	< -207,789	Alta (A1)
La evapotranspiración del cultivo es similar a la cobertura actual. Uso consuntivo moderado	-207,789 a 162	Media (A2)
La cobertura actual evapotranspira menos que el cultivo. Uso consuntivo alto	> 162	Baja (A3)



**FUENTES DE INFORMACIÓN**

- Cuesta, A., Montoro, A, A.M. Jochum, P. López y Calera, A. (2005). Metodología operativa para la obtención del coeficiente de cultivo desde imágenes de satélite. ITEA (2005), Vol. 101 (3), 212-224. Madrid
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (2006). Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Servicio de Recursos, Fomento y Aprovechamiento de Aguas. FAO. Roma: FAO.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (2019). Aquastat web site. Cultivo de coco <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/glossary/search.html>
- González, M.; Saldarriaga G y 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.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) (2010). Estudio nacional del agua. Bogotá.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) (2012). Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2005-2009, escala 1:100.000. Bogotá.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) (2014). Atlas climático de Colombia. Capa de zonas de evapotranspiración potencial, escala 1:100.000. Bogotá.
- Jayakumar, M., Saseendran, S.A. y M. Hemaprabha. 1988. Crop coefficient for coconut (*Cocos nucifera* L.): a lysimetric study. Agricultural and Forest Meteorology, 43 (1988) 235-240
- Villasmil, R., Valera, N. y Vásquez, C. (2014). Efecto del riego sobre la abundancia de *Raoiella indica* en plantas de *Cocos nucifera* L. Investig. Agrar. 2014; 16(2): 107-112.

2.3.2. Variable Diferencia de uso del agua

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional	
COMPONENTE: Socioecosistémico		
CRITERIO ASOCIADO: Apropiación de agua		
VARIABLE: Diferencia de uso del agua		UNIDAD DE MEDIDA: Millones de m ³
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
Representa la cantidad de agua que es retenida del flujo de la cuenca, para satisfacer la demanda de los cultivos de coco, tanto para su crecimiento, como para el sustento del cultivo.		
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 agua), y otra parte se pierde en el balance hídrico de la cuenca, bien porque queda contenida en la producción de biomasa área o por vía evapotranspiración desde el cultivo.		

Permite estimar la sostenibilidad hídrica de la unidad geográfica de análisis en el escenario del establecimiento del cultivo de coco. De esta forma, es posible identificar si dada la capacidad hídrica de la SZH se configura un riesgo para el abastecimiento de agua del 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

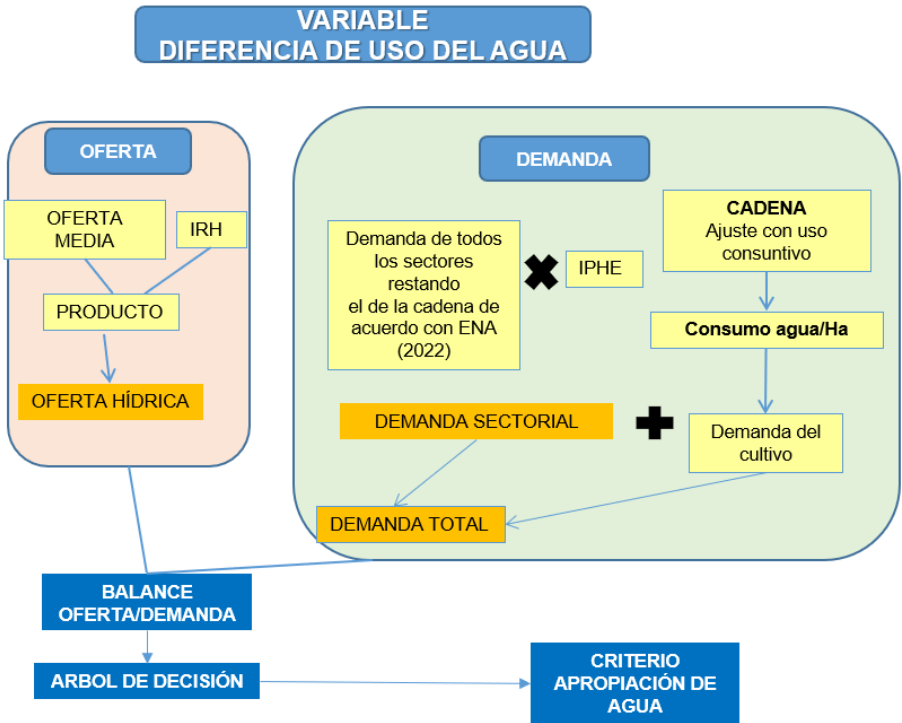
Esta variable no presenta ningún límite que califique zonas del territorio nacional como no aptas (N1).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La estimación del consumo de agua de coco se basa en el uso consuntivo y la aptitud potencial proveniente del criterio de cambio de cobertura, que se basa en la capa oficial de coberturas de la tierra 2018, y su leyenda adaptada para Colombia (Ideam, 2010), su información tiene cierto nivel de discrepancia con la realidad, en función de los cambios que se hayan producido desde el 2018.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La metodología empleada para la evaluación de esta variable se observa en el siguiente diagrama:



El procesamiento de esta variable se realizó a partir de la evaluación de tres subvariables, estimación de la oferta hídrica aprovechable (caudal ecológico), estimación de la demanda sectorial y estimación del consumo potencial de agua por el cultivo.

Estimación de la oferta hídrica

Con el propósito de conocer la oferta hídrica se realizó un estimativo de la oferta hídrica total a partir de la generación del mapa de escorrentía a nivel nacional, y posteriormente el mapa de oferta hídrica total disponible o caudal ecológico (figura 1), estimado mediante el producto del mapa de oferta total y el índice de regulación hídrica calculado por subzonas hidrográficas (IDEAM, 2022), siguiendo la metodología propuesta por el ENA (Ideam, 2018).

Para el cálculo de la oferta hídrica total, de acuerdo con la metodología mencionada anteriormente, se realizó en primera instancia la estimación de la evapotranspiración real mediante la siguiente ecuación:

$$ETR = \sqrt{\left(ETP * P * \tanh \frac{P}{ETP}\right) * \left(1 - \cosh \frac{ETP}{P} + \sinh \frac{ETP}{P}\right)}$$

Donde:

ETR: evapotranspiración real (mm/año)

ETP: evapotranspiración potencial (mm/año)

P: precipitación (mm/año)

Posteriormente, a partir de la generación del mapa de evapotranspiración real, se realizó el mapa de escorrentía por medio de la ecuación propuesta en el Estudio Nacional del Agua del año 2018, de la siguiente forma:

$$E_{sc} = P - ETR$$

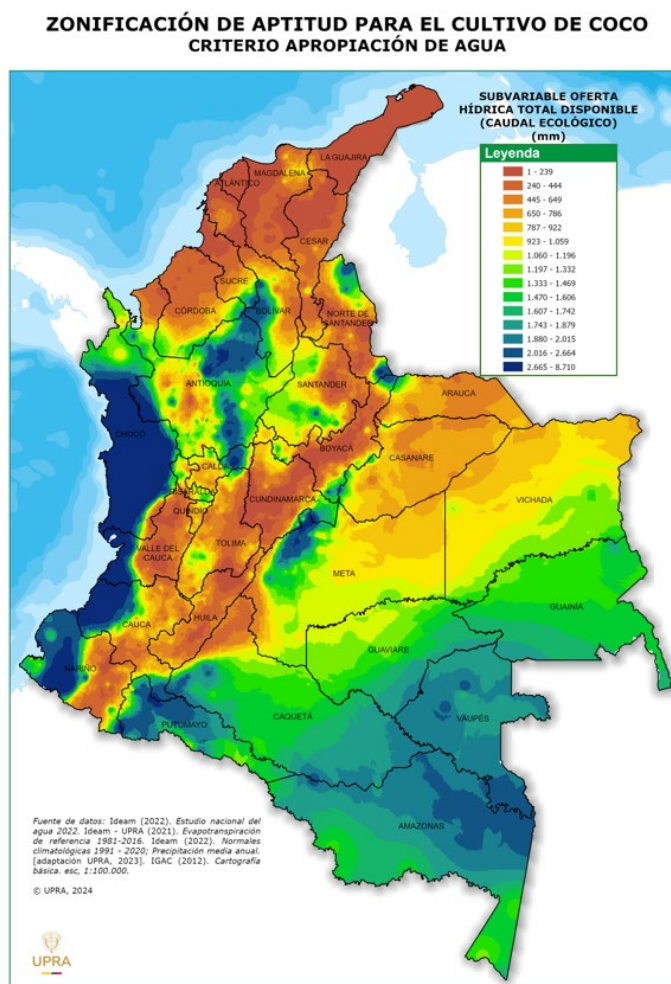
Donde:

Esc: escorrentía superficial (mm/año)

P: precipitación (mm/año)

ETR: evapotranspiración real (mm/año)

Figura 1. Oferta hídrica total disponible (caudal ecológico)



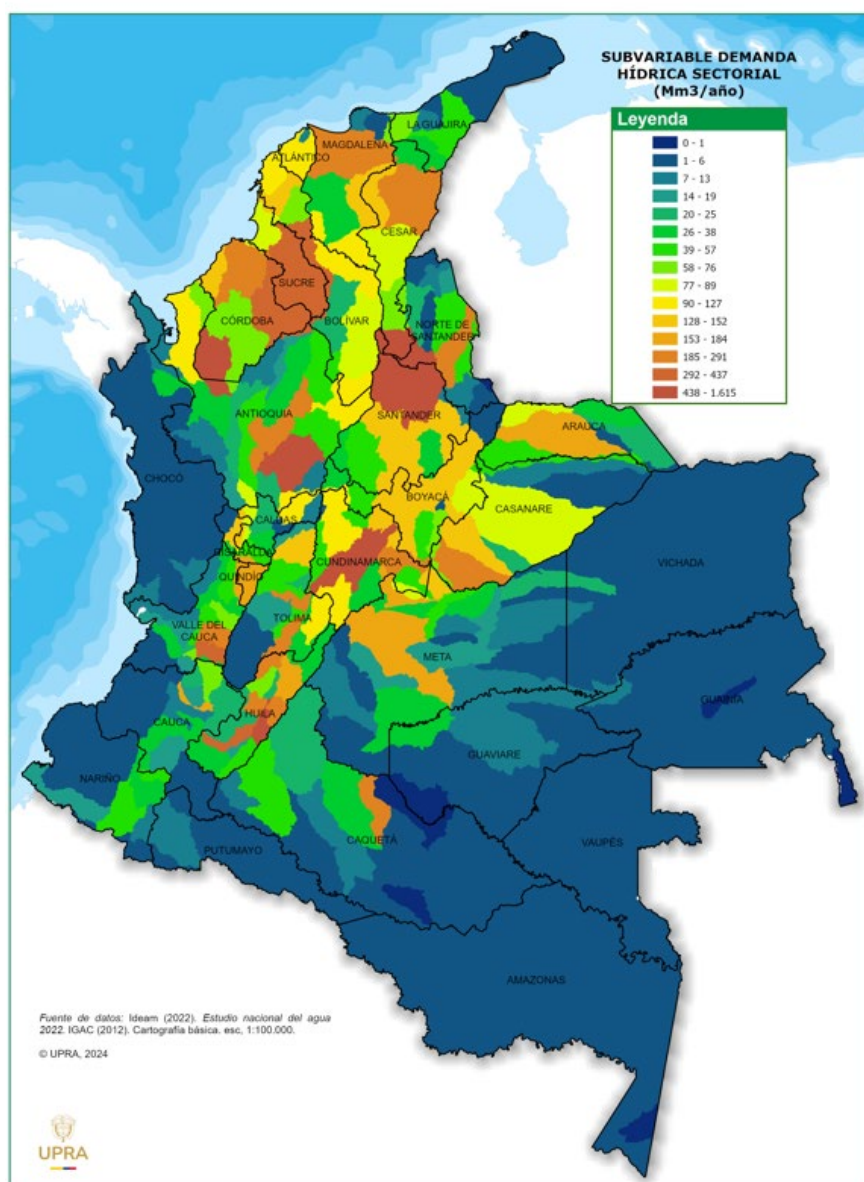
Fuente: Elaboración propia con base en el ENA (2021).

Estimación de la demanda sectorial.

La demanda del agua se calculó tomando la información de la demanda sectorial del ENA (2022), información que se encuentra disponible a nivel de subzona hidrográfica para todo el país, teniendo en cuenta, que la información de oferta se cartografió en formato ráster con píxeles de 30 * 30 m, fue necesario realizar un remuestreo de la cartografía de demanda sectorial para poder obtener el posterior mapa del balance entre oferta y demanda.

El resultado de esta demanda hídrica sectorial se multiplica por el índice de presión hídrica de los ecosistemas (IPHE), con el propósito de considerar las necesidades hídricas de mantenimiento de los ecosistemas naturales.

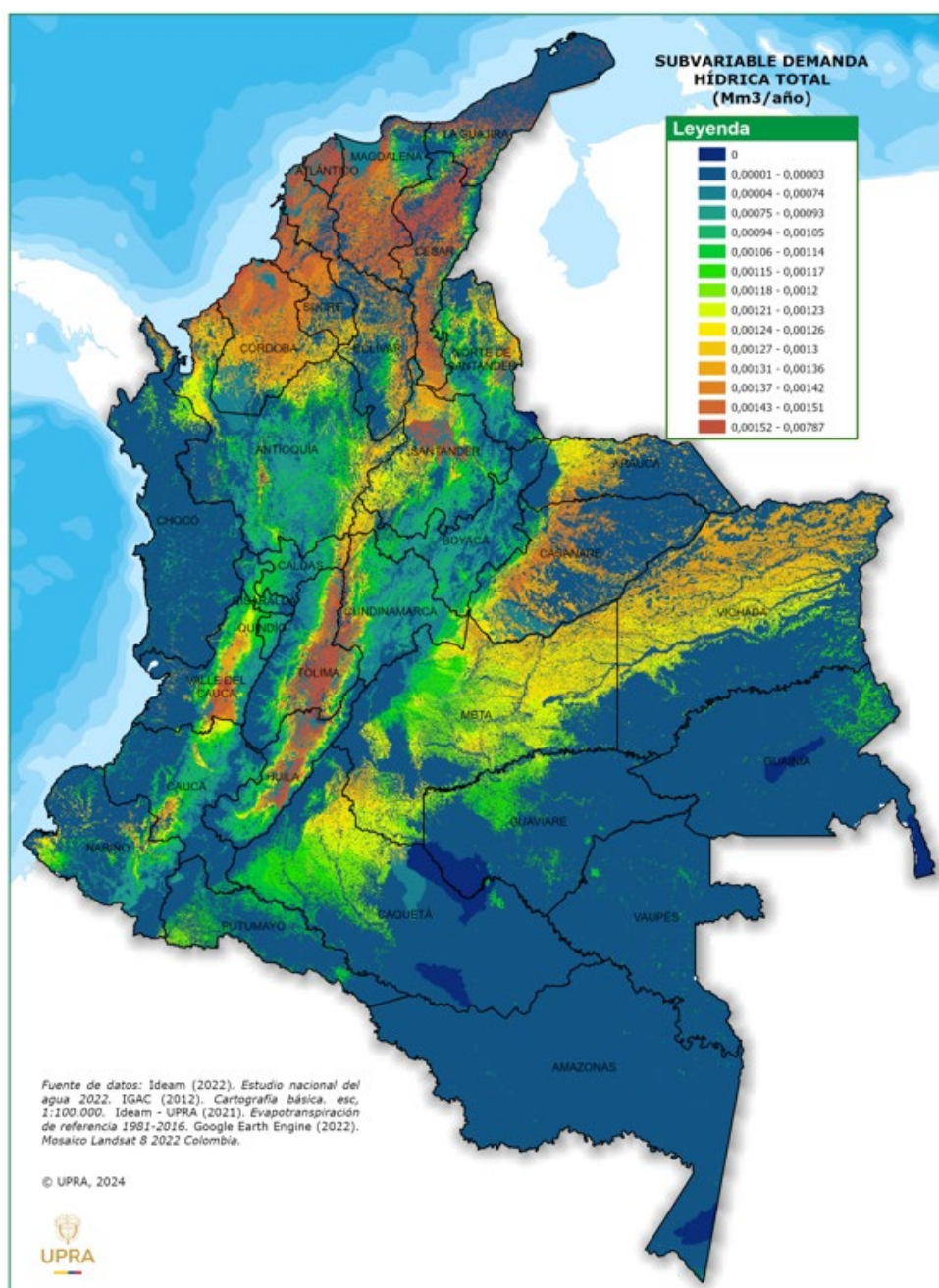
ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE COCO CRITERIO APROPIACIÓN DE AGUA



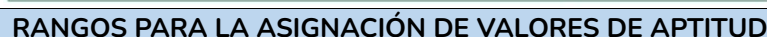


Posteriormente, a esta demanda sectorial, se le incluye la demanda de agua del cultivo de coco, calculada a partir del uso consuntivo del cultivo de coco ($K_c = 0,95$) (FAO, 2006) y llevando los valores a consumo de agua por ha mediante la superposición de las subzonas hidrográficas con el área apta para el cultivo, definida del mapa del criterio de cambio de cobertura, obteniendo así el área potencialmente cultivable de cada subzona hidrográfica y la demanda de agua potencial.

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE COCO CRITERIO APROPIACIÓN DE AGUA



La diferencia de uso del agua corresponderá entonces a la diferencia entre la oferta y la demanda total.

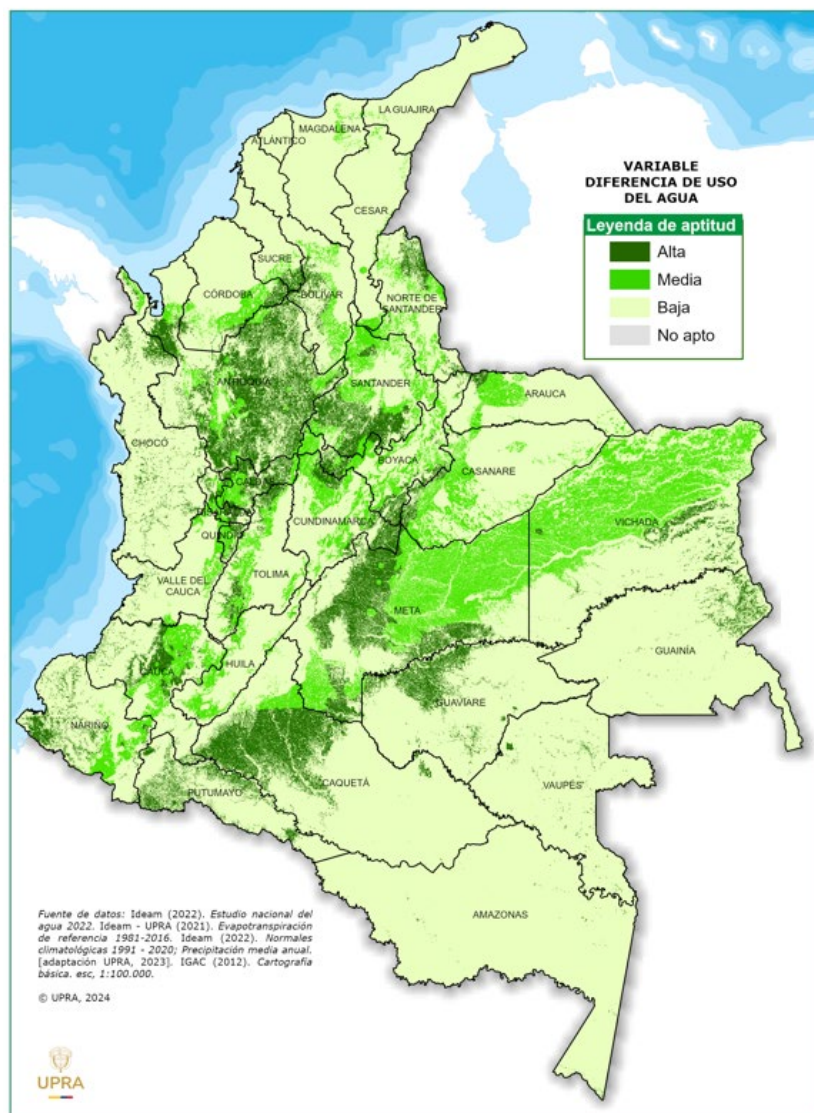


Descripción	Diferencia de uso (Mm³)	Aptitud
La subzona hidrográfica se encuentra en superávit hídrico mayor. La disponibilidad hídrica real (DHR) es muy superior en comparación con la demanda hídrica sectorial total incluida la del cultivo de coco.	> -0,00021	Alta (A1)
La subzona hidrográfica se encuentra en superávit hídrico moderado. La disponibilidad hídrica real (DHR) es moderadamente superior en comparación con la demanda hídrica sectorial total incluida la del cultivo de coco.	-0,000697 a -0,00021	Media (A2)
La subzona hidrográfica se encuentra en déficit hídrico, o la disponibilidad hídrica real (DHR) es menor o ligeramente superior en comparación con la demanda hídrica sectorial total incluida la del cultivo de coco.	< -0,000697	Baja (A3)

Píxel 30 m



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE COCO CRITERIO APROPIACIÓN DE AGUA



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (2006). Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Servicio de Recursos, Fomento y Aprovechamiento de Aguas. FAO. Roma: FAO.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) (2019). *Estudio nacional del agua*. Bogotá.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) (2019). *Estudio nacional del agua: capa de subzonas hidrográficas, escala 1:100.000*. Bogotá.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) (2012). *Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2005-2009, escala 1:100.000*. Bogotá.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2012). *Cartografía básica, escala 1:1000.000*. Bogotá.

2.4. Criterio *Variación del contenido estimado de carbono*

250

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional	
COMPONENTE: Socioecosistémico		
CRITERIO: Variación del contenido estimado de carbono		
TIPO DE CRITERIO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
Este criterio no cuenta con Variables se basa en la variación del contenido estimado de carbono en la biomasa		
DEFINICIÓN		
Contempla el balance entre el contenido de carbono de la biomasa área y subterránea de la cobertura vegetal frente al potencial de cambio debido al establecimiento de cultivos de coco, permitiendo determinar la sostenibilidad ambiental asociada al almacenamiento de carbono, clasificando áreas que se comportan como sumidero o emisión de carbono (UPRA, 2016).		
IMPORTANCIA DEL CRITERIO PARA EL SISTEMA PRODUCTIVO		
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 posibilita la incorporación de 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.		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO		
No hay valores de exclusión.		
LIMITANTES PARA LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO		
De forma consecuente con las metodologías empleadas, la estimación del contenido de carbono en las coberturas a parir de la productividad primaria neta se realizó a través de la mediana de las imágenes Landsat 2022 que cubren el territorio nacional, las cuales tienen como mayor limitante la resolución espacial y la temporalidad		
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN		
El modelo utilizado de estimación del contenido de carbono se fundamenta en lo planteado por Bolaños et al. (2017), quien describe que el carbono en los ecosistemas se distribuye en la biomasa viva por encima del suelo (biomasa aérea), biomasa viva por debajo del suelo (biomasa subterránea), madera muerta sobre el suelo, mantillo y carbono orgánico del suelo” (IPCC 2006):		



- a. Contenido de carbono en la biomasa vegetal aérea.

La estimación de la biomasa vegetal aérea (BA) se realizó a partir de la ecuación propuesta por Páramo (2011):

$$\text{Biomasa} = 11.2693 + 9255 (X)$$

Donde X corresponde a la inversa de la banda 6 del mosaico de la mediana de las imágenes Landsat 2022, relacionada al rango del espectro electromagnético de infrarrojo de onda corta (SWIR 2).

- b. Contenido de carbono en la biomasa vegetal subterránea.

La estimación de la biomasa subterránea se efectúa de acuerdo con los fundamentos planteados por Cairns et al. (1997) y Brown y Lugo (1992), según la siguiente ecuación:

$$\text{Biomasa vegetal subterránea} = e^{(-1,085 + 0,925 \times \ln(BA))}$$

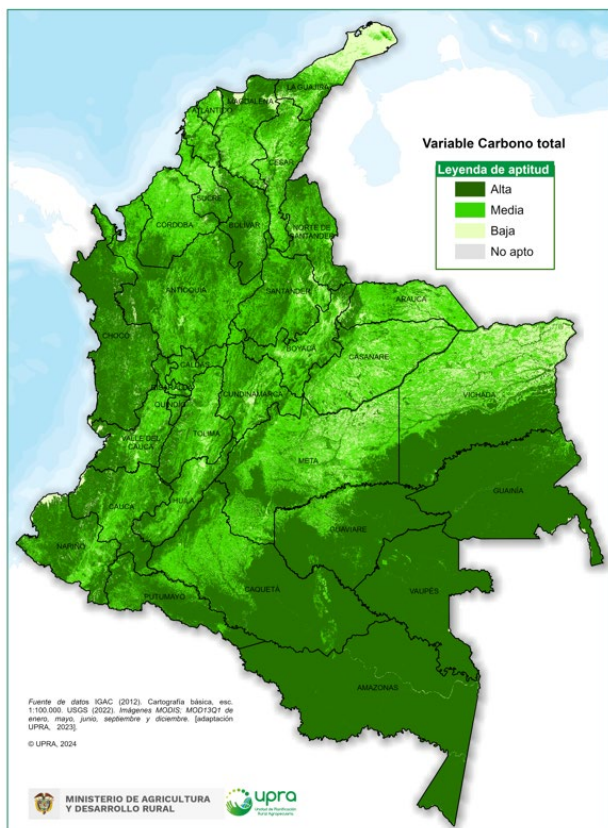
Igualmente, para el mapa de biomasa subterránea, se calculó el mapa de carbono en biomasa subterránea de acuerdo con IPCC (2006), mediante la ecuación:

$$C (\text{biomasa subterránea}) = \text{Biomasa subterránea}/2$$

- 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.

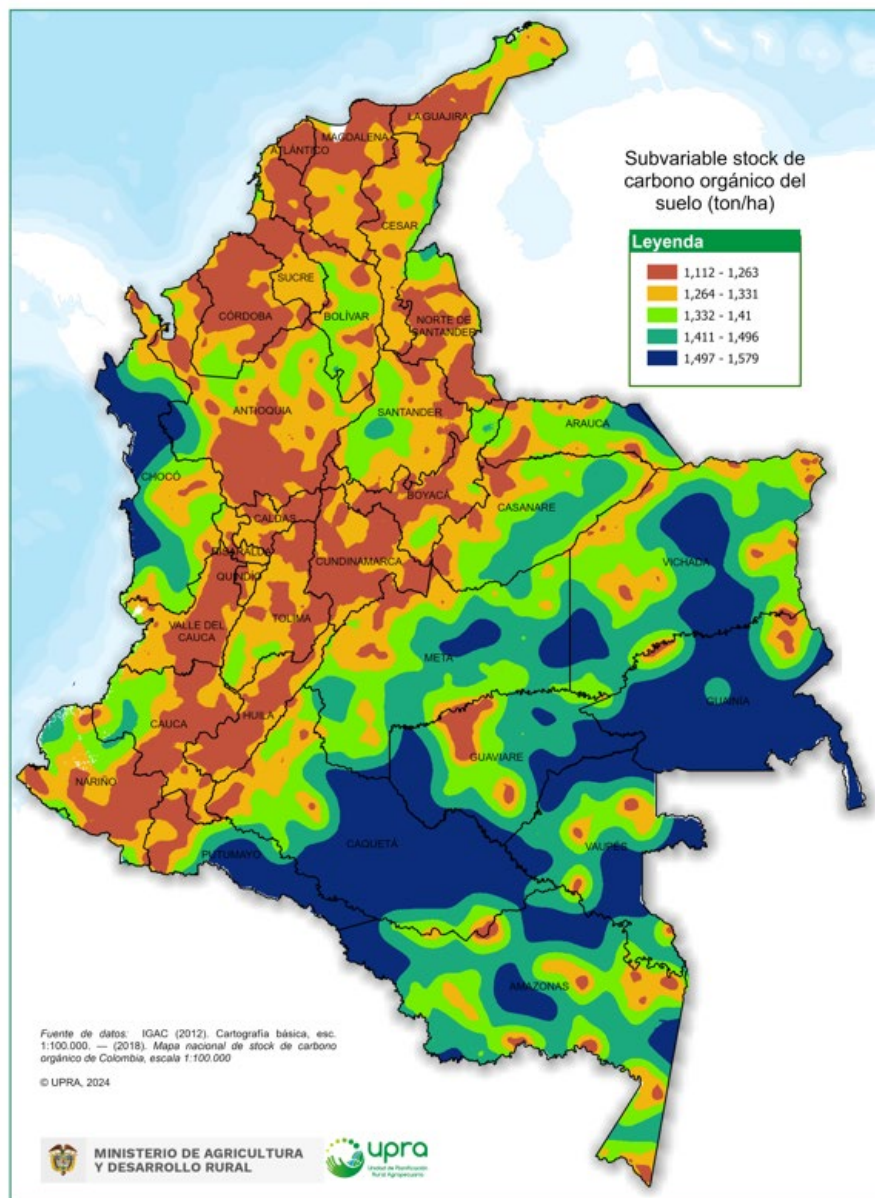
ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE COCO
CRITERIO BALANCE DE CARBONO



- d. Contenido de carbono en el suelo.

Se estimó mediante álgebra de mapas, a partir de la información suministrada por ISRIC (Soil World information, 2015), relacionada con 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, aplicando la ecuación propuesta por Gardi et al., (2014):

Carbono orgánico suelo = % Carbono orgánico × densidad aparente × profundidad (0,3 m) × (1 - % 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. Estimación de la aptitud por la variación del contenido estimado de carbono.

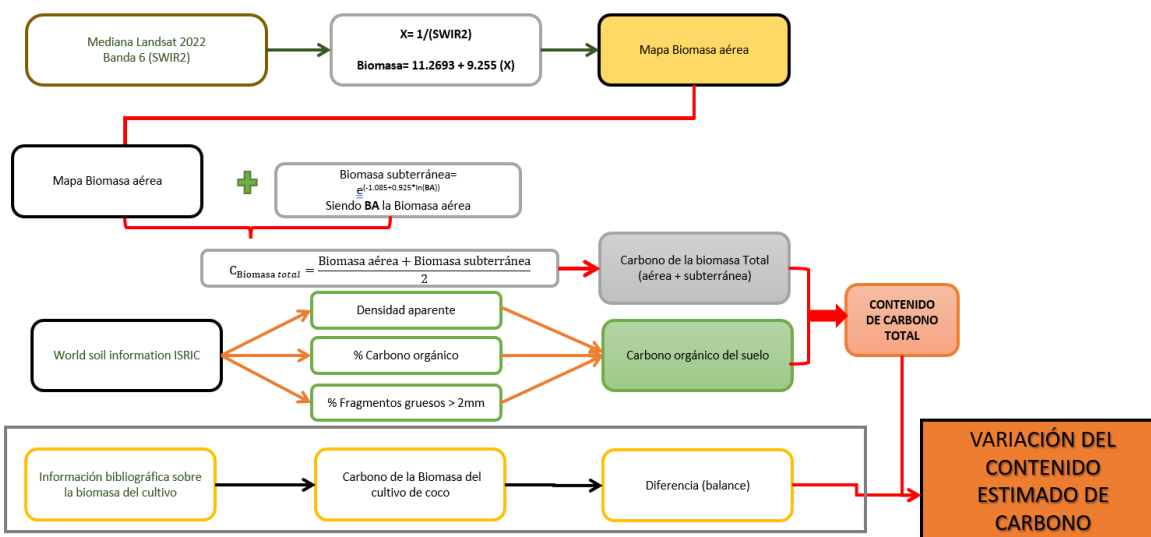
Con el fin de realizar el balance de carbono del potencial establecimiento del cultivo de coco, se consideró una captura de carbono total de 7.801 t/ha/año, de acuerdo con EMBRAPA (2022), en donde se diferencia la captura de cada órgano de la planta y se define una captura total.

La calificación de la aptitud se lleva a cabo mediante la comparación del valor estimado de carbono (valor del píxel o de la unidad de análisis espacial), con el valor de referencia estimado de carbono capturado por el cultivo de coco con el fin de obtener el mapa de diferencia en carbono total frente al cultivo, mediante la siguiente ecuación aplicada espacialmente a través del álgebra de mapas:

Variación del contenido estimado de carbono = C de la biomasa total – C capturado por el cultivo de coco

De esta forma, dependiendo de la cobertura existente, el establecimiento de cultivos de coco 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.

A continuación, se presenta un diagrama de flujo que resume la metodología:



Los valores obtenidos en estos mapas se reclasificaron según los rangos de aptitud propuestos en la presente metodología de zonificación.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

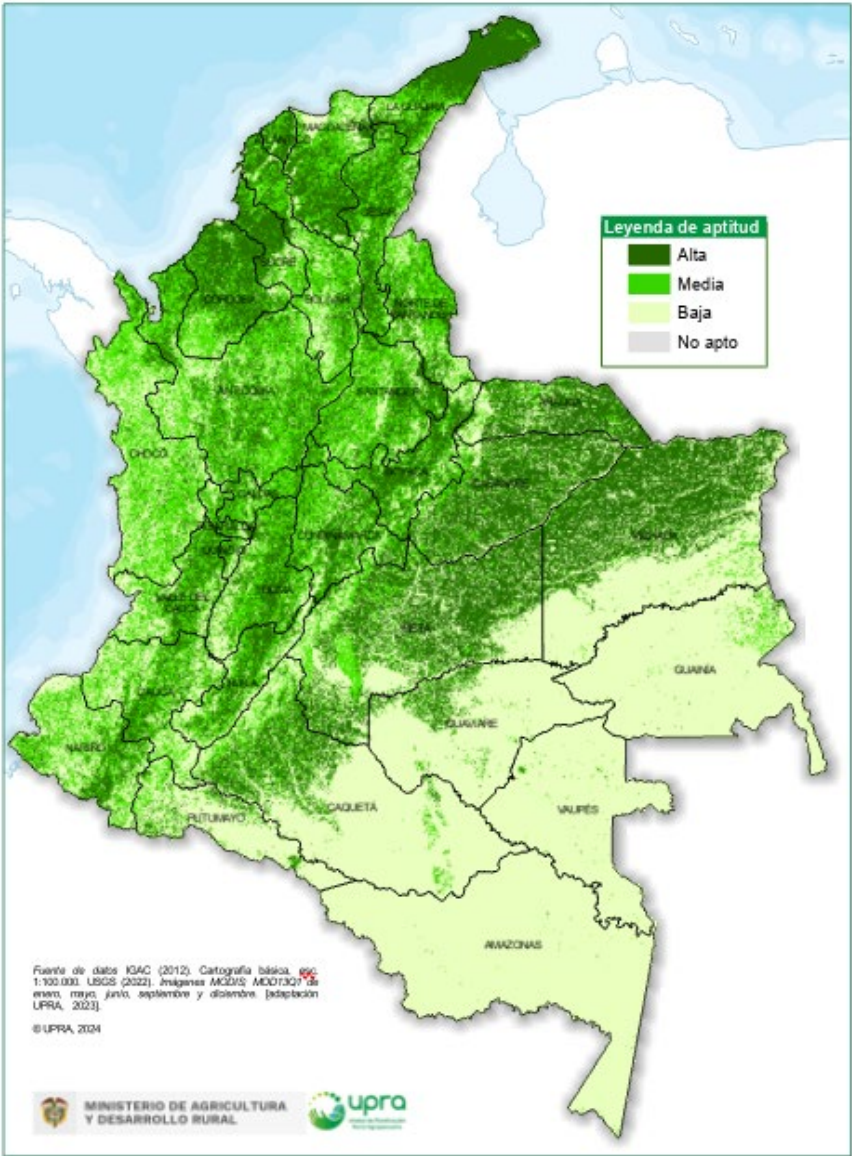
La calificación de la aptitud para el cultivo de coco, desde el punto de vista de este criterio se estableció a partir de intervalos por cuantiles y siguiendo los siguientes preceptos:

Descripción	Variación del contenido estimado de carbono (toneladas/)	Aptitud
El cultivo es sumidero de carbono	< 65,29	Alta (A1)
El cultivo está en equilibrio entre emisión y captura de carbono	65,29 – 102,626	Media (A2)
El cultivo es fuente de emisión de carbono	> 102,626	Baja (A3)

Se aclara que no se realiza comparación con las coberturas naturales; por lo tanto, estas áreas se mantienen en aptitud baja (A3).

Unidad de análisis	Píxel t/ha/año
REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO	

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE COCO
CRITERIO BALANCE DE CARBONO





FUENTES DE INFORMACIÓN

- Bolaños, Y; M, Bolaños y Paz, F. (2017). *Estimación de carbono almacenado en bosques de oyamel y ciprés en Texcoco, Estado de México*. Terra Latinoam vol. 35 no. 1 Chapingo ene. / mar. 2017
- Brown, S. y Lugo, A. (1992). *Above ground biomass estimates for tropical moist forests of the Brazilian Amazon*. En: Interciencia 17:8-18.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria. EMBRAPA. 2022. Estoques de carbono nos componentes vegetais e resíduos culturais em área de produção de coco anão. Embrapa Tabuleiros Costeiros. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.
- Gardi, C., Angelini, M., Barceló, S., Comerma, J., Cruz Gaistardo, C., Encina Rojas, A., Jones, A., Krasilnikov, P., Mendonça Santos Brefin, M.L., Montanarella, L., Muñiz Ugarte, O., Schad, P., Vara Rodríguez y M.I., Vargas. (2014). *Atlas de Suelos de América Latina y el Caribe*. Dirección General de Cooperación Internacional y Desarrollo (Comisión Europea), FAO Fiat Panis, Instituto de Medio Ambiente y Sostenibilidad (Centro Común de Investigación). <https://op.europa.eu/es/publication-detail/-/publication/7e06def6-10cf-4c8f-90f4-b981f410ef68>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) (2021). *Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2018-2020, escala 1:100.000*. Bogotá.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000*. Bogotá.
- Intergovernmental panel on climate change (IPCC) (2006). *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*. Eggleston, H.; Buendía, L.; Miwa, K.; Ngara T. y Tanabe K. (Eds). Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra. Vol 4. Japón: IGES. <<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/vol4.html>>.
- World Soil Information (ISRIC). (2013). *SoilGrids: An Automated System for Global Soil Mapping*. Cultivo de coco <<http://soilgrids1km.isric.org>>.
- Páramo, G. (2011). *Susceptibilidad de las coberturas vegetales de Colombia al fuego*. In: Incendios de la cobertura vegetal en Colombia. Tomo I. Álvaro del Campo Parra (Ed). p. 73-142. Universidad Autónoma de Occidente, PNUMA, Cali.
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA) (2016). *Cultivo comercial de papa: identificación de zonas aptas en Colombia, a escala 1:100.000*. Bogotá (Colombia).

3. Fichas metodológicas del componente socioeconómico

3.1. Criterio *Infraestructura productiva*

256

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional	
COMPONENTE: Socioeconómico		SUBCOMPONENTE: Económico
CRITERIO ASOCIADO: Infraestructura productiva		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Producción municipal</i>, expresada en toneladas/ha/año. • <i>Existencia de cultivos</i>, expresada en predios. • <i>Plantas de procesamiento</i>, expresadas en tiempo de desplazamiento. • <i>Viveros registrados</i>, expresados en tiempo de desplazamiento. • <i>Distritos de adecuación de tierras</i>, expresados en polígonos. 		
DEFINICIÓN		
Conjunto de bienes y recursos ubicados dentro de una región, que se articulan en busca de aumentar la productividad y competitividad de los emprendimientos productivos, mejorando así las condiciones para la producción y transformación del coco.		
IMPORTANCIA DEL CRITERIO		
<p>Incide en la percepción de la infraestructura específica del sistema productivo, que no solo facilita la ubicación estratégica de los cultivos, viveros y plantas de procesamiento, sino que también impulsa la inversión en procesamiento y transformación. Esto es crucial para mejorar la productividad y el rendimiento general del sector.</p> <p>La infraestructura adecuada actúa como un catalizador para la eficiencia y el crecimiento agropecuario, beneficiando tanto a los productores como a las economías locales. Además, fomenta la creación de empleos, promueve la innovación y permite a los agricultores acceder a mejores prácticas y tecnologías. Todo esto resulta en un aumento de la producción y la calidad de los productos, generando un efecto multiplicador que puede transformar la dinámica económica de la región y contribuir a la sostenibilidad del sector agrícola a largo plazo.</p>		



LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO
No se cuenta con información de predios georreferenciados, ni de la capacidad de las plantas de procesamiento, ni de los subproductos generados.
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
<p>Para las variables, que se representan con tiempo de desplazamiento como es el caso de las plantas de procesamiento y los viveros registrados, se utilizó la metodología de isócronas empleadas por la UPRA, proceso en el cual se calcula el tiempo de desplazamiento sobre los diferentes ejes viales, tramos fluviales navegables, senderos y coberturas de la tierra, teniendo en cuenta la pendiente calculada con el modelo digital de terreno, resolución espacial de 90 metros y su influencia sobre la velocidad de desplazamiento.</p> <p>Tipos de vías terrestres empleadas en el algoritmo de isócronas:</p> <p>Tipo 1: vías que conectan capitales departamentales.</p> <p>Tipo 2: vías que conectan cabeceras municipales.</p> <p>Tipo 3: vías que conectan veredas con cabeceras o veredas entre sí.</p> <p>Estas vías se obtuvieron de fuentes oficiales como el Ministerio de Transporte, la ANI, el Invías, el IGAC y de fuentes libres como <i>Open Street Maps</i>, se clasificaron en tipo según las definiciones del manual de diseño de carreteras del Invías y se le asignaron velocidades mediante muestreos de información por departamento a través de <i>Open Route Service</i> para viajes en automóvil; adicionalmente, se realizó un ajuste a las velocidades para transporte de carga teniendo en cuenta la información obtenida del servicio <i>Sicetac</i> del Ministerio de Transporte.</p> <p>Para completar la superficie de desplazamiento a nivel nacional, se utilizaron insumos de tramos terrestres, fluviales y coberturas de la tierra, a los cuales se les asignaron velocidades de desplazamiento promedio. Estas velocidades se basan en estudios previos y en las características específicas de cada tipo de terreno, como la topografía y la calidad de las vías.</p> <p>Con esta información, se calcula un recorrido acumulado desde diferentes puntos de interés en el territorio. Este análisis permite identificar áreas con mejor conectividad y aquellas que pueden requerir mejoras en su acceso. Además, facilita la planificación de infraestructuras y la ubicación de servicios, contribuyendo al desarrollo regional y a una mejor distribución de oportunidades para la población.</p> <p>La ponderación del criterio se construyó a partir de la metodología descrita por Saaty en 1980, AHP (<i>Analytic Hierarchy Process</i>), condensada en la matriz de comparaciones pareadas de cinco variables; posteriormente, por medio del software PriEsT (<i>Priority Estimation Tool</i>), se calcularon las ponderaciones de cada una de ellas dentro del criterio, según las categorías de aptitud, de acuerdo con la siguiente tabla:</p>

Criterio	Variables	Producción municipal	Existencia de cultivos	Plantas de procesamiento	Viveros registrados	Distritos de adecuación de tierras	Pesos ponderados (%)
Infraestructura productiva	Producción municipal	1					43,5
	Existencia de cultivos	1/3	1				28,0
	Plantas de procesamiento	1/3	1/3	1			16,3
	Viveros registrados	1/5	1/5	1/3	1		7,7
	Distritos de adecuación de tierras	1/5	1/5	1/5	1/3	1	4,5

La escala de importancia dentro del proceso *AHP* tiene en 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 importantes				Igual en importancia	Más importantes			

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los siguientes son los rangos de aptitud aplicados para el criterio:

Criterio	Variables	Unidad de medida	Aptitud		
			Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)
Infraestructura productiva	Producción municipal	Toneladas / ha / año	> 241,0	0,56 – 241,0	< 0,56
	Existencia de cultivos	Predios	El predio con cultivo	El colindante al predio con cultivo	Resto
	Plantas de procesamiento	Tiempo de desplazamiento (h)	< 1	1 – 2	> 2
	Viveros registrados	Tiempo de desplazamiento (h)	< 1	1 – 2	> 2
	Distritos de adecuación de tierras	Polígonos	Activos	Inactivos	-



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Agencia nacional de Infraestructura. (ANI). (2020). Red vial Agencia Nacional de Desarrollo Rural. (2018) *Base de datos de distritos de adecuación de tierras del país*. Adaptación UPRA 2018.
- Alcaldía de Medellín (2020). *Registro 1 de la base catastral rural*.
- Alcaldía de Santiago de Cali (2020). *Registro 1 de la base catastral rural*.
- Alcaldía Distrital de Barranquilla (2020). *Registros 1 y 2 de la base catastral*.
- Área Metropolitana Centro de Occidente (2020). *Información sin asociación con la base catastral rural*.
- Área Metropolitana de Bucaramanga (2020). *Registros 1 y 2 de la base catastral*.
- Catastro Distrital Bogotá (2020). *Información predial jurídica, física y económica*.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (2014). *Censo nacional agropecuario, Upas con coco. Bogotá*.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (2020). *Marco geoestadístico nacional: centros poblados*.
- Bogotá.
- Gobernación de Antioquia (2020). *Registro básico y complementario de la base catastral rural*.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) (2016). *Bosque no bosque 2010 V5. Bogotá*.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) (2021). *Cobertura de la tierra para el 2018, escala 1:100.000. Bogotá*.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2014). *Método digital de terreno, resolución 90 m. Bogotá*.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2020). *Cartografía básica de Colombia, vías escala 1:100.000. Bogotá*.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2020). *Registro 1 y 2 de la base catastral rural. Bogotá*.
- Incoder. et al. (2018). *Distritos de riego y drenaje. Bogotá*.
- Instituto Nacional de Vías (Invías) (2020). *Red vial no concesionada. Bogotá*.
- Ministerio de Agricultura y desarrollo Rural (MADR) (2023). *Evaluaciones agrícolas municipales – EVA*
- Ministerio de Transporte (MinTransporte) (2014). *Mapa de tramos fluviales navegables. Bogotá*.
- Ministerio de Transporte (MinTransporte) (2020). *Red vial departamental. Bogotá*.
- Ministerio de Transporte (MinTransporte) (2020). *Red vial nacional. Bogotá*.
- Sistema de Información de Costos Eficientes para el Transporte Automotor de Carga (Sicetac) (2020): *Información de transporte de carga a nivel nacional* © openrouteservice.org by HeiGIT Map data © openStreet Map contributors.



3.1.1. Variable *Producción municipal*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional	
COMPONENTE: Socioeconómico SUBCOMPONENTE: Económico		
CRITERIO ASOCIADO: Infraestructura productiva		
VARIABLE: Producción municipal	UNIDAD DE MEDIDA: Toneladas/ha/año	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	•
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	•
	Condicionante legal	•
DEFINICIÓN		
Se considera como la producción municipal de coco a los registros anuales de producción en toneladas reportados en las evaluaciones agropecuarias (EVA), los cuales representan la dinámica productiva en un municipio respecto a este producto.		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
Incide en el análisis de la competitividad para el desarrollo de la producción de cultivos y sirve como un indicador de la oferta municipal existente de producción anual, ya que los registros de producción proporcionan datos valiosos sobre el rendimiento y la capacidad del sector agrícola.		
la producción municipal del cultivo de coco es indispensable para el desarrollo económico, social y ambiental de las comunidades. No solo impulsa la economía local, regional, sino que también promueve prácticas sostenibles que benefician al medio ambiente. Esto, a su vez, contribuye a un crecimiento sostenible y a la mejora de la calidad de vida, asegurando que las comunidades tengan acceso a recursos y oportunidades que les permitan prosperar. La integración de estos elementos es crucial para fomentar un desarrollo equilibrado y resiliente en la región.		
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		
En el análisis de la variable, no hay límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).		
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN		
Información. Evaluaciones Agropecuarias EVA 2019 - 2023. (2024). Producción total anual.		
Precisiones de la información. Se relaciona la producción municipal promedio reportada entre los años 2019 a 2023 con los deslindes municipales.		
Análisis de la consistencia y preparación de la información. Para efectos del análisis de la variable, se tomaron los valores reportados, se espacializaron y se realizó una clasificación por intervalos geométricos de 3 clases.		



3.1.2. Variable *Existencia de cultivos*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional	
COMPONENTE: Socioeconómico SUBCOMPONENTE: Económico		
CRITERIO ASOCIADO: Infraestructura productiva		
VARIABLE: Existencia de cultivos	UNIDAD DE MEDIDA: Predios	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
Corresponde a predios georreferenciados con presencia de cultivos de coco y su colindante, siendo este último un predio con propiedad privada, sin exclusiones para el mercado de tierras y cuyo destino económico esté relacionado con la actividad agropecuaria.		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
Incide en la percepción de los agentes económicos con respecto al desarrollo de la producción de coco como un indicador de la oferta de mano de obra calificada o empírica, la facilidad de conseguir insumos, maquinaria y demás requeridos para el desarrollo de la actividad. Los predios y su colindante, donde se registran predios con cultivo de coco, se consideran más competitivos porque ya ofrecen condiciones más propicias para el desarrollo de la actividad.		
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		
Se usó la información de predios georreferenciados en el censo nacional agropecuario del 2014 realizado por el DANE; existen otros registros de predios con cultivo de coco georreferenciados en otras entidades de índole nacional relacionadas con la actividad productiva, lo que dificulta tener una identificación predial más actualizada y así garantizar que se tenga la totalidad de predios dedicados a esta actividad.		
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN		
Información. DANE (2014). Censo nacional agropecuario: Upas con predios que declaran tener cultivo de coco. Asociación Hortofrutícola de Colombia (Asohofrucol) (2017-2024). Alcaldía de Medellín. (2020). Base de datos catastral. Alcaldía Distrital de Barranquilla (2020). Base de datos catastral, registros 1 y 2. Alcaldía de Santiago de Cali (2020). Base de datos catastral.		

Área Metropolitana de Bucaramanga (2020). Registro 1 y 2 base catastral rural.
 Área Metropolitana Centro de Occidente (2020). Información sin asociación con la base catastral rural.

Catastro Distrital Bogotá (2020). Información predial jurídica, física y económica.

Gobernación de Antioquia (2020). Predial rural Antioquía.

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

IGAC (2020). Base catastral, registros 1 y 2.

Precisiones de la información.

Predios georreferenciados a partir de los centroides de las UPA que reportan tener cultivos de coco en la pregunta 46 y su colindante excluyendo de estos últimos, los que cumplan con las siguientes características:

Todos aquellos predios con las siguientes características en la base de datos catastral serán A3.

- a.) Predios sin información.
- b.) Cuando el predio exceda las 10,000 ha (solo para los colindantes A2).
- c.) Predios marcados como baldíos.

Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Se tomó como base la información de las UPA del Censo nacional agropecuario 2014, ubicando cada uno de los centroides allí reportados en las bases catastrales rurales, realizando el supuesto de que las coordenadas del centroide le corresponden al predio con el que cruza. Una vez identificados los predios donde se ubican los cultivos de coco, se procedió a marcar en aptitud alta (A1) estos predios y sus colindantes se marcaron como aptitud media (A2).

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).

Predios	Aptitud
Con cultivo	Alta (A1)
El colindante al predio con cultivo	Media (A2)
Resto	Baja (A3)

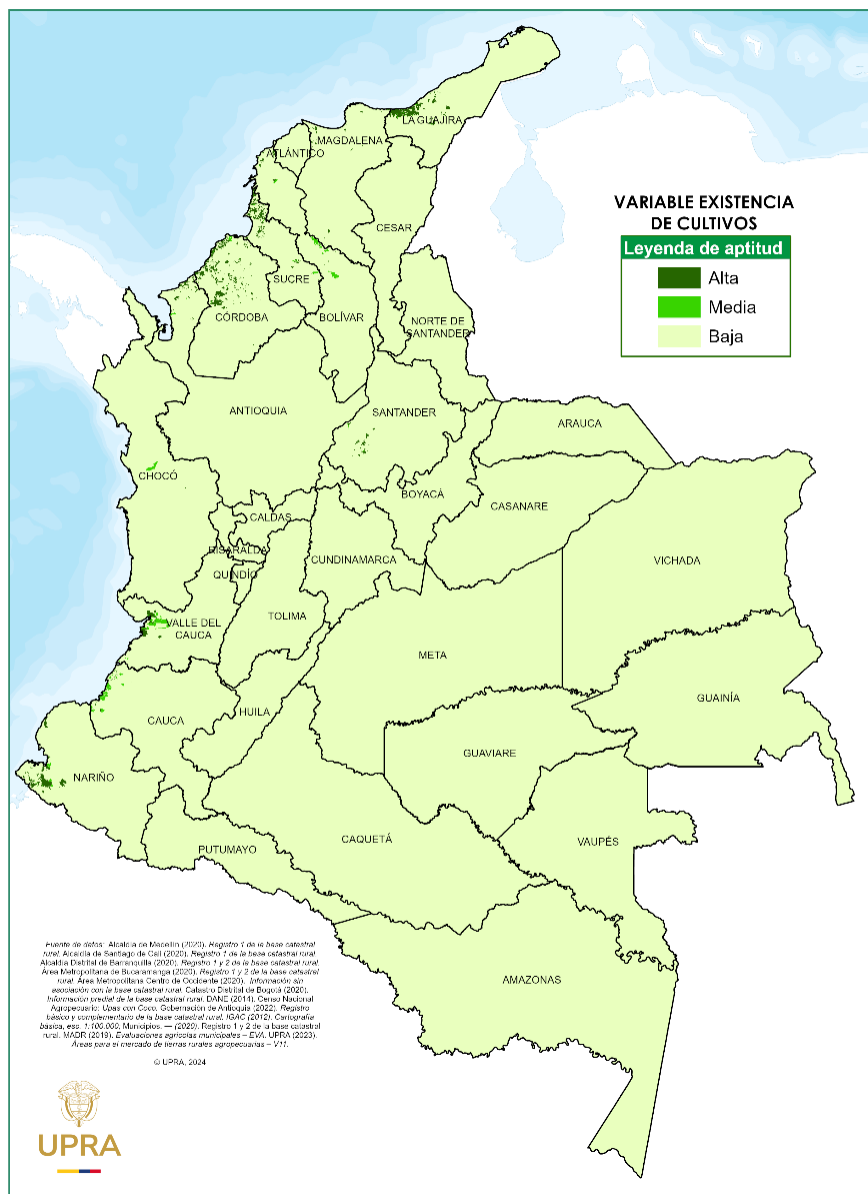
Unidad de análisis

Predios



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COCO CRITERIO INFRAESTRUCTURA PRODUCTIVA



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Alcaldía de Medellín (2020). Registro 1 de la base catastral rural.
- Alcaldía de Santiago de Cali (2020). Registro 1 de la base catastral rural.
- Alcaldía Distrital de Barranquilla (2020). Registros 1 y 2 de la base catastral rural.
- Área Metropolitana Centro de Occidente (2020). Información sin asociación con la base catastral rural.
- Área Metropolitana de Bucaramanga (2020). Registros 1 y 2 de la base catastral rural.
- Asociación Hortofrutícola de Colombia (Asohofrucol) (2017-2024). Predios georreferenciados con cultivo de coco.

- Catastro Distrital de Bogotá (2020). Información predial de la base catastral rural.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (2014). Tercer Censo Nacional Agropecuario a nivel de Unidad productora Agropecuaria; Base georreferenciada.
- Gobernación de Antioquia (2020). Registro básico y complementario de la base catastral rural.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2020). Registro 1 y 2 de la base catastral rural.

3.1.3. Variable *Plantas de procesamiento*

266

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional	
COMPONENTE: Socioeconómico SUBCOMPONENTE: Económico		
CRITERIO ASOCIADO: Infraestructura productiva		
VARIABLE: Plantas de procesamiento	UNIDAD DE MEDIDA: Tiempo de desplazamiento en horas (h)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
Establecimiento que cuenta con la maquinaria necesaria, cumple con los principios, regulaciones de higiene y seguridad requeridos por la ley, para el procesamiento de alimentos.		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
Incide en la percepción de los agentes económicos con respecto a la industrialización del coco. Zonas más cercanas a las plantas de procesamiento, cuentan con mayor competitividad, por su facilidad de encontrar alternativas de industrialización del coco en una variedad de derivados que pueden incluir aceite de coco, harina de coco, leche de coco, agua de coco y otros productos.		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO		
De acuerdo con el análisis de la variable, ésta no presentó límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE		
No contar con información acerca del volumen de transformación de materia prima o productos procesados, ni la ubicación georreferenciada de las plantas de procesamiento.		
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN		
Información. Invima. (2023). Plantas de procesamiento del coco.		
Precisiones de la información. A través de la metodología de isócronas empleadas por la UPRA, proceso, en el que se calcula el tiempo de desplazamiento sobre los diferentes ejes viales.		



Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Se usaron los insumos de tramos fluviales y coberturas de la tierra a las cuales se les asignan unas velocidades de desplazamiento promedio a través de ellas.

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), aptitud media (A2) y aptitud baja (A3), como se muestra a continuación:

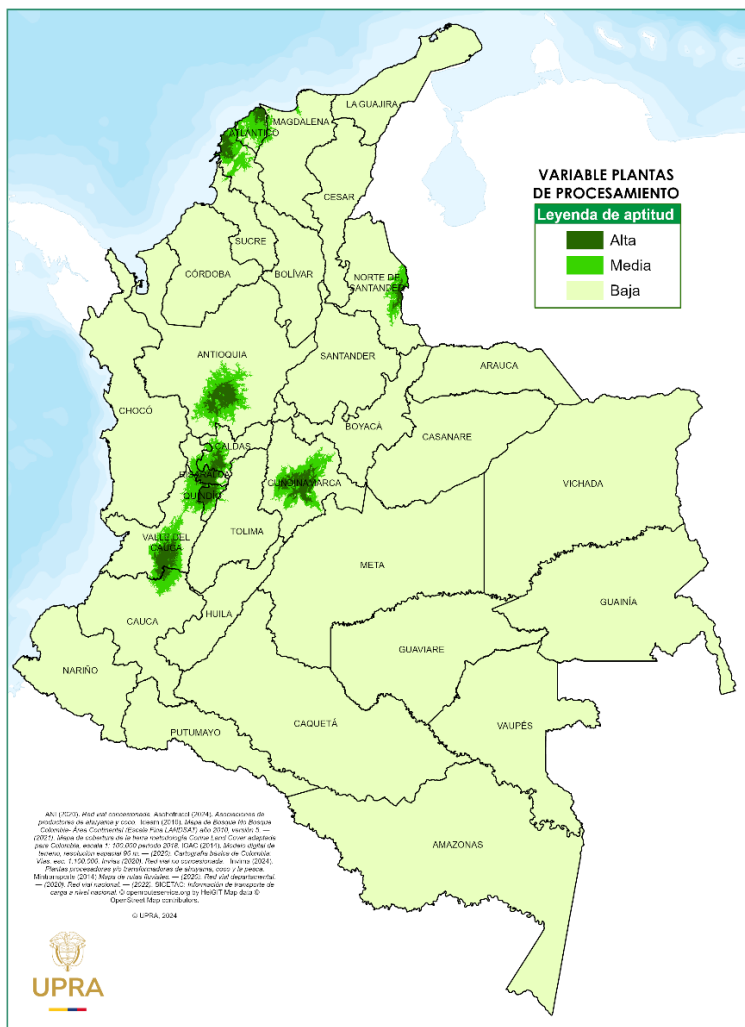
Tiempo de desplazamiento en horas	Aptitud
< 1	Alta (A1)
1 - 2	Media (A2)
> 2	Baja (A3)

Unidad de análisis

Tiempo de desplazamiento en horas

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COCO CRITERIO INFRAESTRUCTURA PRODUCTIVA



FUENTES DE INFORMACIÓN

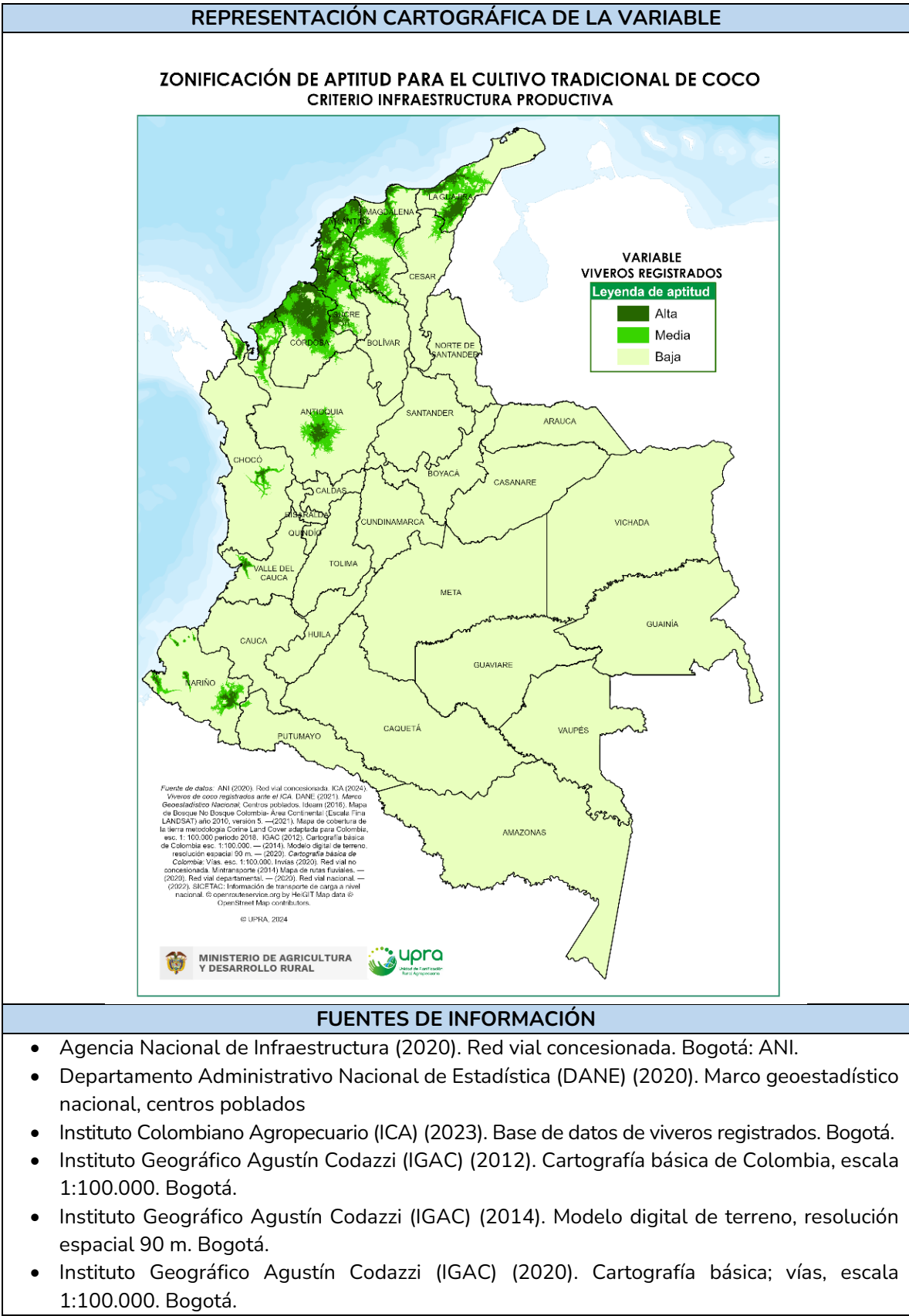
- Agencia Nacional de Infraestructura (ANI) (2020). Red vial concesionada. Bogotá.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (2020). Marco geoestadístico nacional: centros poblados. Bogotá.
- Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (Invima) (2023). Plantas de procesamiento de coco.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) (2016). Bosque no bosque Colombia – Área Continental (Escala Fina LANDSAT) año 2010 V5. Bogotá.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (Ideam) (2021). Mapa de cobertura de la tierra para el 2018, metodología Corine Land Cover adaptada a Colombia escala 1:100.000. Bogotá.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2014). Método digital de terreno, escala espacial 90 m Bogotá.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (IGAC) (2020). Cartografía básica de Colombia: vías, escala 1:100.000. Bogotá.
- Instituto Nacional de Vías (2020). Red vial no concesionada. Bogotá.
- Ministerio de Transporte (MinTransporte) (2014). Mapa de tramos fluviales navegables. Bogotá.
- Ministerio de Transporte (MinTransporte) (2020). Red vial departamental. Bogotá.
- Ministerio de Transporte (MinTransporte) (2020). Red vial nacional. Bogotá.
- Sistema de Información de Costos Eficientes para el Transporte Automotor de Carga (Sicetac) (2020). Información de transporte de carga a nivel nacional © openrouteservice.org by HeiGIT Map data © OpenStreet Map contributors.

3.1.4. Variable *Viveros registrados*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional	
COMPONENTE: Socioeconómico SUBCOMPONENTE: Económico		
CRITERIO ASOCIADO: Infraestructura productiva		
VARIABLE: Viveros registrados	UNIDAD DE MEDIDA: Tiempo de desplazamiento (h)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
Es un conjunto de instalaciones que cumple con los criterios técnicos para producir, multiplicar y/o comercializar material vegetal de propagación.		
Viveros registrados ante el ICA: Acto administrativo por el cual el ICA reconoce el cumplimiento de los requisitos, condiciones y procedimientos exigidos para realizar la actividad como productor y/o comercializador de material vegetal de propagación a través de vivero (ICA, 2020).		



IMPORTANCIA DE LA VARIABLE									
Permite identificar áreas donde es posible acceder a un vivero de multiplicación de material de propagación para la siembra comercial de coco que reúna las condiciones de calidad exigidas por el ICA.									
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 se cuenta con información actualizada de la ubicación de los viveros, ni la capacidad de plántulas para comercializar.									
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN									
<p>Información. ICA. (2023). Viveros registrados.</p> <p>Precisiones de la información. A través de la metodología de isócronas empleadas por la UPRA, proceso, en el que se calcula el tiempo de desplazamiento sobre los diferentes ejes viales.</p> <p>Análisis de la consistencia y preparación de la información. Se usaron los insumos de tramos fluviales y coberturas de la tierra a las cuales se les asignan unas velocidades de desplazamiento promedio a través de ellas.</p>									
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD									
Los rangos para la espacialización de la variable cercanía a viveros registrados, se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1), media (A2) y baja (A3).									
<table><tr><th>Tiempo de desplazamiento en horas</th><th>Aptitud</th></tr><tr><td>< 1</td><td>Alta (A1)</td></tr><tr><td>1 - 2</td><td>Media (A2)</td></tr><tr><td>> 2</td><td>Baja (A3)</td></tr></table>		Tiempo de desplazamiento en horas	Aptitud	< 1	Alta (A1)	1 - 2	Media (A2)	> 2	Baja (A3)
Tiempo de desplazamiento en horas	Aptitud								
< 1	Alta (A1)								
1 - 2	Media (A2)								
> 2	Baja (A3)								
Unidad de análisis	Tiempo de desplazamiento en horas								





- Instituto Nacional de Vías (Invías) (2020). Red vial no concesionada.
- Ministerio de Transporte (MinTransporte) (2014). *Mapa de tramos fluviales navegables*. Bogotá.
- Ministerio de Transporte (MinTransporte) (2020). *Red vial departamental*. Bogotá.
- Ministerio de Transporte (MinTransporte) (2020). *Red vial nacional*. Bogotá.
- Sistema de Información de Costos Eficientes para el Transporte Automotor de Carga (Sicetac) (2020). Información de transporte de carga a nivel nacional © openrouteservice.org by HeiGIT Map data © OpenStreet Map contributors.

3.1.5. Variable *Distritos de adecuación de tierras*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional	
COMPONENTE: Socioeconómico SUBCOMPONENTE: Económico		
CRITERIO ASOCIADO: Infraestructura productiva		
VARIABLE: Distritos de adecuación de tierras	UNIDAD DE MEDIDA: Polígonos	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
Área de influencia de obras civiles destinadas a dotar un área determinada con riego, drenaje, 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 o drenaje, que mejore las condiciones del uso eficiente del recurso suelo y agua para la producción del cultivo de coco.		
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 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 coco.		
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN		
Información. ADR (2018). Base de datos DAT. CAR (2016). Información georreferenciada de distritos de riego. INCODER (2015). Base de datos DAT del país. IGAC (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000 IGAC (2018). Georreferenciación de distritos de adecuación de tierras de mediana y gran escala. MinAgricultura (2015). Documentos e información georreferenciada de distritos de riego.		

Precisiones de la información.

Registro de polígonos activos y no activos de distritos de riego de usuarios del Incoder.

Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Clasificación de los 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).

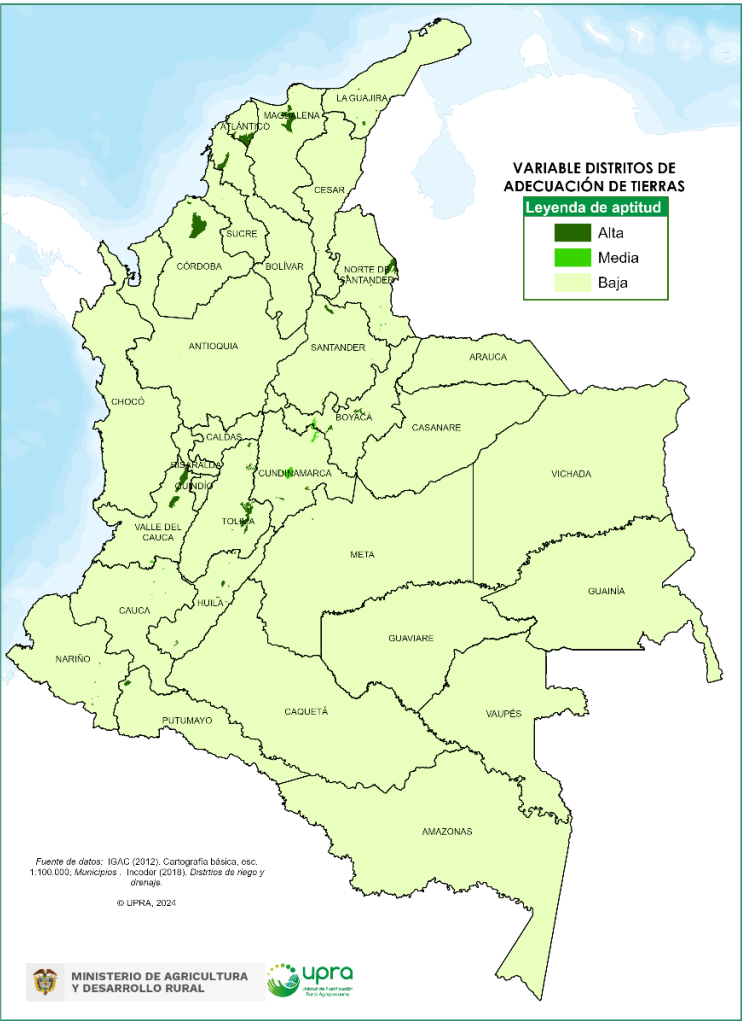
Polígonos	Aptitud
Distritos activos	Alta (A1)
Distritos inactivos	Media (A2)
Sin distritos	Baja (A3)

Unidad de análisis

Polígonos

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

**ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE COCO
CRITERIO INFRAESTRUCTURA PRODUCTIVA**





FUENTES DE INFORMACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> • Agencia de Desarrollo Rural (ADR) (2018). Base de datos DAT. • Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá. • Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2018). Georreferenciación de distritos de adecuación de tierras de mediana y gran escala. • Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (Incoder) et al (2015). Base de datos DAT del país. • MinAgricultura (2015). Documentos e información georreferenciada de distritos de riego.

3.2. Criterio *Infraestructura, bienes y servicios*

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)		Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional
COMPONENTE: Socioeconómico SUBCOMPONENTE: Económico		
CRITERIO ASOCIADO: Infraestructura, bienes y servicios		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
<ul style="list-style-type: none">• Conectividad terrestre y fluvial, expresada en predios.• Centros mayoristas, expresados en tiempo de desplazamiento en horas.• Centros de servicios, expresados en tiempo de desplazamiento en horas.• Energía eléctrica rural, expresada en nivel de favorabilidad.• Cobertura de internet móvil, expresados en tecnología y número de antenas.		
DEFINICIÓN		
Bienes de uso colectivo que se requieren en la actividad productiva, así como los canales que intervienen en el desarrollo y funcionamiento de los mercados nacionales e internacionales, siendo aquellos, los que pueden ser utilizados por muchas personas simultáneamente sin que el consumo de uno afecte el de otro. Estos bienes son fundamentales para el desarrollo económico y social.		
IMPORTANCIA DEL CRITERIO		
Incide en la percepción de los agentes económicos respecto la infraestructura de uso colectivo, garantizando el buen funcionamiento de los mercados, la disponibilidad de tecnología e instalaciones de servicios públicos y la cercanía a los centros de servicios.		
Regiones con mayores facilidades para la movilidad y capacidad técnica del aparato productivo, ofrecen mejores condiciones para que la producción agropecuaria se desarrolle en forma eficiente.		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO		
No contar con información actualizada, ni con los datos del volumen transportado y/o comercializado.		
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

Para las variables, que se representan con tiempo de desplazamiento, se utilizó la metodología de isócronas empleadas por la UPRA proceso, en el cual se calcula el tiempo de desplazamiento sobre los diferentes ejes viales, tramos fluviales navegables, senderos y coberturas de la tierra, teniendo en cuenta la pendiente calculada con el modelo digital de terreno, resolución espacial de 90 metros y su influencia sobre la velocidad de desplazamiento.

Tipos de vías terrestres empleadas en el algoritmo de isócronas:

Tipo 1: vías que conectan capitales departamentales.

Tipo 2: vías que conectan cabeceras municipales.

Tipo 3: vías que conectan veredas con cabeceras o veredas entre sí.

Estas vías se obtuvieron de fuentes oficiales como el Ministerio de Transporte, la ANI, el Invías, el IGAC y de fuentes libres como *Open Street Maps*, se clasificaron en tipo según las definiciones del manual de diseño de carreteras del Invías y se le asignaron velocidades mediante muestreos de información por departamento a través de *Open Route Service* para viajes en automóvil, adicionalmente se realizó un ajuste a las velocidades para transporte de carga teniendo en cuenta la información obtenida del servicio *Sicetac* del Ministerio de Transporte.

Para completar la superficie de desplazamiento a nivel nacional, se utilizaron insumos de tramos terrestres, fluviales y coberturas de la tierra, a los cuales se les asignaron velocidades de desplazamiento promedio. Estas velocidades se basan en estudios previos y en las características específicas de cada tipo de terreno, como la topografía y la calidad de las vías.

Con esta información, se calcula un recorrido acumulado desde diferentes puntos de interés en el territorio. Este análisis permite identificar áreas con mejor conectividad y aquellas que pueden requerir mejoras en su acceso. Además, facilita la planificación de infraestructuras y la ubicación de servicios, contribuyendo al desarrollo regional y a una mejor distribución de oportunidades para la población.

La ponderación del criterio se construyó a partir de la metodología AHP (*Analytic Hierarchy Process*), condensada en la matriz de comparaciones pareadas de cinco variables; posteriormente, teniendo en cuenta el software PriEsT (*Priority Estimation Tool*), se calcularon las ponderaciones de cada una de ellas dentro del criterio, según las categorías de aptitud, de acuerdo con la siguiente tabla:

Criterio	Variables	Conectividad terrestre y fluvial	Centros mayoristas	Centros de servicios	Energía eléctrica rural	Cobertura internet móvil	Peso ponderado (%)
Infraestructura Bienes y Servicios	Conectividad terrestre y fluvial	1					44,8
	Centros mayoristas	1/3	1				26,1
	Centros de servicios	1/3	1/3	1			15,2
	Energía eléctrica rural	1/5	1/5	1/3	1		8,8
	Cobertura de internet móvil	1/5	1/5	1/3	1/3	1	5,1



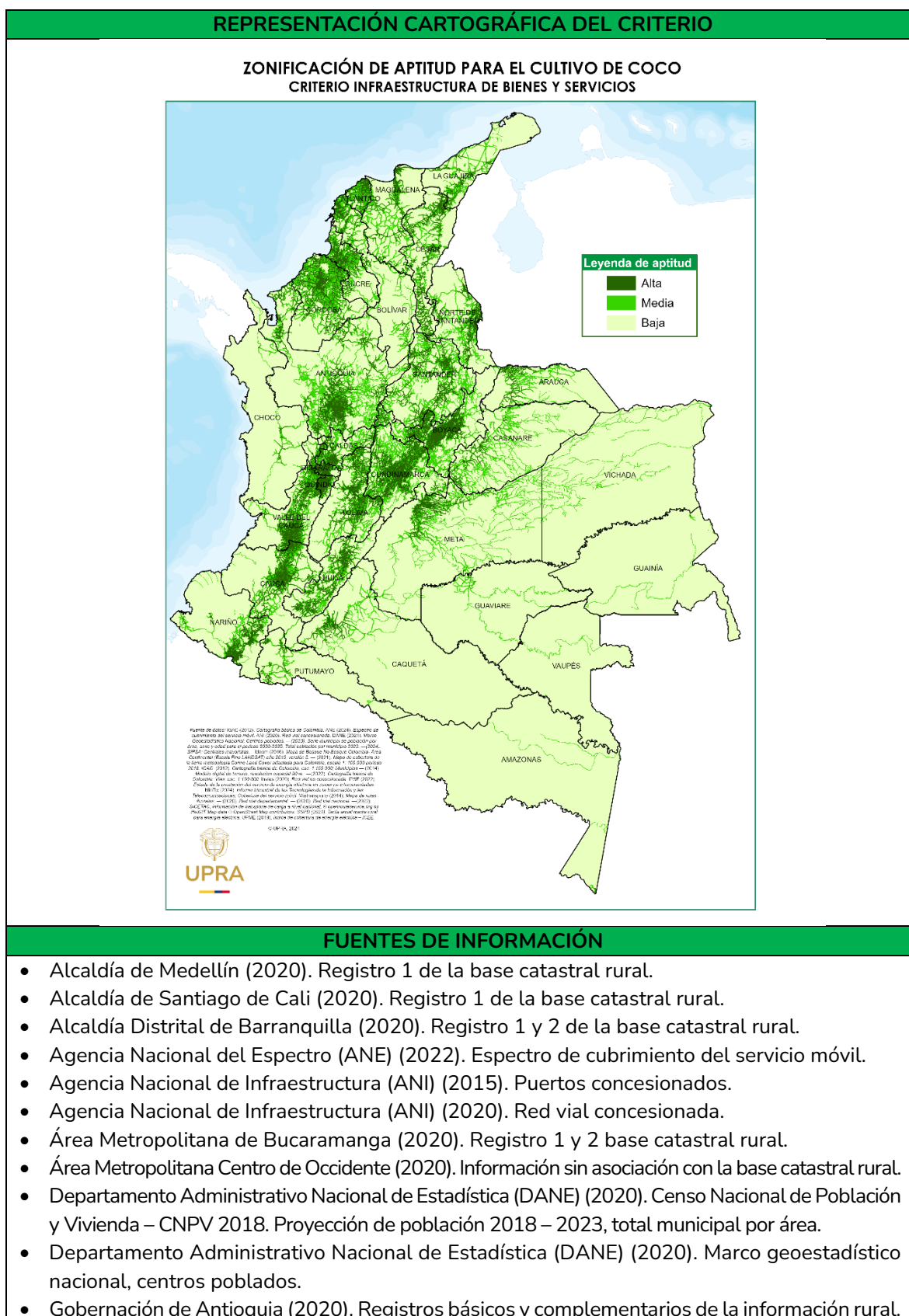
La escala de importancia dentro del proceso AHP tiene en cuenta la valoración entre pares de variables:

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 importantes				Igual en importancia	Más importante			

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los siguientes son los rangos de aptitud aplicados para el criterio:

Criterios	Variables	Unidad de medida	Aptitud		
			Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)
Infraestructura, bienes y servicios	Centros mayoristas	Tiempo de desplazamiento (h)	< 1	1 – 2	>2
	Centros de servicios	Tiempo de desplazamiento (h)	< 1	1 – 2	>2
	Conectividad terrestre y fluvial	Distancia (m)	Vías tipo 1 a 5 con buffer de 500 m a las vías	Vías tipo 1 a 5 con buffer de 1000 m a las vías	Resto
	Energía eléctrica rural	Favorabilidad en el acceso (unidades)	> 7	5 -7	< 5
	Cobertura de internet móvil	Número de antenas/Km ²	> 2 antenas / 10 km ²	<2 antenas / 10 km ²	Sin cobertura





- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) (2014). Temperatura media anual promedio multianual periodo 1981 – 2010.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) (2018). Bosque no bosque 2010 V5. Bogotá.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) (2021). Cobertura de la tierra metodología CORINE Land Cover para Colombia (periodo 2018).
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2012). Cartografía básica de Colombia, escala 1:100.000. Bogotá.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2014). Modelo digital de elevación a 30 m.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). (2020). Cartografía básica; vías, escala 1:100.000. Bogotá.
- Instituto Nacional de Vías (Invías) (2020). Red vial no concesionada.
- Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de Colombia (MinTic) (2021). Informe trimestral de las tecnologías de la información y las telecomunicaciones; cobertura del servicio móvil.
- Ministerio de Transporte (MinTransporte) (2014). Mapa de tramos fluviales navegables. Bogotá.
- Ministerio de Transporte (MinTransporte) (2020). Red vial departamental.
- Ministerio de Transporte (MinTransporte) (2020). Red vial nacional.

3.2.1. Variable *Conectividad terrestre y fluvial*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)		Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional
COMPONENTE: Socioeconómico SUBCOMPONENTE: Económico		
CRITERIO ASOCIADO: Infraestructura productiva		
VARIABLE: Conectividad terrestre y fluvial		UNIDAD DE MEDIDA: Distancia (m)
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
<p>Se refiere a la capacidad de conexión y acceso que tienen diferentes áreas mediante redes de transporte y vías fluviales. Esta conectividad es crucial para la movilidad de personas y mercancías, y para el desarrollo económico y social de una región.</p> <p>La conectividad terrestre se refiere a la red de infraestructuras que facilita el transporte por tierra. Incluye todos los caminos y rutas que permiten el movimiento de vehículos, personas y mercancías, mientras que la conectividad fluvial se refiere a la red de vías navegables que permite el transporte de bienes y personas a través de ríos, canales y otros cuerpos de agua. Es especialmente importante en regiones donde el transporte terrestre es menos viable o más costoso.</p>		

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE	
<p>La conectividad facilita el comercio al permitir el movimiento eficiente de bienes y servicios. Mejora el acceso a mercados y reduce los costos de transporte; permite a las comunidades acceder a servicios esenciales, mercados, y oportunidades de empleo. Adicionalmente, conecta diferentes regiones, fomentando la cooperación y el desarrollo regional. Facilita el intercambio cultural y económico entre áreas urbanas y rurales.</p> <p>La conectividad fluvial es una alternativa más ecológica al transporte terrestre, reduciendo la huella de carbono y el impacto ambiental. Una red bien conectada facilita la respuesta rápida en situaciones de emergencia, como desastres naturales o crisis de salud.</p> <p>Influyen significativamente en la eficiencia económica, la accesibilidad y el desarrollo regional. Una red de transporte bien planificada y mantenida contribuye al crecimiento sostenible y a la mejora de la calidad de vida en las comunidades conectadas.</p>	
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 principal limitante es que la cartografía básica con la que se trabaja puede no tener la actualización necesaria, para reflejar el verdadero estado de las vías y, por ende, podría no contarse con el detalle que garantice la óptima información para la construcción de esta.	
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	
<p>Información. IGAC (2020). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá.</p> <p>Precisiones de la información. Se utilizan las vías, clasificadas por el IGAC y el Invías de la siguiente manera, hasta la categoría 5.</p> <ol style="list-style-type: none"> Vías primarias. Son aquellas troncales, transversales y accesos a capitales de Departamento que cumplen la función básica de integración de las principales zonas de producción y consumo del país y de éste con los demás países. Este tipo de carreteras pueden ser de calzadas divididas según las exigencias particulares del proyecto. Carretera pavimentada con revestimiento duro (concreto) o flexible (asfalto). Transitables durante todo el año. Vías secundarias. Son aquellas vías que unen las cabeceras municipales entre sí y/o que provienen de una cabecera municipal y conectan con una carretera Primaria. Las carreteras consideradas como Secundarias pueden funcionar pavimentadas o afirmado. Son vías transitables todo el año. Vías terciarias. Son aquellas vías de acceso que unen las cabeceras municipales con sus veredas o unen veredas entre sí. Las carreteras consideradas como Terciarias deben funcionar en afirmado. En caso de pavimentarse deberán cumplir con las condiciones geométricas estipuladas para las vías Secundarias. Placa huella. Vía con placa-huella presenta un volumen de tránsito bajo con muy pocos buses y camiones al día siendo los automóviles, los camperos y las motocicletas el mayor componente del flujo vehicular. 	



5. Camino. Sendero de adecuación vial generalmente rural, por el cual transitan principalmente peatones y animales. La superficie no tiene pavimento ni afirmado.

Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Se tomó como base la información de la estructura vial nacional del IGAC, con su correspondiente clasificación, según las características de las vías que allí se identifican sobre el territorio.

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).

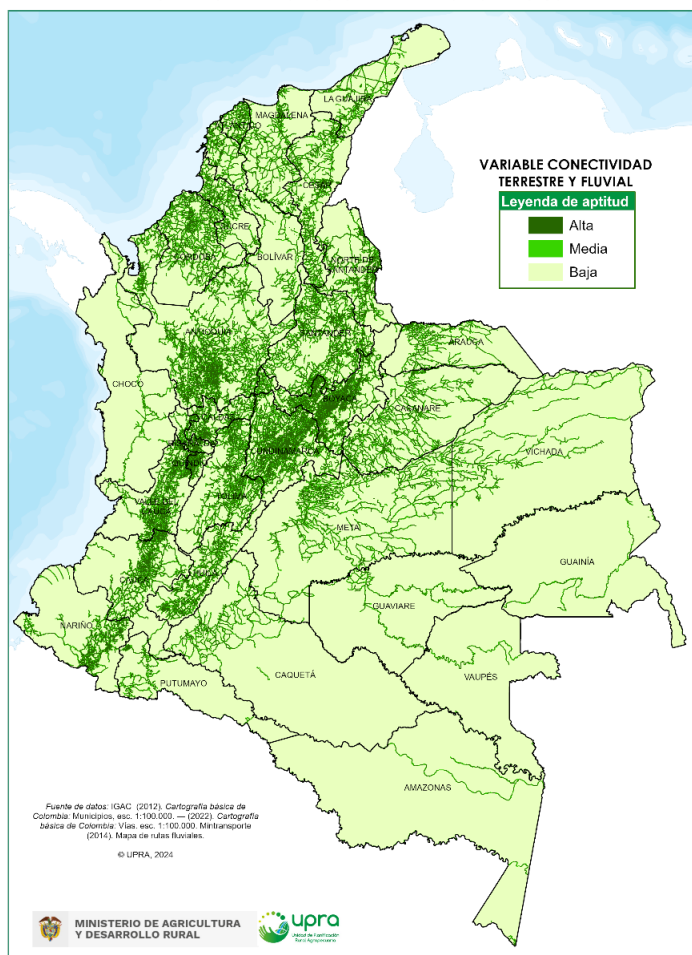
Distancia (metros)	Aptitud
Vías tipo 1 a 5 con buffer de 500 m a las vías	Alta (A1)
Vías tipo 1 a 5 con buffer de 1000 m a las vías	Media (A2)
Resto	Baja (A3)

Unidad de análisis

Distancia (m)

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

**ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO TRADICIONAL DE COCO
CRITERIO INFRAESTRUCTURA DE BIENES Y SERVICIOS**



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam). (2012). Mapa nacional de cobertura de la tierra. Bogotá.
- Ministerio de Transporte (MinTransporte) (2014). Mapa de tramos fluviales navegables. Mapa de vías 4G. -. (2014). Información portuaria. Bogotá.
- OAS. (2017). Navegación fluvial en Colombia. Cultivo de coco
<www.oas.org/navegacionfluvialencolombia>

3.2.2. Variable Centros mayoristas**FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE**

TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)		Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional	
COMPONENTE: Socioeconómico SUBCOMPONENTE: Económico			
CRITERIO ASOCIADO: Infraestructura, bienes y servicios			
VARIABLE: Centros mayoristas		UNIDAD DE MEDIDA: Tiempo de desplazamiento (h)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO		Exclusión técnica	
		Análisis jerárquico	✓
		Restricción legal	
		Condicionante legal	
DEFINICIÓN			
Son establecimientos comerciales que compran y venden grandes volúmenes de mercancías a precios reducidos, principalmente a minoristas y comerciantes. Su función principal es actuar como intermediarios en la cadena de suministro, facilitando el acceso a una amplia variedad de productos. Los centros mayoristas son cruciales para el comercio, promoviendo la eficiencia en la distribución y la accesibilidad a productos en el mercado.			
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE			
Son la principal forma de abastecimiento de los distintos tipos de alimentos y de diferentes productos que en ella se encuentran. Facilitan al productor el acceso desde cualquier punto de las fincas del país a la comercialización, favoreciendo su cercanía, en cuanto a costos y conservación de los 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			
No existe información de volúmenes ingresados/transados/comercializados a los centros de abastecimientos y, por lo tanto, la representación cartográfica no permite identificar los de mayor importancia para la comercialización del coco.			
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN			
Información.			
Centros mayoristas de abasto. (2023). base de datos			



Precisiones de la información.

A través de la metodología de isócronas empleadas por la UPR, proceso, en el que se calcula el tiempo de desplazamiento sobre los diferentes ejes viales.

Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Se usaron los insumos de tramos fluviales y coberturas de la tierra a las cuales se les asignan unas velocidades de desplazamiento promedio a través de ellas.

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).

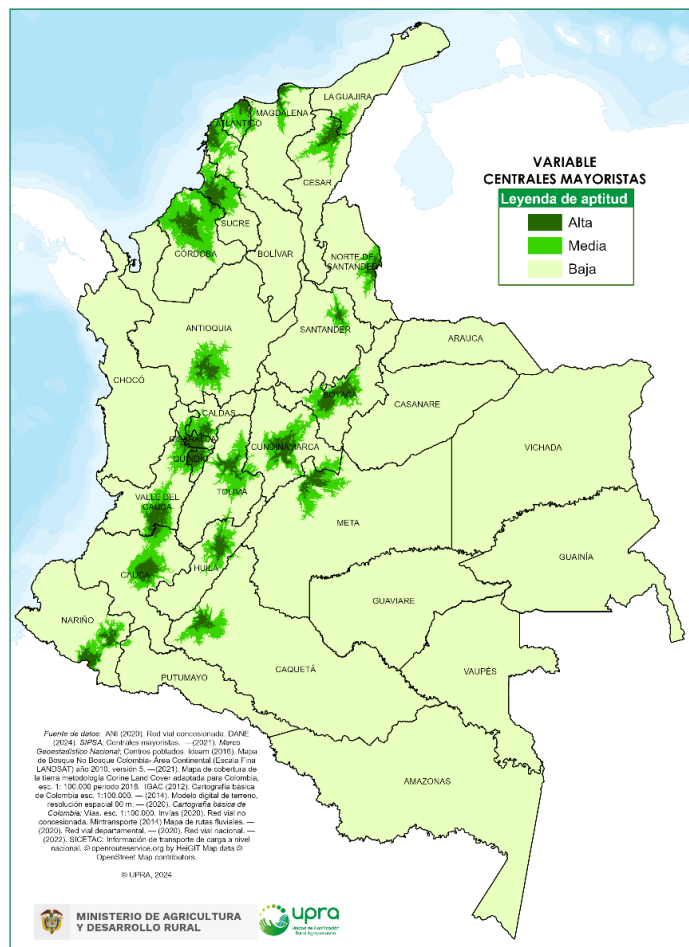
Tiempo de desplazamiento en horas	Aptitud
< 1	Alta (A1)
1 - 2	Media (A2)
> 2	Baja (A3)

Unidad de análisis

Tiempo de desplazamiento en horas

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO TRADICIONAL DE COCO CRITERIO INFRAESTRUCTURA DE BIENES Y SERVICIOS



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Agencia Nacional de Infraestructura (ANI) (2020). *Red vial concesionada*. Bogotá.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (2020). Censo Nacional de Población y Vivienda – CNPV 2018. Proyecciones de población 2018-2023. Total, municipal por área. Bogotá.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (2020). Marco geoestadístico nacional, centros poblados. Bogotá.
- Centros mayoristas de abasto (2023). Base de datos.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2014). Método digital de terreno, resolución espacial 90 m. Bogotá.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2020). Cartografía básica de Colombia, vías. Bogotá.

282

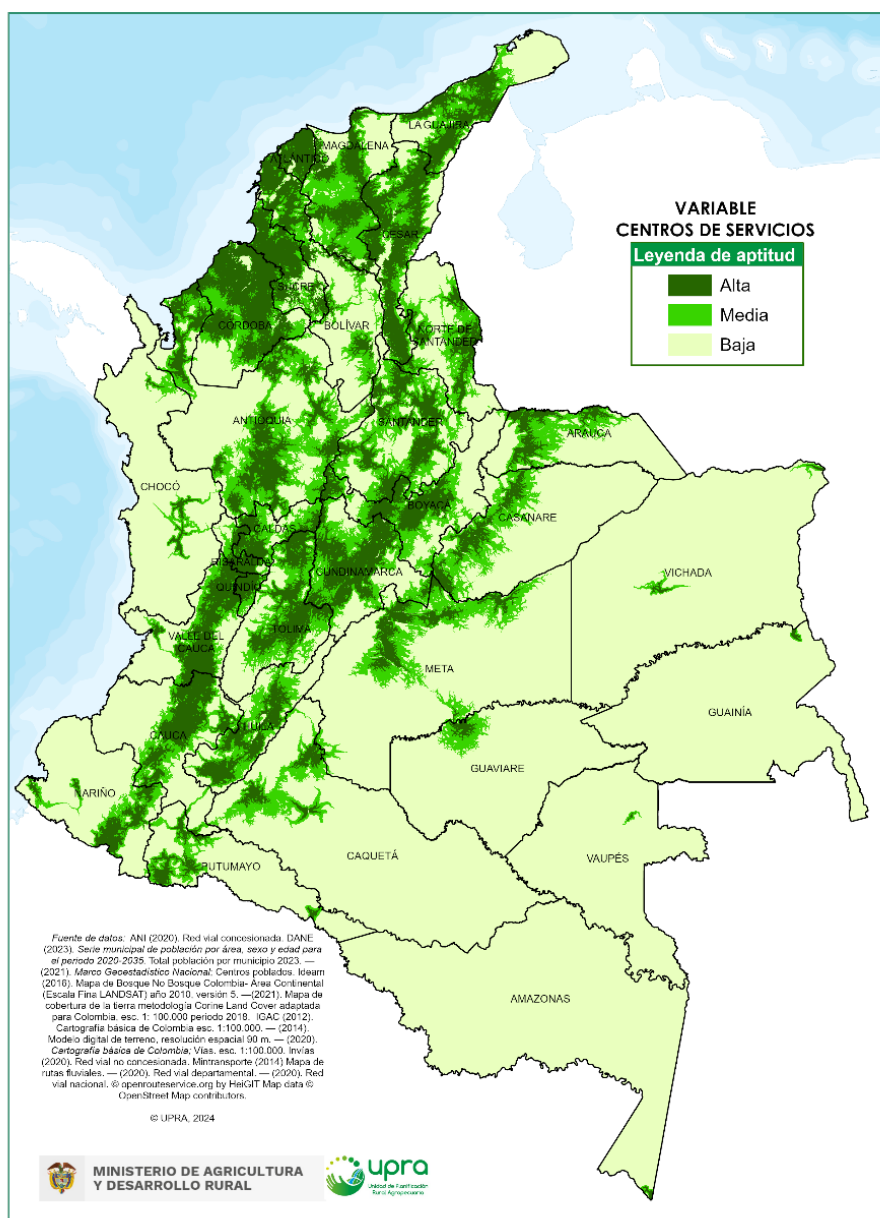
3.2.3. Variable Centros de servicios

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional	
COMPONENTE: Socioeconómico SUBCOMPONENTE: Económico		
CRITERIO ASOCIADO: Infraestructura, bienes y servicios		
VARIABLE: Centros de servicios	UNIDAD DE MEDIDA: Tiempo de desplazamiento (h)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
Áreas donde existe oferta de bienes y servicios para abastecer las necesidades de la producción del cultivo de coco. El centro de servicios está enmarcado poblaciones con más de 30.000 habitantes.		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
Incide en la competitividad para el desarrollo de la producción comercial de coco, 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 terrestre, 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		
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 realizó con base en las proyecciones de la población realizadas por el DANE para el año 2022, estimada a partir del Censo de población y vivienda del año 2018. Hay centros de servicios importantes que podrían omitirse por no contar con más de 30.000 habitantes.									
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN									
<p>Información. DANE (2018). Total, población del municipio proyectada a 2023.</p> <p>Precisiones de la información. A través de la metodología de isócronas empleadas por la UPRA, proceso, en el que se calcula el tiempo de desplazamiento sobre los diferentes ejes viales.</p> <p>Análisis de la consistencia y preparación de la información. Se usaron los insumos de tramos fluviales y coberturas de la tierra a las cuales se les asignan unas velocidades de desplazamiento promedio a través de ellas.</p>									
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).									
<table><tr><th>Tiempo de desplazamiento en horas</th><th>Aptitud</th></tr><tr><td>< 1</td><td>Alta (A1)</td></tr><tr><td>1 - 2</td><td>Media (A2)</td></tr><tr><td>> 2</td><td>Baja (A3)</td></tr></table>		Tiempo de desplazamiento en horas	Aptitud	< 1	Alta (A1)	1 - 2	Media (A2)	> 2	Baja (A3)
Tiempo de desplazamiento en horas	Aptitud								
< 1	Alta (A1)								
1 - 2	Media (A2)								
> 2	Baja (A3)								
Unidad de análisis	Tiempo de desplazamiento en horas								
REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE									

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO TRADICIONAL DE COCO CRITERIO INFRAESTRUCTURA DE BIENES Y SERVICIOS



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Agencia Nacional de Infraestructura (ANI) (2020). *Red vial concesionada*. Bogotá.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (2020). *Censo Nacional de Población y Vivienda – CNPV 2018. Proyecciones de población 2018-2023. Total, municipal por área*. Bogotá.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (2020). *Marco geoestadístico nacional, centros poblados*. Bogotá.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2014). *Método digital de terreno, resolución espacial 90 m*. Bogotá.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2020). *Cartografía básica de Colombia; vías, escala 1:100.000*. Bogotá.
- Instituto Nacional de Vías (Invías) (2020). *Red vial no concesionada*. Bogotá.



- Ministerio de Transporte (MinTransporte) (2014). Mapa de tramos fluviales. Bogotá.
- Ministerio de Transporte (MinTransporte) (2020). Red vial departamental. Bogotá.
- Ministerio de Transporte (MinTransporte) (2020). Red vial nacional. Bogotá.
- Sistema de Información de Costos Eficientes para el Transporte Automotor de Carga (Sicetac) (2020). información de transporte de carga a nivel nacional, ©openrouteservice.org by HeiGIT Map data © OpenStreet Map contributors. Bogotá.

3.2.4. Variable *Energía eléctrica rural*

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional	
COMPONENTE: Socioeconómico SUBCOMPONENTE: Económico		
CRITERIO ASOCIADO: Infraestructura, bienes y servicios		
VARIABLE: Energía eléctrica rural	UNIDAD DE MEDIDA: Unidades de favorabilidad	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Análisis jerárquico	✓
	Condicionante legal	
	Exclusión técnica	
	Restricción legal	
DEFINICIÓN		
Corresponde al nivel de favorabilidad para el acceso al servicio público de energía eléctrica en las zonas rurales del país; para ello se evalúa el índice de cobertura de energía eléctrica, tarifa media rural no residencial y el tipo sistema de transmisión.		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
En la actividad agropecuaria el servicio eléctrico se convierte en una de las fuentes de alimentación de motores y maquinaria utilizada para la transformación y demás labores derivadas.		
Orienta a los agentes económicos en sus decisiones de inversión sobre las áreas rurales del país donde se cuenta con óptimas condiciones de servicio de energía eléctrica pública, valorada por cobertura, sistema de transmisión y tarifa.		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO		
El análisis de la variable no presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE		
En el Sistema único de información de servicios públicos domiciliarios (SUI) se encuentra la información para las zonas interconectadas y mixtas, no obstante, no reporta información para las zonas no interconectadas (ZNI); dicha información de las (ZNI) se encuentra a cargo del Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas No Interconectadas (IPSE). La información de las dos instituciones no cuenta con los mismos parámetros y estándares de presentación en los campos de información, lo cual en ocasiones dificulta la unión y el procesamiento de la información a nivel nacional.		

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Información.

Superintendencia de servicios públicos domiciliarios. Sistema Único de Información (SUI). (2022). Reportes comerciales del servicio de energía por municipio y departamento.

Unidad de Planificación Minero Energética (UPME) (2022). Índice de cobertura de energía eléctrica ICEE - Resto.

Unidad de Planificación Minero Energética (UPME) (2019). Metodología y resultados de la estimación del Índice de Cobertura de Energía Eléctrica – ICEE-. Bogotá.

Instituto de planificación y promoción de soluciones energéticas para las zonas no interconectadas (IPSE) (2020). Estado de la prestación del servicio de energía en Zonas No interconectadas.

Precisiones de la información.

Para el desarrollo de esta variable, se establecieron las siguientes subvariables:

Subvariable *Índice de cobertura de energía eléctrica resto (ICEE)*

El ICEE fue considerado como subvariable debido a que presenta un panorama del estado de cobertura de energía eléctrica, considerando criterios técnicos básicos para las diferentes alternativas de prestación del servicio. Para el caso específico de esta subvariable se tuvieron en cuenta los datos de ICEE resto, entendiéndose como resto las zonas rurales se encuentran ubicadas geográficamente a una distancia significativa respecto de las zonas urbanas.

De acuerdo con la metodología y resultados de la estimación del ICEE publicada por la UPME (Unidad de Planeación Minero-Energética) en el 2018, el ICEE se estima como la relación entre las viviendas con servicio *Usuarios* y el total de viviendas, discriminando los usuarios ubicados en la cabecera municipal o urbanos de los ubicados en el resto o zona rurales de cada sitio, municipio, o departamento:

$$ICEE_{t,i} = \frac{Usuarios_{t,i}}{Viviendas_{t,i}} \times 100\%$$

$t = \text{período de tiempo calculado}$
 $i = \text{ubicación departamento, municipio, sitio}$

Se entiende en el marco de la metodología de cálculo de este índice, una vivienda como un inmueble con uso residencial y usuario corresponde a las viviendas clasificadas en el sector residencial, que tienen la infraestructura eléctrica disponible, independiente de su condición comercial, la cantidad de horas de servicio o si el servicio se presta a través del Sistema Interconectado Nacional (SIN) o mediante soluciones aisladas (ZNI) Zonas no interconectada (UPME 2019).

Análisis de la consistencia y preparación de la información.

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:

$$[Q_1 - 1,5 * RI, Q_3 + 1,5 * RI]$$

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 a que se encontraron más del 5 % de datos atípicos, la decisión es utilizar el método de k-medias.

Clasificación de los municipios por aptitud.

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 parten 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 intraclústeres y maximizar la distancia interclústeres, 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:

- a. 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.
- b. De manera inicial se divide en 3 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.
- c. 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.
- d. Se asigna cada elemento al clúster cuyo dato sea el mínimo de los 2 posibles y se recalculan los centroides con los nuevos agrupamientos.
- e. 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).

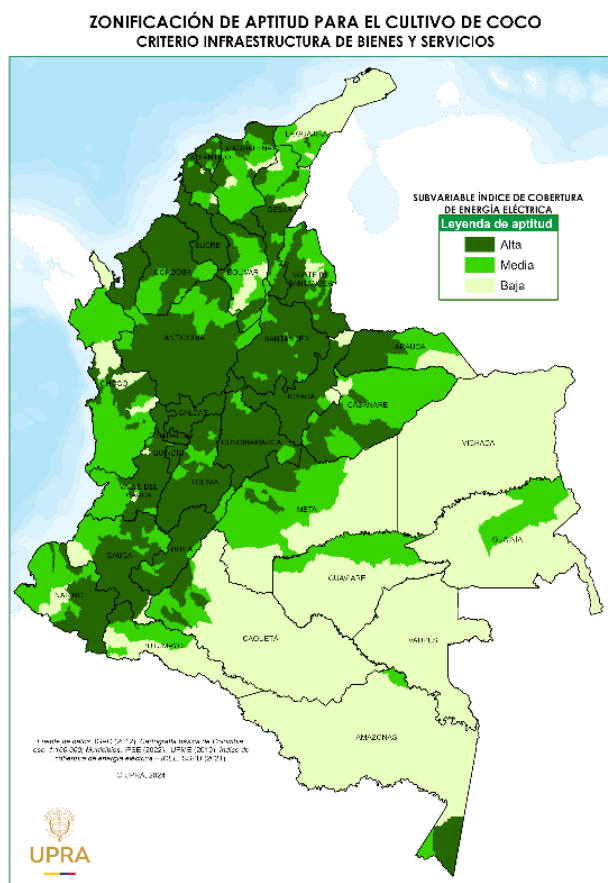
Al realizar el procedimiento anteriormente descrito para la subvariable *índice de cobertura de energía eléctrica*, el resultado fue 3 agrupamientos, a los que se le asignó la calificación de aptitud, de modo que los rangos quedan definidos de la siguiente manera:

Aptitud alta (A1): Municipios con más de 81,65 % de cobertura

Aptitud media (A2): Municipios entre 46,32 y 81,65 % de cobertura

Aptitud baja (A3): Municipios con menos de 46,32 % de cobertura.

A continuación, se presenta el resultado de la subvariable *Índice de cobertura de energía eléctrica resto*.





Subvariable Sistema de transmisión de energía eléctrica

El sistema de transmisión de la energía eléctrica en Colombia se da mediante dos tipos, el primero y más estable se denomina Sistema interconectado nacional (SIN), el cual según la Ley 143 de 1994 se define como "Sistema compuesto por los siguientes elementos conectados entre sí: las plantas y equipos de generación, la red de interconexión, las redes regionales e interregionales de transmisión, las redes de distribución y las cargas eléctricas de los usuarios"; el SIN está conformado por todas las líneas de transmisión de energía y subestaciones que hay en el país, medios a través de los cuales se transporta la energía desde las centrales de generación hasta los pueblos y ciudades en donde es consumida.

Al estar integrada toda la cadena productiva de la energía en este sistema se garantiza que todas las regiones del país reciban el servicio de energía las 24 horas del día, todo el año (Celsia, 2019). El segundo se denomina *Zonas no interconectadas*, que como su nombre lo indica son áreas del país los cuales no poseen conexión al SIN, se caracterizan por presentar baja densidad poblacional, ubicación lejana de los centros urbanos y dificultad en el acceso; la integración de estas zonas al SIN presenta altos costos, haciéndose necesaria la prestación del servicio mediante la cogeneración por medio de plantas de energía a diésel, las cuales presenta elevados costos de combustible, operación y mantenimiento debido a las dificultades de transporte de combustible por su ubicación en zonas remotas, lo cual se traduce en altos costos del servicio de energía por kW/h (RAPE, 2020).

Para la construcción de la variable se realizó la construcción de un listado unificado con la información del Sistema Único de Información de Servicios Públicos Domiciliarios (SUI), sistema que reporta los municipios que pertenecen al Sistema Interconectado Nacional (SIN), así como la información de los municipios reportados por el Instituto de *Planificación y promoción de soluciones energéticas para las zonas no interconectadas (IPSE)*, entidad encargada de reportar los municipios pertenecientes al sistema de transmisión de *Zonas no interconectadas (ZNI)*.

Al presentarse el caso de reporte de municipios en los dos sistemas de información (mixtos) se corroboró que tales municipios presentan zonas con servicio eléctrico pertenecientes al SIN, así como zonas con servicio eléctrico vinculadas a las ZNI.

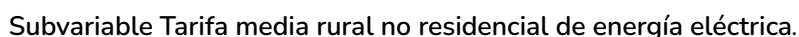
Al realizar el procedimiento anteriormente descrito para la subvariable *Sistema de transmisión de energía eléctrica*, el resultado fue el siguiente:

Aptitud alta (A1): Municipios con la totalidad de su área perteneciente al SIN

Aptitud media (A2): Municipios mixtos, con áreas pertenecientes al SIN y a ZNI

Aptitud baja (A3): Municipios con la totalidad de su área perteneciente al ZNI

A continuación, se presenta el resultado de la Subvariable *Sistema de transmisión de energía eléctrica*:



Análisis de la consistencia y preparación de la información.

$$[Q_1 - 1,5 * RI, Q_3 + 1,5 * RI]$$

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 a que se encontraron más del 5 % de datos atípicos, la decisión es utilizar el método de k-medias.



Clasificación de los municipios por aptitud.

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 parten 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 intraclústeres y maximizar la distancia interclústeres, 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:

- a. 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.
- b. De manera inicial se divide en 2 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.
- c. 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.
- d. Se asigna cada elemento al clúster cuyo dato sea el mínimo de los 2 posibles y se recalculan los centroides con los nuevos agrupamientos.
- e. 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 anteriormente descrito para la subvariable *Tarifa media rural no residencial*, el resultado fue 3 agrupamientos, a los que se le asignó la calificación de aptitud, de modo que los rangos quedan definidos de la siguiente manera:

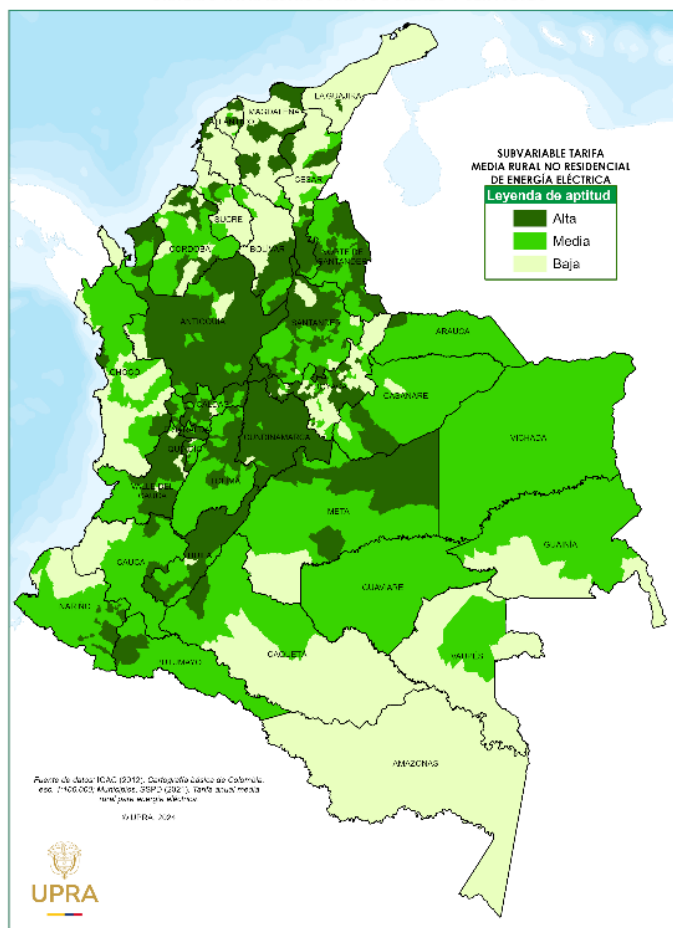
Aptitud alta (A1): Municipios con tarifa media rural inferior a \$ 411 por kilovatio

Aptitud media (A2): Municipios con tarifa media rural entre \$ 411 y \$ 524 por kilovatio

Aptitud baja (A3): Municipios con tarifa media rural superior a \$1.027 por kilovatio

A continuación, se presenta el resultado de la subvariable del *Tarifa media rural no residencial*:

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE COCO
CRITERIO INFRAESTRUCTURA DE BIENES Y SERVICIOS



Para generar el mapa de la variable e integrar los resultados de las subvariables, se realizó una integración de las tres subvariables expuestas, mediante árbol de decisión con ponderación aritmética igualitaria de las subvariables y dos cortes por sumatoria, donde se evalúa la favorabilidad en el acceso al servicio público de energía eléctrica rural.

Lo anterior significa que los valores categóricos de cada subvariable se convierten en valores computables de la siguiente forma, A1 equivale a un valor de 3 puntos, A2 equivale a un valor de 2 puntos y A3 equivale a un valor de 1 punto. De esta forma se ponderan y agregan los resultados de cada subvariable para cada municipio y dicha sumatoria se contrasta para asignar los niveles de aptitud de la variable *Energía eléctrica rural*.



Aptitud	Puntuación	Descripción
A1	> 7	Municipios con más de 81,65 % de cobertura, conectados al SIN y con tarifa media rural inferior a \$ 411 por kilovatio
A2	5 – 7	Municipios entre 46,32 y 81,65 % de cobertura, con áreas pertenecientes al SIN y a ZNI y con tarifa media rural inferior entre \$ 411 y \$ 524 por kilovatio
A3	< 5	Municipios con menos de 46,32 % de cobertura, pertenecientes al ZNI y con tarifa media rural superior a \$1.027 por kilovatio

Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

Calificación del índice de prestación del servicio de energía eléctrica rural.

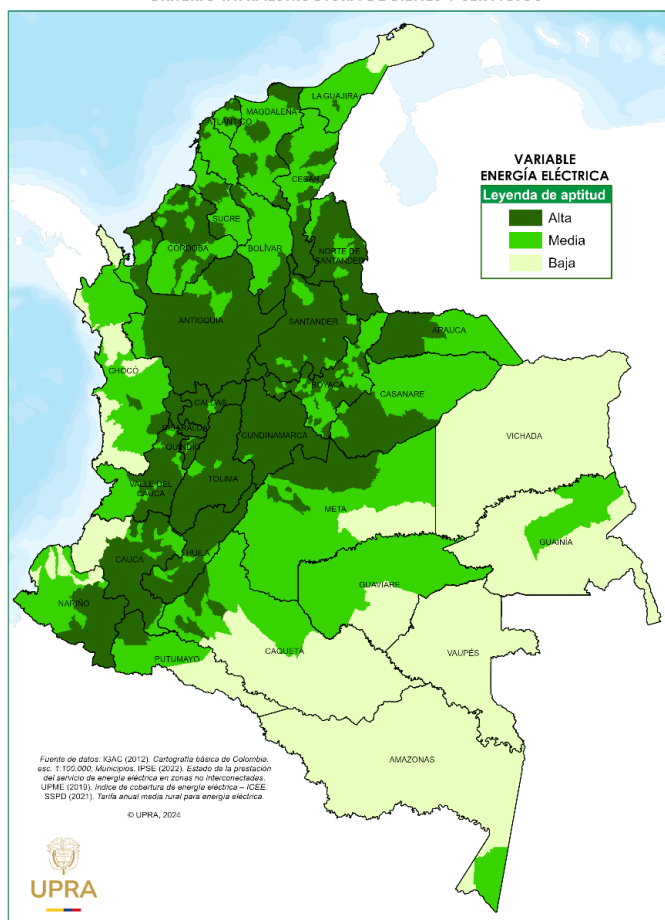
Nivel de favorabilidad (Unidades de favorabilidad)	Aptitud
> 7	Alta (A1)
5 – 7	Media (A2)
< 5	Baja (A3)

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

Unidad de análisis

Nivel de favorabilidad (unidad)

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE COCO CRITERIO INFRAESTRUCTURA DE BIENES Y SERVICIOS



FUENTES DE INFORMACIÓN	
<ul style="list-style-type: none"> • Instituto de planificación y promoción de soluciones energéticas para las zonas no interconectadas. (IPSE). (2020). Estado de la prestación del servicio de energía en Zonas No interconectadas. • Sistema de Información Eléctrico Colombiano (SIEL) (2022). http://www.siel.gov.co/Inicio/CoberturaDelSistemaInterconectadoNacional/ConsultasEstadisticas/tabid/81/Default.aspx en formato Excel, allí se tuvieron en cuenta los datos de ICCE resto para los 1122 municipios del país. • Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá. • Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. Sistema Único de Información (SUI) (2022). Reportes comerciales del servicio de energía por municipio y departamento. http://reportes.sui.gov.co/fabricaReportes/frameSet.jsp?idreporte=ele_com_096 , http://reportes.sui.gov.co/fabricaReportes/frameSet.jsp?idreporte=ele_com_103. https://www.datos.gov.co/Minas-y-Energ-a/Estado-de-la-prestaci-n-del-servicio-de-energ-a-en/3ebi-d83g/data • Unidad de Planificación Minero-Energética (UPME) (2018). “Índice de cobertura de energía eléctrica ICEE – Resto. • Unidad de Planificación Minero-Energética (UPME) (2019). Metodología y resultados de la estimación del Índice de Cobertura de Energía Eléctrica (ICEE). Bogotá. 	

3.2.5. Variable *Cobertura de internet móvil*

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)		Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional
COMPONENTE: Socioeconómico SUBCOMPONENTE: Económico		
CRITERIO ASOCIADO: Infraestructura, bienes y servicios		
VARIABLE: Cobertura de internet móvil	UNIDAD DE MEDIDA: Número de antenas/ km ²	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO:	Análisis jerárquico	✓
	Condicionante legal	
	Exclusión técnica	
	Restricción legal	
DEFINICIÓN		
Se refiere a la extensión geográfica en la que los usuarios pueden acceder a servicios de internet a través de redes móviles, como 3G, 4G LTE, y 5G. La cobertura puede variar significativamente dependiendo de varios factores y tiene un impacto importante en la conectividad y el acceso a la información para las personas y las empresas.		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
La cobertura de internet móvil es un aspecto esencial para el acceso a servicios digitales y la conectividad general. Mejorar esta cobertura implica abordar desafíos tecnológicos, económicos y regulatorios para garantizar que las personas en todas las regiones puedan beneficiarse de los servicios móviles.		
La creciente necesidad de comunicación en tiempos más cortos y entre puntos remotos, ha posicionado la comunicación móvil como la principal forma de intercambio y tránsito de datos de forma inalámbrica, lo que permite a las comunidades acceder de forma más inmediata a		



información que, en algunos casos, puede advertir sobre alguna situación de emergencia en una zona determinada, comunicar y compartir datos gráficos y alfanuméricos, realizar planeación territorial gracias al acceso a datos de geolocalización, entre otros diversos usos de consulta que optimizan y contribuyen a la mejora de procesos, productos y servicios.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

En el análisis de la variable no se presentan límites que se califiquen como no apta (N1).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La elección del ancho de banda de Kernel responde a criterios cartográficos, entendiéndose que, a mayor ancho de banda, los resultados son más suavizados y generalizados, y a menor ancho de banda, hay mayor detalle en el mapa.

Igualmente, la temporalidad de la información dado el avance en la ampliación de cobertura y el desarrollo de nuevas tecnologías.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Información.

Agencia Nacional de Espectro (ANE). (2024). Espectro del cubrimiento del servicio móvil. MinTIC. (2023). Informe trimestral de las Tecnologías de la información y las Telecomunicaciones – Tercer trimestre 2023. Cobertura del servicio móvil.

Precisiones de la información.

Para el desarrollo de esta variable, se establecieron las siguientes subvariables:

a. *Subvariable densidad de antenas activas para cubrimiento de servicio móvil*, se construyó a partir de los siguientes insumos:

Insumo módulo de cubrimiento (servicio móvil), para la construcción, se siguieron los siguientes pasos:

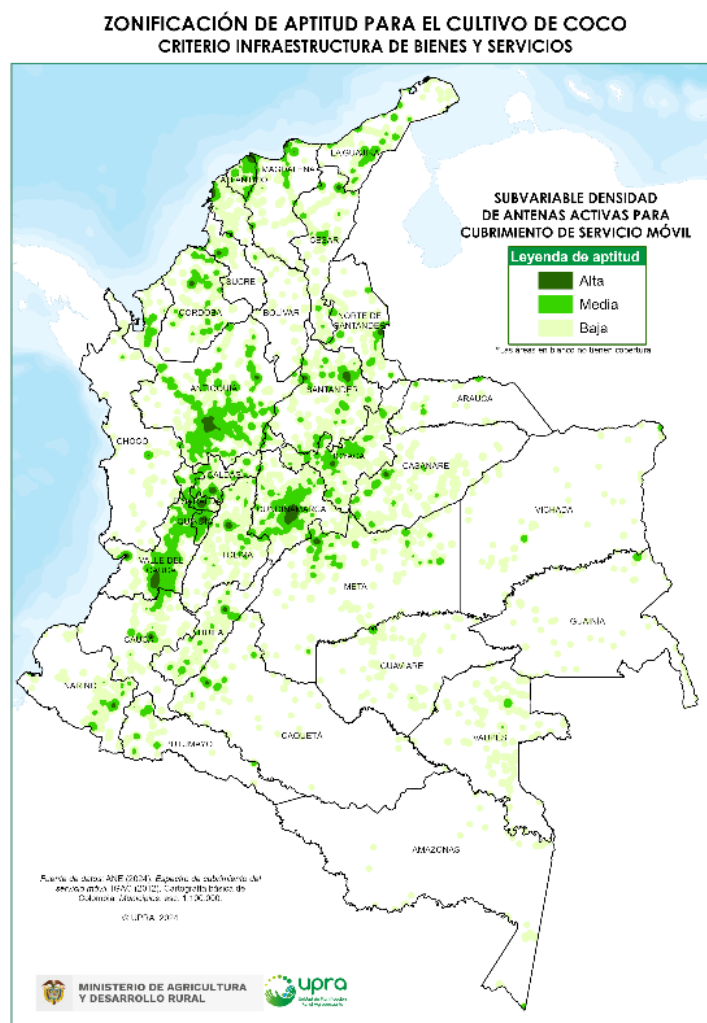
Se tomó como punto de partida la información disponible mediante descarga del cubrimiento de antenas de servicio móvil disponible en el Visor de Espectro a cargo de la Agencia Nacional de Espectro. Allí se realizó la consulta del cubrimiento para todo el país, obteniéndose una base datos espacializable con 14 atributos como son ID estación, tipo, banda, frecuencia, potencia, altura, departamento, municipio, coordenada, entre otros.

El objetivo de esta subvariable es obtener la distribución de densidad de antenas en el territorio nacional, para ello se realizó una depuración de la información con el objetivo de identificar los lugares en los cuales se reporta más de una antena y se procedió a realizar un conteo numérico de las antenas presentes en un mismo sitio, con el objetivo de conformar una base de datos y obtener el parámetro de población para realización de un análisis de densidad apropiado. Con tal análisis y distribución se procedió a realizar un análisis de densidad de Kernel o mapa de calor con el objetivo de obtener una distribución de las antenas en el territorio colombiano.

Se utilizaron los parámetros: Población y ancho de banda de Kernel de 10 km². Los valores de densidad de antenas se estimaron mediante una clasificación por intervalos geométricos, obteniéndose la siguiente tabla:

Densidad de antenas de servicio móvil	Rango	Calificación
Alto	HSPA y LTE > 2 antenas	A1
Medio	Tecnología 3G < 2 antenas	A2
Bajo	Sin cobertura	A3

Se generó la siguiente salida gráfica.



b. Subvariable *Tipo de cobertura móvil*: Se construyó a partir de los siguientes insumos:

Informe trimestral de las TIC.

Se siguieron los siguientes pasos:

Para la construcción de esta subvariable se tomó como punto de partida la información disponible mediante descarga de la tabla de “Información trimestral de cobertura municipal del servicio móvil” del informe trimestral de las TIC. la cual contiene la información de cobertura del servicio móvil desagregada por municipio/centro y por tipo de tecnología y/o generación móvil (2G, 3G, HSPA y LTE).

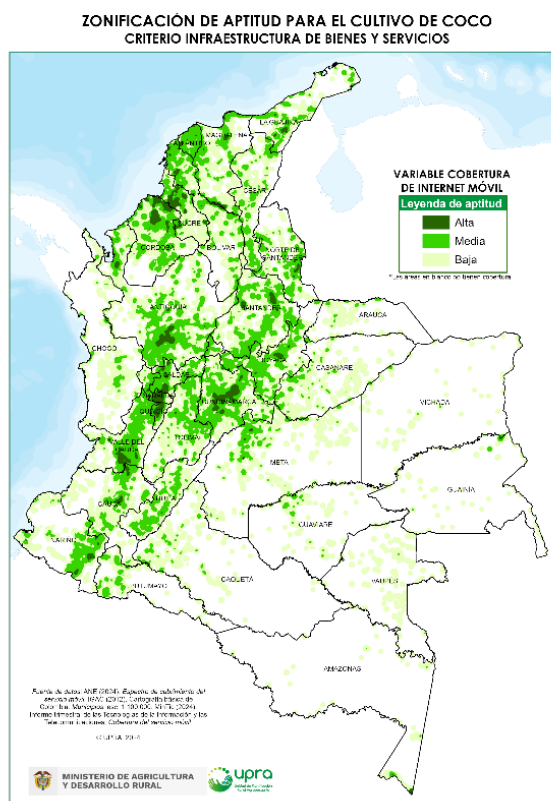
Para generar el mapa de la variable, se realizó una integración de las dos subvariables mediante una matriz de ponderación aritmética en el cual la subvariable tipo de cobertura móvil reporta un peso del 70 % y la subvariable densidad de antenas activas para cubrimiento de servicio móvil reporta un peso del 30 %.

Subvariable	Densidad de antenas activas para cubrimiento de servicio móvil (30 %)			
Tipo de cobertura móvil (70 %)		A1	A2	A3
	A1	A1	A1	A2
	A2	A1	A2	A3
	A3	A2	A3	A3

Los rangos para la especialización de las variables se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1), media (A2) y baja (A3).

Numero de antenas/km ²	Aptitud
> 2 antenas /10 km ²	Alta (A1)
<2 antenas /10 km ²	Media (A2)
Sin cobertura	Baja (A3)

Unidad de análisis	Tecnología y número de antenas/10 km ²
REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE	





FUENTES DE INFORMACIÓN
<ul style="list-style-type: none">• Agencia Nacional de Espectro (ANE). (2024). <i>Espectro del cubrimiento del servicio móvil</i>. https://espectro-co.ane.gov.co/ en el módulo cubrimiento – visor del espectro cubrimiento.• Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2020). Cartografía básica de Colombia, escala 1:100.000. Bogotá IGAC - UPRA.• Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de Colombia (MinTic) (2023). <i>Informe trimestral de las tecnologías de la información y las Telecomunicaciones</i>. Cobertura del servicio móvil. https://www.colombiatic.mintic.gov.co/679/w3-article-178487.html.

3.3. Criterio *Asociatividad e institucionalidad*

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional	
COMPONENTE: Socioeconómico SUBCOMPONENTE: Social		
CRITERIO: Asociatividad e institucionalidad		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
<ul style="list-style-type: none">• <i>Asociaciones de productores y gremio</i>, expresadas en tiempo de desplazamiento en horas.• <i>Entidades Prestadoras de Servicio de Extensión Agropecuaria (EPSEA)</i>, expresadas en tiempo de desplazamiento en horas.• <i>Agrosavia</i>, expresada en tiempo de desplazamiento en horas.• <i>ICA</i>, expresado en tiempo de desplazamiento en horas.		
DEFINICIÓN		
<p>Presencia institucional del Estado, gremial o de organizaciones de base de la cadena productiva del cultivo de coco, cuyo apoyo conduce a la competitividad de una región. Identifica condiciones internas y externas a la cadena en términos de la oferta institucional y del fortalecimiento y consolidación de la actividad productiva.</p>		
IMPORTANCIA DEL CRITERIO		
<p>Refleja la existencia de oferta institucional pública y privada, así como la articulación de productores a instancias que facilitan el desarrollo y soporte del sector agrícola en el territorio.</p> <p>Una mayor oferta institucional del orden nacional y asociatividad favorecen el acceso a los avances de investigación, manejo fitosanitario y fortalecimiento organizacional del sector. Una mejor oferta institucional pública en infraestructura, asistencia técnica, servicios públicos y sociales, proyectos productivos, entre otros, ofrecerá mejores condiciones para el fortalecimiento del aparato productivo. En conjunto, la oferta nacional y municipal, contribuye a mejorar la competitividad del cultivo de coco.</p>		

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

No se cuenta con información actualizada de las asociaciones registradas ni el número de asociados; igualmente, información reciente sobre apertura o cierre de sedes de entidades o registro de nuevas EPSEA.

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

Para cada una de las variables, se utilizó la metodología de isócronas empleadas por la UPRA proceso, en el cual se calcula el tiempo de desplazamiento sobre los diferentes ejes viales, tramos fluviales navegables, senderos y coberturas de la tierra, teniendo en cuenta la pendiente calculada con el modelo digital de terreno, resolución espacial de 90 metros y su influencia sobre la velocidad de desplazamiento.

Tipos de vías terrestres empleadas en el algoritmo de isócronas:

Tipo 1: vías que conectan capitales departamentales.

Tipo 2: vías que conectan cabeceras municipales.

Tipo 3: vías que conectan veredas con cabeceras o veredas entre sí.

Estas vías se obtuvieron de fuentes oficiales como el Ministerio de Transporte, la ANI, el Invías, el IGAC y de fuentes libres como *Open Street Maps*, se clasificaron en tipo según las definiciones del manual de diseño de carreteras del Invías y se le asignaron velocidades mediante muestreos de información por departamento a través de *Open Route Service* para viajes en automóvil, adicionalmente se realizó un ajuste a las velocidades para transporte de carga teniendo en cuenta la información obtenida del servicio *Sicetac* del Ministerio de transporte.

Para completar la superficie de costos de desplazamiento a nivel nacional, se usaron los insumos de tramos fluviales y coberturas de la tierra a las cuales se les asignan unas velocidades de desplazamiento promedio a través de ellas. Finalmente, con la capa de costos de desplazamiento nacional, se calcula un costo acumulado de desplazamiento desde diferentes puntos de interés en el territorio.

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, posteriormente, teniendo en cuenta el software *PriEsT* (*Priority Estimation Tool*), se calcularon las ponderaciones de cada una de ellas dentro del criterio, según las categorías de aptitud, de acuerdo con la siguiente tabla:

Criterio	Variables	Asociaciones de productores	Entidades Prestadoras de Servicio de Asistencia Técnica (EPSEA)	Agrosavia	ICA	Peso ponderado (%)
Asociatividad e institucionalidad	Asociaciones de productores	1				45,20
	Entidades Prestadoras de Servicio de Asistencia Técnica (EPSEA)	1	1			36,60
	Agrosavia	1/5	1/3	1		12,40
	ICA	1/7	1/5	1/3	1	5,80



La escala de importancia dentro del proceso AHP tiene cuenta la valoración entre pares de variables:

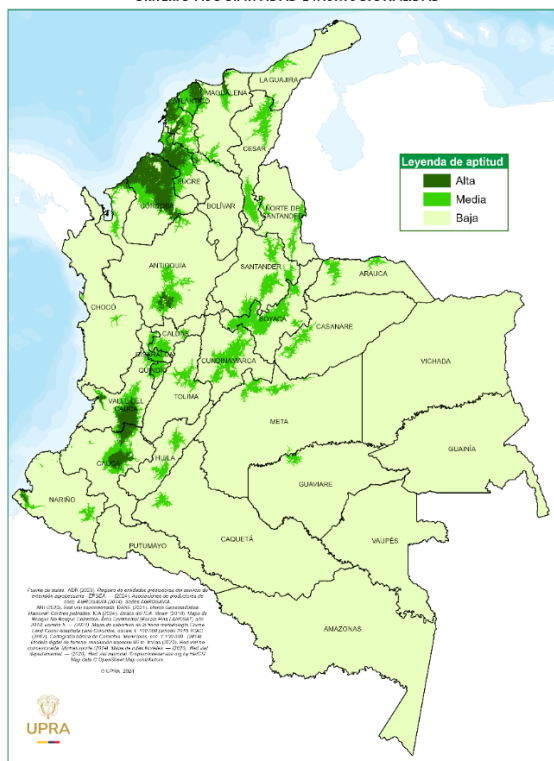
1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Sumamente	Muy fuertemente	Fuertemente	Moderadamente	Igualmente	Moderadamente	Fuertemente	Muy fuertemente	Sumamente
Menos importantes				Igual en importancia	Más importantes			

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Variables	Unidad de medida	Aptitud		
		Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)
Asociaciones de productores y gremio	Tiempo de desplazamiento (h)	< 1	1 – 2	> 2
Entidades Prestadoras de Servicio de Asistencia Técnica (EPSEA)	Tiempo de desplazamiento (h)	< 1	1 – 2	> 2
Agrosavia	Tiempo de desplazamiento (h)	< 1	1 – 2	> 2
ICA	Tiempo de desplazamiento (h)	< 1	1 – 2	> 2

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COCO
CRITERIO ASOCIATIVIDAD E INSTITUCIONALIDAD



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Agencia de Desarrollo Rural (ADR) (2023). *Registro de entidades prestadoras del servicio de extensión agropecuaria – EPSEA*. Bogotá.
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia) (2019). *Ubicación de los centros de investigación*. Bogotá. Tomado de: <https://www.agrosavia.co/nosotros/sedes>
- Asohofrucol (2019). *Sedes de Asohofrucol*. Revista frutas y hortalizas No. 68. Bogotá.
- Agencia Nacional de Infraestructura (ANI) (2020). *Red vial concesionada*. Bogotá.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (2020). *Marco geoestadístico nacional. Centros poblados*. Bogotá.
- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) (2020). *Oficinas del ICA*. Bogotá.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2014). *Modelo digital de terreno, resolución espacial 90 m*. Bogotá.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (IGAC). (2020). *Cartografía básica de Colombia; vías, escala 1:100.000*. Bogotá.
- Instituto Nacional de Vías (Invías) (2020). *Red vial no concesionada*. Bogotá.
- Ministerio de Transporte (MinTransporte) (2014). *Mapa de rutas fluviales*. Bogotá.
- Ministerio de Transporte (MinTransporte) (2020). *Red vial departamental*. Bogotá.
- Ministerio de Transporte (MinTransporte) (2020). *Red vial nacional*. Bogotá.

302

3.3.3. Variable Asociaciones de productores y gremio

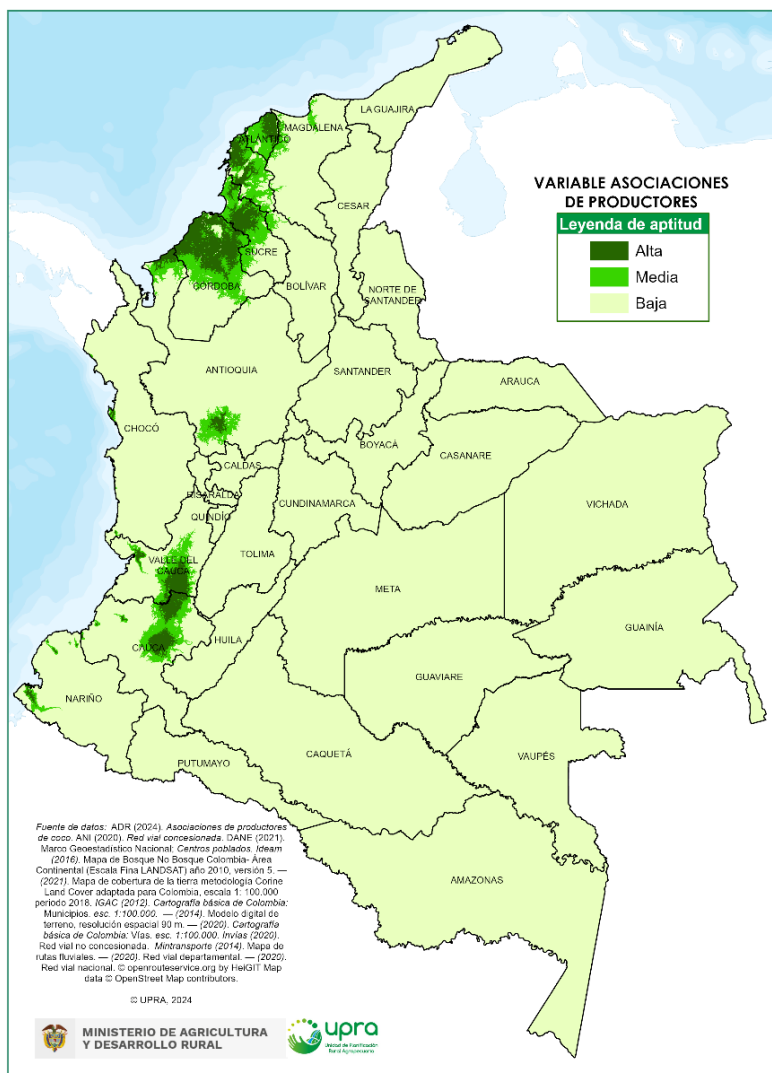
FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional	
COMPONENTE: Socioeconómico SUBCOMPONENTE: Social		
CRITERIO ASOCIADO: Asociatividad e institucionalidad		
VARIABLE: Asociaciones de productores y gremio	UNIDAD DE MEDIDA: Tiempo de desplazamiento (h)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
Son organizaciones formadas por un grupo de productores que se unen para colaborar en la mejora de sus actividades económicas, compartir recursos, conocimientos, y alcanzar objetivos comunes. Sus miembros incluyen pequeños agricultores, agricultores familiares y productores rurales; Estas asociaciones pueden incluir agricultores, ganaderos, pescadores, artesanos, y otros tipos de productores.		



IMPORTANCIA DE LA VARIABLE									
<p>La asociatividad garantiza a los productores reunir sus activos y competencias para superar las barreras de los mercados y otras limitaciones, tales como precios más reducidos en la compra de insumos y equipos.</p> <p>Las asociaciones de productores son fundamentales para fortalecer la capacidad económica y mejorar la calidad de vida de sus miembros. A través de la cooperación, brindan beneficios como acceso a mercados, formación en gestión, información, tecnologías y servicios de extensión sobre prácticas agrícolas sostenibles. Sin embargo, también enfrentan desafíos que deben ser gestionados para garantizar su éxito y sostenibilidad. En conjunto, ofrecen oportunidades que los productores no podrían alcanzar individualmente en el mercado.</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									
No se cuenta con información actualizada de las asociaciones registradas ni del número de beneficiarios.									
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN									
<p>Información. ADR (2023). Asociaciones de productores de coco. RUES (2023). Base de datos de asociaciones.</p> <p>Precisiones de la información. A través de la metodología de isócronas empleadas por la UPRA, proceso, en el que se calcula el tiempo de desplazamiento sobre los diferentes ejes viales. Análisis de la consistencia y preparación de la información. Se usaron los insumos de tramos fluviales y coberturas de la tierra a las cuales se les asignan unas velocidades de desplazamiento promedio a través de ellas.</p>									
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD									
<p>Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1); media (A2) y baja (A3).</p> <table><tr><th>Tiempo de desplazamiento en horas</th><th>Aptitud</th></tr><tr><td>< 1</td><td>Alta (A1)</td></tr><tr><td>1 - 2</td><td>Media (A2)</td></tr><tr><td>> 2</td><td>Baja (A3)</td></tr></table>		Tiempo de desplazamiento en horas	Aptitud	< 1	Alta (A1)	1 - 2	Media (A2)	> 2	Baja (A3)
Tiempo de desplazamiento en horas	Aptitud								
< 1	Alta (A1)								
1 - 2	Media (A2)								
> 2	Baja (A3)								
Unidad de análisis	Tiempo de desplazamiento en horas								

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE COCO CRITERIO ASOCIATIVIDAD E INSTITUCIONALIDAD



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Agencia de Desarrollo Rural (ADR) (2023). Asociaciones de productores de coco.
- Agencia Nacional de Infraestructura (ANI) (2020). Red vial concesionaria
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (2020). Marco geoestadístico nacional. Centros poblados.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2014). Método digital de elevación a 30 m.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2020). Cartografía básica; vías, escala 1:100.000. Bogotá.
- Instituto Nacional de Vías (Inviás) (2020). Red vial no concesionada.
- Ministerio de Transporte (MinTransporte) (2014). Mapa de tramos fluviales navegables. Bogotá.
- Ministerio de Transporte (MinTransporte) (2020). Red vial departamental y nacional. Bogotá.
- Registro Único Empresarial y Social (RUES) (2023). Asociaciones de productores de coco.



3.3.4. Variable *Entidades Prestadoras de Servicio de Extensión Agropecuaria (Epsea)*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional	
COMPONENTE: Socioeconómico. SUBCOMPONENTE: Social		
CRITERIO: Asociatividad e institucionalidad		
VARIABLE: Entidades Prestadoras de Servicio de Extensión Agropecuaria (Epsea)		UNIDAD DE MEDIDA: Tiempo de desplazamiento en horas
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
Son entidades como las unidades municipales de asistencia técnica Agropecuaria (Umata), Centros provinciales de gestión agroempresarial (CPGA), gremios agropecuarios, empresas privadas o de naturaleza mixta, asociaciones de profesionales, universidades y demás instituciones de educación superior, agencias de desarrollo local (ADL), entidades sin ánimo de lucro, organizaciones o asociaciones de productores, entre otros que tengan por objeto la prestación del servicio de extensión o asistencia técnica agropecuaria, cumpliendo los requisitos de habilitación de que trata el artículo 33 de la Ley 1876 de 2017.		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
Incide en la percepción de los agentes económicos con respecto a los servicios de asistencia técnica agropecuaria, a través de un desarrollo sostenible de las actividades agrícolas, pecuarias, acuícolas y forestales, con un acompañamiento integral a los productores, que incrementen sus índices de productividad y competitividad.		
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		
Temporalidad de la información, debido a que se están habilitando las EPSEA en diferentes zonas a lo largo del tiempo; dependiendo de la entidad u organización que se habilite, tiene una cobertura geográfica diferente a la isócrona.		
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN		
Información. ADR. (2023). Registro de entidades prestadoras del servicio de extensión agropecuaria- EPSEA.		
Precisiones de la información. A través de la metodología de isócronas empleadas por la UPRA, proceso, en el que se calcula el tiempo de desplazamiento sobre los diferentes ejes viales.		

Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Se usaron los insumos de tramos fluviales y coberturas de la tierra a las cuales se les asignan unas velocidades de desplazamiento promedio a través de ellas.

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).

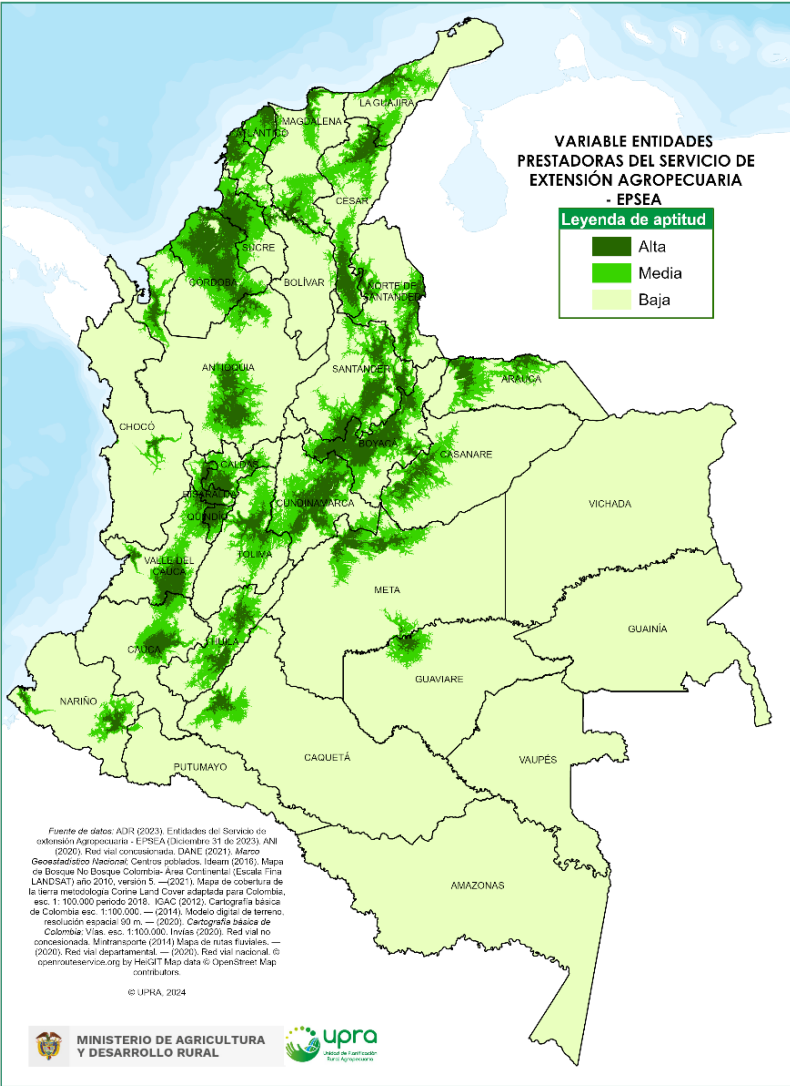
Tiempo de desplazamiento en horas	Aptitud
< 1	Alta (A1)
1 - 2	Media (A2)
> 2	Baja (A3)

Unidad de análisis

Tiempo de desplazamiento en horas

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

**ZONIFICACION DE APTITUD PARA EL CULTIVO TRADICIONAL DE COCO
CRITERIO ASOCIATIVIDAD E INSTITUCIONALIDAD**



**FUENTES DE INFORMACIÓN**

- Agencia de Desarrollo Rural (ADR) (2023). Registro de entidades prestadoras del servicio de extensión agropecuaria ADR - EPSEA. Bogotá.
- Agencia Nacional de Infraestructura (ANI) (2020). Red vial concesionada. Bogotá.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (2020) Marco geoestadístico nacional. Centros poblados. Bogotá.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2014). Modelo digital de terreno, resolución espacial 90 m. Bogotá.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2020). Cartografía básica de Colombia; vías, escala 1:100.000. Bogotá.
- Instituto Nacional de Vías (Invías) (2020). Red vial no concesionada. Bogotá.
- Ministerio de Transporte (MinTransporte) (2014). Mapa de rutas fluviales. Bogotá.
- Ministerio de Transporte (MinTransporte) (2020). Red vial departamental. Bogotá.
- Ministerio de Transporte (MinTransporte) (2020). Red vial nacional. Bogotá.

307

3.3.5. Variable Agrosavia

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional	
COMPONENTE: Socioeconómico SUBCOMPONENTE: Social		
CRITERIO: Asociatividad e institucionalidad		
VARIABLE: Agrosavia	UNIDAD DE MEDIDA: Tiempo de desplazamiento (h)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
Sedes de la entidad, cuya función es desarrollar y ejecutar actividades de investigación, tecnología y transferencia de procesos de innovación tecnológica en el sector agropecuario.		
Facilidad con la que se puede alcanzar desde otros puntos en el territorio a un centro de Agrosavia.		
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 de los cultivos comerciales.		
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. Representa para los productores la posibilidad de acceso a conocimientos y desarrollos tecnológicos para el manejo de investigaciones agrícolas y, en general, a los servicios de la corporación.		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO		
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 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

Información.

Agrosavia. (2023). Centros de investigación Agrosavia.

Precisión de la información.

A través de la metodología de isócronas empleadas por la UPR, proceso, en el que se calcula el tiempo de desplazamiento sobre los diferentes ejes viales.

Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Se usaron los insumos de tramos fluviales y coberturas de la tierra a las cuales se les asignan unas velocidades de desplazamiento promedio a través de ellas.

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).

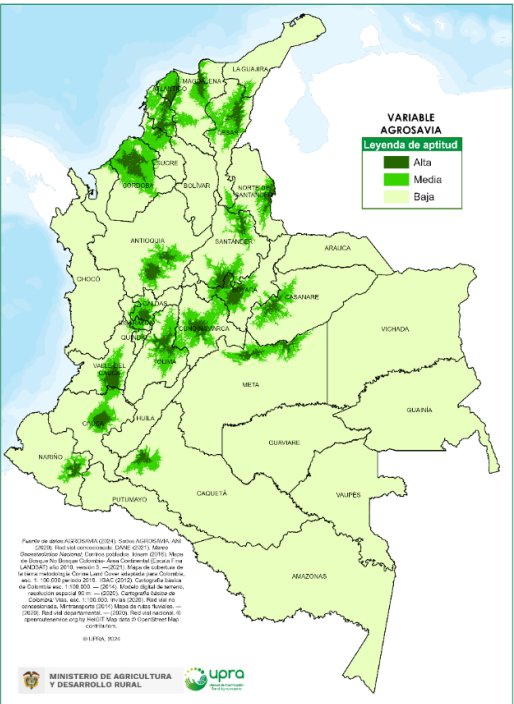
Tiempo de desplazamiento en horas	Aptitud
< 1	Alta (A1)
1- 2	Media (A2)
> 2	Baja (A3)

Unidad de análisis

Tiempo de desplazamiento en horas

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO TRADICIONAL DE COCO
CRITERIO ASOCIATIVIDAD E INSTITUCIONALIDAD





FUENTES DE INFORMACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> • Agrosavia (2023). <i>Ubicación de los centros de investigación</i>. Bogotá. • Agencia Nacional de Infraestructura (ANI) (2020). <i>Red vial concesionada</i>. Bogotá. • Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (2020) <i>Marco geoestadístico nacional. Centros poblados</i>. Bogotá. • Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2014). <i>Modelo digital de terreno, resolución espacial 90 m</i>. Bogotá. • Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2020). <i>Cartografía básica de Colombia; vías, escala 1:100.000</i>. Bogotá. • Instituto Nacional de Vías (Invías) (2020). <i>Red vial no concesionada</i>. Bogotá. • Ministerio de Transporte (MinTransporte) (2014). <i>Mapa de rutas fluviales</i>. Bogotá. • Ministerio de Transporte (MinTransporte) (2020). <i>Red vial departamental</i>. Bogotá. • Ministerio de Transporte (MinTransporte) (2020). <i>Red vial nacional</i>. Bogotá.

3.3.6. Variable ICA

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional	
COMPONENTE: Socioeconómico SUBCOMPONENTE: Social		
CRITERIO ASOCIADO: Asociatividad e institucionalidad		
VARIABLE: ICA	UNIDAD DE MEDIDA: Tiempo de desplazamiento (h)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
Sedes de la 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		
Contribuye al desarrollo sostenible del sector agrícola mediante la prevención, vigilancia y control de los riesgos sanitarios, biológicos y químicos en la producción comercial de cultivos. Esto permite a los productores acceder a asesoría sobre el manejo fitosanitario, buenas prácticas agrícolas e inspección y control de la producción de semillas certificadas, entre otros aspectos. Como resultado, se logran mayores niveles de productividad y una mejor calidad en los cultivos.		
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		
El ICA tiene presencia en todo el territorio nacional, pero la cobertura de sus sedes no necesariamente coincide con las isócronas.		

Información.

Precisión de la información.

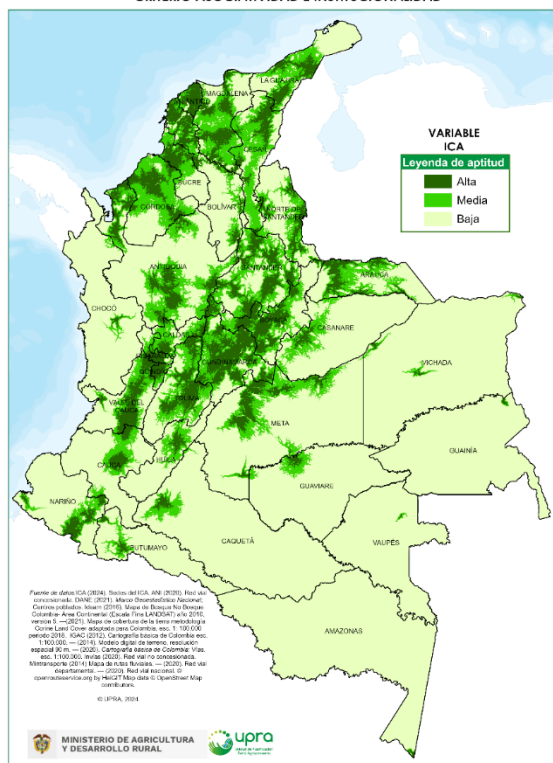
Análisis de la consistencia y preparación de la información.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Tiempo de desplazamiento en horas	Aptitud
< 1	Alta (A1)
1 - 2	Media (A2)
> 2	Baja (A3)

Tiempo de desplazamiento en horas

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO TRADICIONAL DE COCO
CRITERIO ASOCIATIVIDAD E INSTITUCIONALIDAD





FUENTES DE INFORMACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> • Agencia Nacional de Infraestructura (ANI) (2020). <i>Red vial concesionada</i>. Bogotá. • Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (2020) Marco geoestadístico nacional; <i>Centros poblados</i>. Bogotá. • Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) (2023). <i>Oficinas del ICA</i>. Bogotá. • Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2014). <i>Modelo digital de terreno, resolución espacial 90 m</i>. Bogotá. • Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2020). <i>Cartografía básica de Colombia; vías, escala 1:100.000</i>. Bogotá. • Instituto Nacional de Vías (Invías) (2020). <i>Red vial no concesionada</i>. Bogotá. • Ministerio de Transporte (MinTransporte) (2014). <i>Mapa de rutas fluviales</i>. Bogotá. • Ministerio de Transporte (MinTransporte) (2020). <i>Red vial departamental</i>. Bogotá. • Ministerio de Transporte (MinTransporte) (2020). <i>Red vial nacional</i>. Bogotá.

3.4. Criterio *Disponibilidad de mano de obra*

311

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional	
COMPONENTE: Socioeconómico SUBCOMPONENTE: Social		
CRITERIO ASOCIADO: Disponibilidad de mano de obra		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
<ul style="list-style-type: none">• <i>Disponibilidad de mano de obra familiar</i>, expresada en el área de producción agropecuaria donde al menos el 50% del total de trabajadores permanentes pertenece al hogar del productor.• <i>Densidad de la población rural en edad de trabajar (PET)</i>, expresada como número de habitantes rurales en edad de trabajar por km².• <i>Oferta educativa</i>, expresada en tiempo de desplazamiento en horas		
DEFINICIÓN		
<p>Se refiere a la cantidad de trabajadores disponibles y la posibilidad de cualificación de estos para la realización de labores agrícolas y de producción primaria en las áreas rurales.</p> <p>Identifica la disponibilidad de mano de obra en los municipios, con base en la densidad poblacional en edad de trabajar (PET) en las zonas rurales y a los requerimientos de mano de obra para la producción de coco. Señala además las áreas donde se constata mayor participación de la mano de obra familiar en la producción agropecuaria (≥50 % del total de trabajadores permanentes), denotando la disponibilidad de mano de obra en la unidad productiva. Evalúa también la cercanía en horas de desplazamiento a la oferta de capacitación y cualificación existente en el territorio, de acuerdo con la oferta de programas activos de formación académica que satisfacen las necesidades de los productores agrícolas; ya sea a nivel universitario, técnico, tecnológico o de educación no formal.</p>		

IMPORTANCIA DEL CRITERIO	
<p>La disponibilidad de mano de obra tiene un impacto significativo en la sostenibilidad de las actividades agropecuarias. Brinda información sobre la disponibilidad de mano de obra rural de un municipio para atender la demanda de trabajadores requeridos en el cultivo de coco; teniendo en cuenta, además del número de habitantes en edad de trabajar por km², la disponibilidad de mano de obra dentro de la unidad de producción, representada en la participación de la mano de obra familiar dentro del total de trabajadores permanentes.</p> <p>Evidencia las capacidades institucionales para dotar de habilidades y conocimientos a los trabajadores con la oferta de programas de formación académica en la zona. Estos elementos hacen posible que las unidades productivas agrícolas cuenten con mano de obra con posibilidades de incrementar la productividad y la competitividad, al implementar de forma adecuada los procesos técnicos con personal capacitado en la zona.</p> <p>Adicionalmente, permite a los agentes económicos prever y dimensionar la cantidad de capital humano en un municipio y sus posibilidades de capacitación y especialización, factores que 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 las proyecciones de población para el año 2023 realizadas por el DANE, ajustadas luego del COVID-19, por distribución etaria (entre 15 y 62 años) y ubicación entre áreas urbanas o rurales de los municipios. Los resultados obedecen a la población proyectada para el año 2023, dejando de lado la dinámica que se reflejará en años posteriores como consecuencia de la eventual mayor proporción de población en los rangos etarios más altos (50 años en adelante, por ejemplo), lo que limita la capacidad de análisis del municipio en cuanto a la menor o mayor oferta de mano de obra en el mediano y largo plazo. Así mismo, no es posible diferenciar la disposición de la población para trabajar en un sector u otro, como puede serlo el sector agropecuario o el de servicios, por ejemplo.</p> <p>Adicionalmente, la base del <i>Sistema nacional de información de la educación superior (SNIES)</i> proporciona datos sobre la ubicación geográfica de los programas académicos (técnicos, tecnológicos y universitarios) y de las sedes donde tienen autorizado impartir dicha formación, quedando así al margen la oferta de cursos no formales que ofrece entidades o gremios y asociaciones, no reportados en el sistema SNIES. No se considera el uso de las nuevas metodologías de la información y la comunicación, que permiten que la ubicación real de sus estudiantes se distancia de las cabeceras municipales donde están autorizados a funcionar.</p>	
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 (<i>Analytics Hierarchy Process</i>), condensada en la matriz de comparaciones pareadas de tres variables, posteriormente, teniendo en cuenta el software PriEsT (<i>Priority Estimation Tool</i>), se calcularon las ponderaciones de cada una de ellas dentro del criterio, según las categorías de aptitud, de acuerdo con la siguiente tabla:	



Criterio	Variables	Mano de obra familiar	Densidad de población rural en edad de trabajar	Oferta educativa	Pesos ponderados (%)
Disponibilidad de mano de obra	Mano de obra familiar	1			48,1
	Densidad de población rural en edad de trabajar	1/3	1		40,5
	Oferta educativa	1/5	1/3	1	11,4

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 importantes				Igual en importancia	Más importantes			

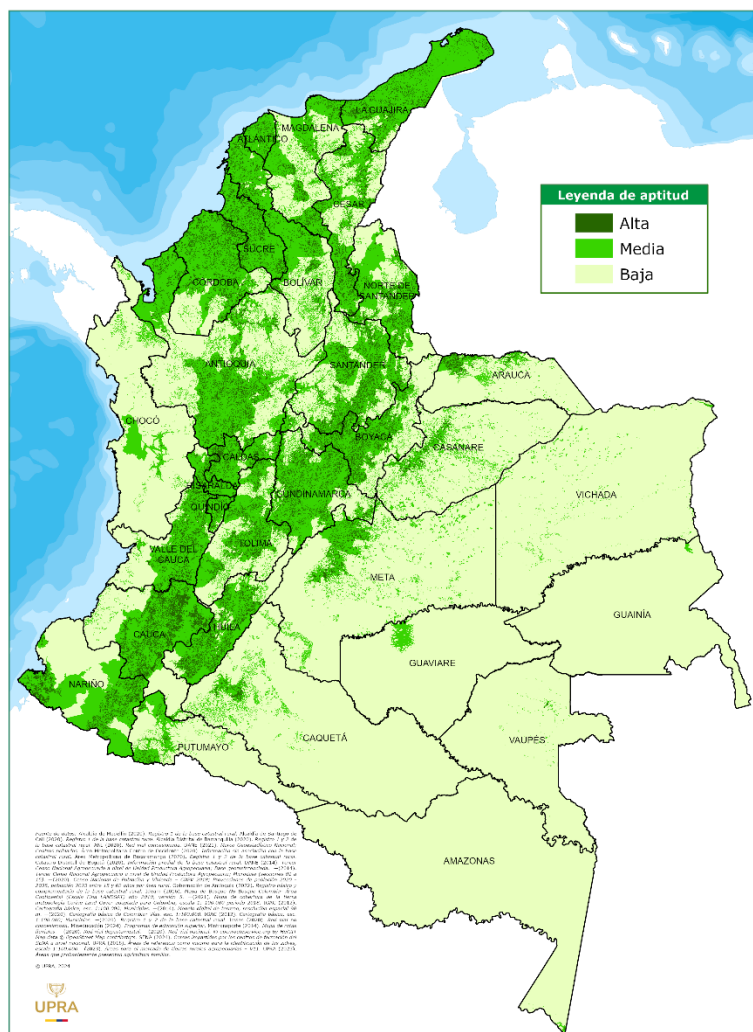
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

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)
Mano de obra familiar	Área de producción agropecuaria con mano de obra familiar	Mano de obra familiar $\geq 50\%$ de total de los trabajadores permanentes		Mano de obra familiar ($<50\%$) del total de los trabajadores permanentes
Densidad de población rural en edad de trabajar (PET)	Número de habitantes rurales en edad de trabajar por km ²	$\geq 21,91$	9,89 - 21,91	$< 9,89$
Oferta educativa	Tiempo de desplazamiento (h)	Desplazamiento con los tiempos más bajos a cabeceras con oferta educativa	Desplazamiento con los tiempos más bajos a cabeceras con oferta educativa	Desplazamiento con los tiempos más bajos a cabeceras con oferta educativa

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE COCO CRITERIO DISPONIBILIDAD MANO DE OBRA



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Agencia Nacional de Infraestructura (ANI) (2020). *Red vial concesionaria*. Bogotá.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (2020). *Marco geoestadístico nacional: Centros poblados*. Bogotá.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (2020). *Censo Nacional de Población y Vivienda – CNPV 2018. Proyecciones de población 2020 – 2035, población entre 15 y 62 años por área rural*. Bogotá.
- Departamento Nacional de Planeación (DNP) (2023). *Sistema de estadísticas territoriales (Terridata). Cultivo de coco*. <<https://terridata.dnp.gov.co/#/>> Bogotá.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2014). *Modelo digital de terreno, resolución 90 m*. Bogotá.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2020). *Cartografía básica de Colombia; vías, escala 1:100.000*. Bogotá.
- Instituto Nacional de Vías (Invías) (2020). *Red vial no concesionada*. Bogotá.



- Ministerio de Educación Nacional (MinEducación) (2022). *Programas activos e instituciones académicas de educación superior*. Bogotá.
- Ministerio de Transporte. (MinTransporte) (2014). *Mapa de tramos fluviales navegables*. Bogotá.
- Ministerio de Transporte (MinTransporte) (2020). *Red vial departamental*. Bogotá.
- Ministerio de Transporte (MinTransporte) (2020). *Red vial nacional Sicetac: Información de transporte de carga a nivel nacional* © openrouteservice.org by HeiGIT Map data © OpenStreet Map contributors.
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA) (2024). Unidades de producción agropecuaria y su área de influencia identificadas como de agricultura familiar, campesina y comunitaria según la Resolución 464 2017.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) (2018). *Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra*. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000.

3.4.1. Variable *Disponibilidad de mano de obra familiar*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional	
COMPONENTE: Socioeconómico SUBCOMPONENTE: Social		
CRITERIO ASOCIADO: Disponibilidad de mano de obra		
VARIABLE: Disponibilidad mano de obra familiar	UNIDAD DE MEDIDA: Área de producción agropecuaria	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
<p>Se refiere a la inclusión y disponibilidad de los miembros de la familia en las actividades agropecuarias, señalando el área de producción asociada a las Unidades de Producción Agropecuaria (UPA) con predominante mano de obra familiar.</p> <p>Los sistemas productivos de agricultura familiar, campesina y comunitaria estructuran socialmente los contextos rurales, permitiendo la producción de alimentos para el hogar y la generación de excedentes para la comercialización; incluso en mercados con integración en cadenas de valor. La eficiencia y productividad de dichos sistemas en la producción de coco no difiere sustancialmente de los demás sistemas, lo que muestra su capacidad de incorporar tecnologías para la producción y la economía familiar.</p> <p>Identifica las zonas agropecuarias donde la mano de obra empleada pertenece en mayor medida al hogar del productor (>50% del total de empleos permanentes); señalando la disponibilidad inmediata de la mano de obra para cubrir los requerimientos en el cultivo de coco.</p>		

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE
<p>Resalta las áreas de cobertura agropecuaria donde la mano de obra familiar predomina respecto al total de trabajadores permanentes; indicando la disponibilidad de mano de obra en la unidad productiva.</p> <p>La agricultura familiar contribuye a la sostenibilidad de la producción y la ocupación del territorio, dinamizando económicamente las comunidades rurales y su población. Esta medición muestra las áreas donde las condiciones socioeconómicas permitieron la inclusión familiar en la producción y la generación de ingreso.</p> <p>Se consulta información de carácter censal, como lo es el Censo Nacional Agropecuario del año 2014 (CNA) y la Cobertura Corine Land Cover 2018. De la primera fuente se extraen las UPAS donde la mano de obra familiar es al menos el 50% del total de los empleos permanentes, y de la segunda fuente se extraen las áreas de producción agropecuaria.</p>
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO
<p>El análisis de la variable no presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).</p>
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE
<p>La estimación de la participación de la mano de obra familiar, campesina y comunitaria dentro de total de trabajadores permanentes en la UPA se hace con la información del último censo agropecuario disponible; que corresponde al año 2014, de manera que las condiciones de conformación de la familia y las comunidades étnicas pueden haber cambiado sustancialmente luego de 10 años.</p>
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN
<p>1. Información. Se consultan las UPA que cumplen con los criterios establecidos en la Resolución 464 de 2017 para la identificación de la agricultura campesina, familiar y comunitaria. También se consulta los predios asociados a la ubicación de las UPA y su área de influencia. Posteriormente se identifica la cobertura cartográfica de la categoría 2 de la cobertura Corine Land Cover 2018: “Territorios Agrícolas”, de manera que dicha área corresponde a la disponibilidad de mano de obra familiar para las labores agropecuarias.</p> <p>2. Precisiones de la información. Se consulta la estimación de las UPA donde la participación de empleados permanentes que pertenecen al hogar del productor es mayor o igual al 50% del total de trabajadores permanentes que realizaron las actividades agropecuarias. Dicha estimación fue realizada por la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria a nivel de Unidad de Producción Agropecuaria, de acuerdo con la información recopilada en el Censo Nacional Agropecuario del año 2014 y a la Resolución 464 de 2017, según el Artículo 5, numeral 2:</p> <p>“Uso predominante de la mano de obra familiar o comunitaria; al menos el 50% de la mano de obra empleada en la unidad productiva debe ser provista por el hogar o la comunidad étnica a la cual pertenece”</p>



Posteriormente, se consulta la base catastral del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, de manera que se identifican los predios asociados a las UPAS categorizadas como de agricultura familiar, campesina y comunitaria, identificadas previamente.

Finalmente, se consulta la cobertura Corine Land Cover 2018 para la categoría 2 “Territorios Agrícolas” y se hace una superposición cartográfica de las áreas y puntos georreferenciados consultados.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Se identifican cartográficamente las Unidades de Producción Agropecuaria que cumplen con la definición de Agricultura campesina, familiar y comunitaria familiar según la Resolución 464 de 2017.

Posteriormente se señala el área de influencia (tamaño predial) de dichas UPA georreferenciadas en el Censo Nacional Agropecuario, y se resaltan las áreas de cobertura biofísica agropecuaria dentro del predio; indicando entonces las áreas de producción agropecuaria donde la disponibilidad de mano de obra se encuentra predominantemente dentro del hogar del productor.

4. Clasificación

Zonas con cobertura agropecuaria asociadas a predios con UPA identificadas como de agricultura familiar, campesina y comunitaria se señalan con aptitud alta (A1). De esta manera, las UPA con mayor participación de los trabajadores que pertenecen al hogar del productor, (≥ 50 %) dentro del total de empleos permanentes, tienen una disponibilidad inmediata de mano de obra necesaria para la producción agropecuaria.

Las demás UPA, que no logran tener la mayoría de los trabajadores permanentes necesarios para la producción como pertenecientes al hogar al productor (< 50 %) se consideran con aptitud baja (A3).

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

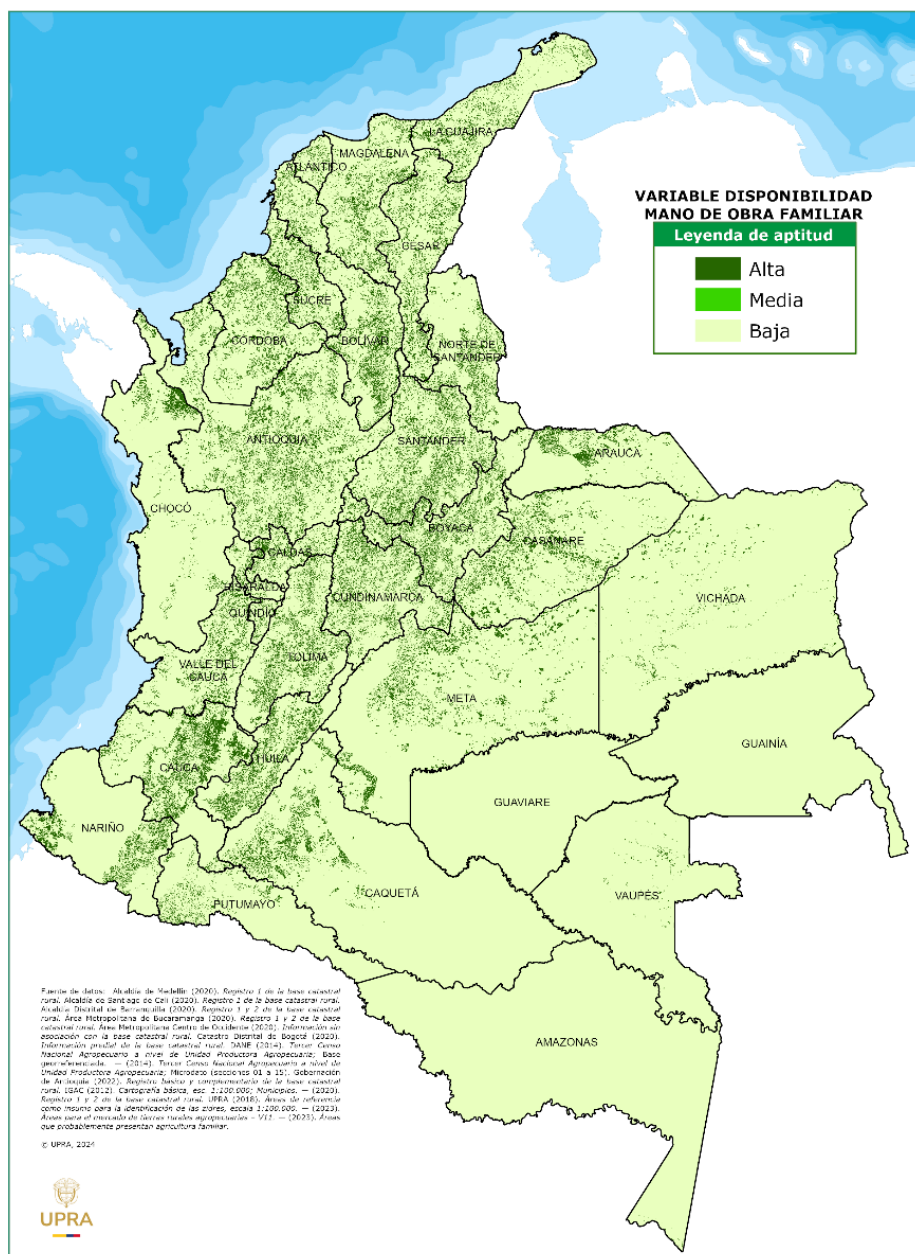
Los rangos para la representación cartográfica de la variable se clasifican de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1), media (A2) y baja (A3) así:

Áreas de producción agropecuaria	Aptitud
Cobertura agropecuaria asociada a las UPA donde los empleados permanentes que pertenecen al hogar del productor son al menos 50 % del total de los trabajadores	Alta (A1)
Upas y su área de influencia con menor o ninguna predominancia de mano de obra familiar (> 50 %) en el total de trabajadores permanentes necesarios para la producción agropecuaria	Baja (A3)

Unidad de análisis

Áreas de producción agropecuaria

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE COCO
CRITERIO DISPONIBILIDAD MANO DE OBRA



- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) (2018). Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para. Colombia Escala 1:100.000.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2020). Base Catastral, Registros 1 y 2. Bogotá. Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA) (2024). Unidades de Producción Agropecuaria identificadas como de Agricultura Familiar, Campesina y Comunitaria.

3.4.2. Variable *Densidad de población en edad de trabajar (PET)*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional	
COMPONENTE: Socioeconómico SUBCOMPONENTE: Social		
CRITERIO ASOCIADO: Disponibilidad de mano de obra		
VARIABLE: Densidad de población en edad de trabajar (PET)	UNIDAD DE MEDIDA: Número de habitantes rurales/km ²	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
<p>Número de personas de las zonas rurales de los municipios en edad de trabajar/km², suficientes para cubrir las necesidades de mano de obra del cultivo de coco; de acuerdo con el cálculo de jornales promedio diarios necesarios por ha en un ciclo de producción.</p> <p>Se define el rango etario de 15 a 62 años como la población municipal en edad de trabajar según las series de población proyectadas por el DANE para el año 2023.</p>		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
<p>Se establece una relación entre el número de personas en edad de trabajar/km² en la zona rural y la oferta potencial de mano de obra en el territorio. La aptitud productiva del municipio para desarrollar el cultivo de coco se define según la mano de obra requerida por este cultivo, en contraste con la oferta potencial de mano de obra por km².</p> <p>Municipios con una mayor población rural en edad de trabajar en un área relativamente pequeña, tendrán mayores valores de densidad de población, lo que permite a los productores y agentes económicos mejores opciones en la disponibilidad de mano de obra (oferta laboral) que podría ser aprovechada para el desarrollo de las actividades agrícolas.</p> <p>Por el contrario, aquellos municipios que tienen bajos niveles de población rural en edad de trabajar y que tienen áreas relativamente grandes, tendrán menores valores de densidad de población, lo que reducirá la posibilidad de que los agentes económicos encuentren la mano de obra necesaria para sus iniciativas productivas. Lo anterior, permite que los productores e inversionistas, así como los hacedores de política, identifiquen las mejores opciones en la oferta laboral, según el nivel de intensidad en el uso de este factor productivo en la actividad agrícola, y en este caso, la producción de coco.</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		
La población rural en edad de trabajar calculada puede diferir de la real en el sentido de que, dada la disponibilidad de información, no existe forma técnica de considerar la población dedicada de tiempo completo a su educación o al trabajo del hogar, o que presentan condiciones especiales de discapacidad que limiten su capacidad productiva.		

Aunque la definición de población en edad de trabajar para las áreas rurales (centros poblados y rural disperso) se define por convención estadística a partir de los 10 años, se decide establecer el rango etario desde los 15 años para excluir población infantil que puede ver vulnerados sus derechos al vincularse muy tempranamente al mercado laboral. Del mismo modo se establece como rango superior los 62 años que es la edad de retiro para los hombres y 57 para las mujeres, en el sistema provisional de prima media. Los dos anteriores supuestos, aunque necesarios, pueden distorsionar la realidad de la oferta laboral en algunos territorios en los que dichas poblaciones no contabilizadas pueden jugar un papel importante para la producción agropecuaria familiar.

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. Otro limitante resulta al no poder establecer el nivel de interés real de los individuos en vincularse a este sistema productivo agropecuario como opción y alternativa productiva de vida.

Por otra parte, la distinción urbana y rural de la población por su residencia no excluye que estas ofrezcan su capacidad productiva cuando viven en el casco urbano, o que vivan en la zona rural se desplacen al casco urbano para trabajar (conmutación), incluso existiendo la posibilidad de un desplazamiento a otro municipio cercano. Aquí se contabiliza la población rural (en centros poblados y rural disperso) para evitar una estimación de la población dispuesta a vincularse en las actividades rurales.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Información.

DANE. (2020). Proyecciones de población municipal por área, sexo y edad para el periodo 2020 – 2035, población entre 15 y 62 años por área rural (centros poblados y rural disperso).

DNP. (2023). Extensión territorial municipal. Información obtenida del portal Terridata.

Precisiones de la información.

La fuente para la estimación de la población en edad de trabajar (PET_{15-62}) rural son las proyecciones de población municipal para 2022 por área, sexo y edad. La información se procesa considerando hombres y mujeres entre 15 y 62 años, habitantes de centros poblados y áreas rurales dispersas, los que se suman para estimar la población municipal rural en edad de trabajar. Dicho resultado es dividido en el área territorial del municipio reportada por el DANE y consolidada por el DNP en el portal Terridata.

El número de jornales requeridos por ha para el cultivo de coco se estimó consultando y estableciendo estructuras de costos de producción donde fue posible establecer la necesidad técnica de al menos 80 jornales promedio anuales para el ciclo de producción.

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, según la población en edad de trabajar en la zona rural por kilómetro cuadrado, para determinar el mejor método estadístico de agrupamiento.



Tomando como fuente de información las estructuras de costos consultadas, se calculó que el número de jornales promedio por ha necesarios para la producción de coco es de 80 jornales/ha/promedio año de ciclo. Así las cosas, se estima como requerimiento técnico de mano de obra 21,91 jornales km²/día.

Este es el punto de corte (21,91 jornales km²/día) se usa para determinar los municipios con aptitud alta (A1), por tener una mayor o igual densidad PET km²/día, y sobre los cuales se espera obtener las mejores condiciones de oferta de mano de obra rural para el cultivo de coco. Para la estimación de los rangos con aptitud media (A2) y aptitud baja (A3) se utilizó la metodología de agrupamientos de las variables socioeconómicas empleando métodos estadísticos.

Siguiendo la metodología de evaluación de tierras para la agrupación de municipios con condiciones similares, en este caso en medición de la densidad de población en edad de trabajar por kilómetro cuadrado, 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:

$$[Q_1 - 1,5 * RI, Q_3 + 1,5 * RI]$$

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 % corresponde a datos atípicos, la decisión es utilizar el método de Dalenius–Hodges.

El método estadístico Dalenius – Hodges, 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 se calcularon dos clústeres ($k=2$).

El método Dalenius – 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:

1. Ordenar las observaciones (n) de manera ascendente.
2. Agrupar las observaciones en J clases, donde $J = \min (k*10, n)$.
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, para cada clase de la siguiente manera:

$$\text{Lim inf } Ck = \min\{X(i)\} + (K - 1) * \frac{\max\{X(i)\} - \min\{X(i)\}}{J}$$

$$\text{Lim sup } Ck = \min\{X(i)\} + (K) * \frac{\max\{X(i)\} - \min\{X(i)\}}{J}$$

4. A partir de los límites, se obtiene la frecuencia de casos en cada clase

$$f_i \in \{1, \dots, J\}$$

5. Calcular la raíz cuadrada de frecuencia de cada clase.
6. Acumular la suma de la raíz cuadrada de las frecuencias.

$$\sum_{i=1}^J \sqrt{f_i}$$

7. Dividir el último valor acumulado entre el número de estratos.

$$Q = \frac{1}{h} \sum_{i=1}^J \sqrt{f_i}$$

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 clase que presenta la mínima distancia a Q . Los límites de los h estratos conformados son los correspondientes a los límites inferior y superior de las clases comprendidas en cada estrato.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Al realizar el procedimiento para la variable densidad de la población rural en edad de trabajar, el resultado fue de tres agrupamientos: el primero, señalado por la necesidad técnica del cultivo de 80 jornales promedio por ha/año/ciclo, y los otros dos grupos, generados por el método estadístico señalado anteriormente, a los que se le asignó la calificación 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). Los resultados de dichos agrupamientos fueron los siguientes:

Número de habitantes rurales en edad de trabajar/km ²	Aptitud
> 21,91	Alta (A1)
9,89 - 21,91	Media (A2)
< 9,89	Baja (A3)

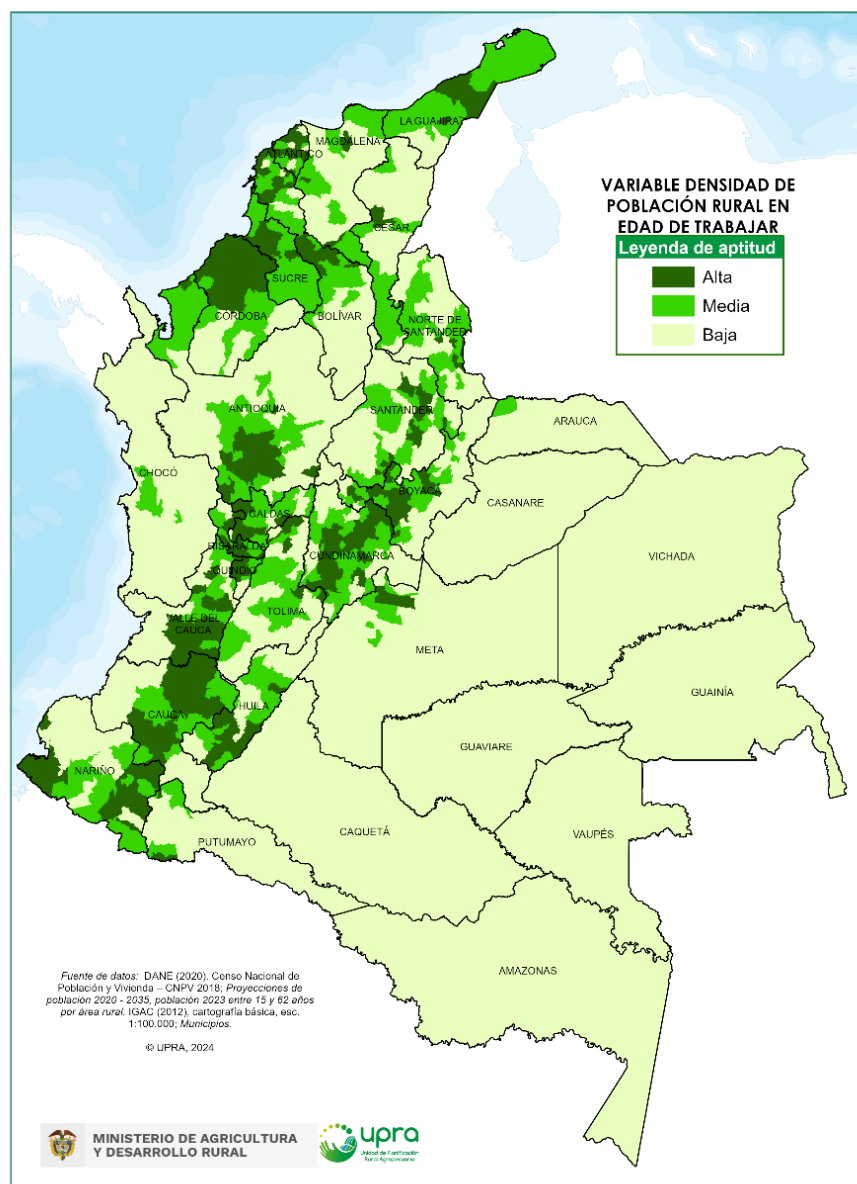
Unidad de análisis

Número de habitantes rurales en edad de trabajar por km²



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE COCO CRITERIO DISPONIBILIDAD DE MANO DE OBRA



323

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2020). Censo Nacional de Población y Vivienda – CNPV 2018. Proyecciones de población municipal por área, sexo y edad para el periodo 2020 – 2035, población entre 15 y 62 años por área rural (centros poblados y rural disperso). Bogotá.
- Departamento Nacional de Planeación (DNP) (2023). Sistema de Estadísticas Territoriales. Portal Terridata. Cultivo de coco <<https://terridata.dnp.gov.co/#/>> Bogotá.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá.

3.4.3. Variable *Oferta educativa*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional	
COMPONENTE: Socioeconómico SUBCOMPONENTE: Social		
CRITERIO ASOCIADO: Disponibilidad de mano de obra		
VARIABLE: Oferta educativa	UNIDAD DE MEDIDA: Tiempo de desplazamiento (h)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
Se evalúa la proximidad en tiempo de desplazamiento a los programas de educación técnica, tecnológica y universitaria vinculados a la producción de coco. Esto permite evidenciar la accesibilidad a la capacitación para la población y la oportunidad de fortalecer la competitividad del sector en el territorio. Además, se consideran los programas ofrecidos por el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA).		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
<p>Mide la posibilidad de la población de acceder a programas de formación técnica, tecnológica y universitaria para elevar así su competencia y su productividad laboral. La educación es uno de los elementos más influyentes en el desarrollo de los individuos y sociedades, y particularmente la capacitación y la formación para el trabajo técnico y tecnológico, como una de sus expresiones, brinda la posibilidad de actualizar competencias en el manejo de la información y en los procesos de innovación propios de las labores agrícolas y los adelantos tecnológicos y científicos.</p> <p>Esta dimensión eleva las condiciones y capacidades de la población rural trabajadora, y permite que los empresarios agrícolas y la productora campesina tengan talento humano con destrezas o conocimientos técnicos y tecnológicos, que pueden aumentar la productividad y mejorar la competitividad de la producción agrícola.</p> <p>Por lo tanto, la competitividad de los territorios es proporcional a la cobertura y facilidad de acceso a la oferta educativa a nivel universitario, técnico y tecnológico en áreas relacionadas a la actividad agrícola. 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.</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**

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.

Lo anterior 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. (2024). Lugar de oferta, coberturas por centros de tutoría, centros regionales de educación superior (CERES), convenios, convenios en red y programas de extensión de programas técnicos y tecnológicos relacionados con la actividad agrícola que se encuentran activos a la fecha de consulta. Se consideró la cobertura de los programas reportados en el SNIES, así no solo se considera la sede principal donde se oferta el programa, sino también otros tipos de cobertura como centros de tutoría, Centros regionales de educación superior (CERES), convenios, convenios en red y programas de extensión, que amplían los registros de la oferta educativa, especialmente en las zonas rurales. Se tienen en cuenta los programas académicos ofertados a nivel universitario, y relacionados directamente con la producción agrícola y la producción de coco por municipio, reportados en el SNIES como programas activos para el año 2024.

2. Precisiones de la información.

Programas académicos ofertados relacionados con la actividad agrícola y el cultivo de coco, reportados en el sistema SNIES del Ministerio de Educación. Se tiene en cuenta los programas activos para marzo de 2024 en el momento de la consulta. Se tiene en cuenta también la oferta educativa titulada, complementaria y especial, relacionados con la producción de coco, reportados por el Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, teniendo en cuenta los programas ofertados para el año 2023 y/o hasta el 2025.

Los programas identificados fueron los siguientes:

Programas		
SENA	Técnicos - tecnológicos	Universitarios
Agroindustria alimentaria	Técnica profesional en manejo de suelos y aguas	Administración agroindustrial
Comportamiento emprendedor	Técnica profesional en producción agroecológica de cultivos	Administración agropecuaria
Control de calidad en la industria de alimentos	Técnica profesional en producción agropecuaria	Administración de agronegocios
Cultivos agrícolas	Técnico profesional en manejo y conservación de productos agroindustriales	Administración de empresas agroindustriales

Elaboración de productos alimenticios.	Técnico profesional en procesos agroindustriales	Administración de empresas agropecuarias
Emprendimiento y fomento empresarial	Técnico profesional en producción agrícola	Agronomía
Gestión agroempresarial	Tecnología agroambiental	Biología
Gestión de empresas agropecuarias	Tecnología agroindustrial	Ingeniería agrícola
Gestión de mercados	Tecnología agropecuaria	Ingeniería agroecológica
Higiene y manipulación de alimentos.	Tecnología en administración y mercadeo agropecuario	Ingeniería agroindustrial
Manipulación de alimentos	Tecnología en agricultura de precisión	Ingeniería agronómica
Procesamiento de alimentos	Tecnología en agrobiotecnología	Ingeniería agropecuaria
Producción agropecuaria	Tecnología en gestión agroambiental	Ingeniería en agroecología
Producción agropecuaria ecológica	Tecnología en gestión agroempresarial	Ingeniería en agronegocios
Producción agropecuaria ecológica para la soberanía alimentaria	Tecnología en gestión agroindustrial	Profesional en agroindustria
Proyectos agropecuarios.	Tecnología en gestión de empresas agropecuarias	
Sistemas agropecuarios ecológicos.	Tecnología en gestión de insumos agropecuarios	
	Tecnología en gestión de la empresa agrícola	
	Tecnología en gestión de la producción agrícola	
	Tecnología en gestión sostenible de la producción agropecuaria	
	Tecnología en procesos agroindustriales	
	Tecnología en producción agrícola	
	Tecnología en producción agroecológica	
	Tecnología en producción agroindustrial	
	Tecnología en producción agropecuaria ecológica	
	Tecnología en producción agropecuaria	
	Tecnología en producción de agrocultivos	
	Tecnología en producción y gestión agropecuaria.	

Se construyó una base de datos en la que se identifican los municipios donde al menos existe un programa activo; o cualquiera de las otras formas de cobertura, partiendo de su casco urbano se estimaron isócronas según rangos de distancia para definir los niveles de aptitud.

La metodología de isócronas empleadas por la UPRa es un proceso, a través del cual se calcula el tiempo de desplazamiento sobre los diferentes ejes viales, tramos fluviales navegables, senderos y coberturas de la tierra, teniendo en cuenta la pendiente calculada con el modelo digital de terreno (resolución espacial de 90 metros) y su influencia sobre la velocidad de desplazamiento.



Tipos de vías terrestres empleadas en el algoritmo de isócronas:

Tipo 1: Vías que conectan capitales departamentales.

Tipo 2: Vías que conectan cabeceras municipales.

Tipo 3: Vías que conectan veredas con cabeceras o veredas entre sí.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Estas vías se obtuvieron de fuentes oficiales como el Ministerio de Transporte, la ANI, el Invías, el IGAC y de fuentes libres como Open Street Maps, se clasificaron en tipo según las definiciones del manual de diseño de carreteras del Invías y se le asignaron velocidades mediante muestreos de información por departamento a través de Open Route Service para viajes en automóvil; adicionalmente se realizó un ajuste a las velocidades para transporte de carga teniendo en cuenta la información obtenida del servicio Sictac del Ministerio de Transporte.

Para completar la superficie de desplazamiento a nivel nacional, se utilizaron insumos de tramos terrestres, fluviales y coberturas de la tierra, a los cuales se les asignaron velocidades de desplazamiento promedio. Estas velocidades se basan en estudios previos y en las características específicas de cada tipo de terreno, como la topografía y la calidad de las vías.

Con esta información, se calcula un recorrido acumulado desde diferentes puntos de interés en el territorio. Este análisis permite identificar áreas con mejor conectividad y aquellas que pueden requerir mejoras en su acceso. Además, facilita la planificación de infraestructuras y la ubicación de servicios, contribuyendo al desarrollo regional y a una mejor distribución de oportunidades para la población.

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 con registro formal de formación técnica o tecnológica relacionados con la actividad agrícola, sobre los que se construyen las isócronas.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los rangos para la representación cartográfica de la variable se clasifican de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1), media (A2) y baja (A3), así:

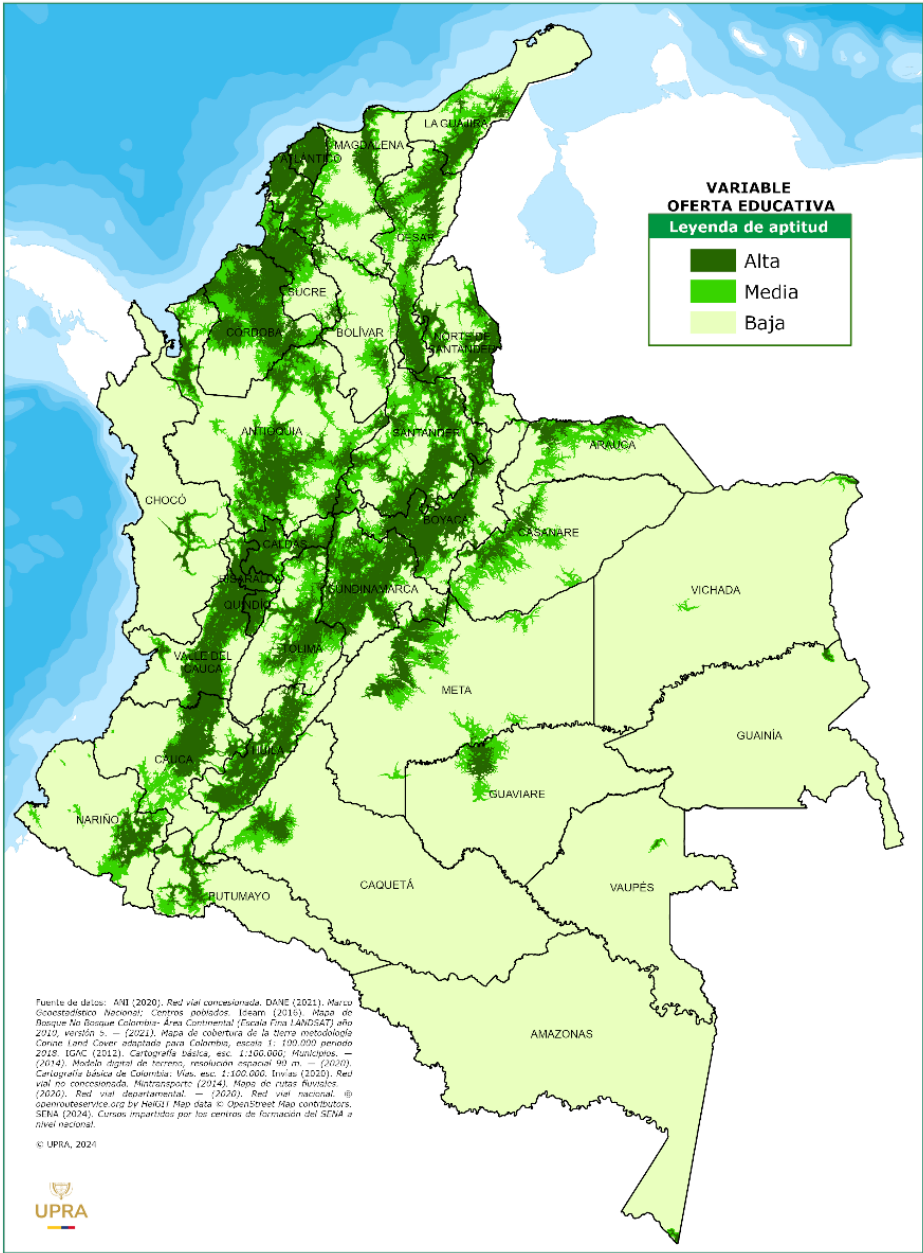
Tiempo de desplazamiento en horas	Aptitud
Desplazamiento con los tiempos más bajos a cabeceras con oferta educativa	Alta (A1)
Desplazamiento con los tiempos moderados a cabeceras con oferta educativa,	Media (A2)
Desplazamiento con los tiempos altos a cabeceras con oferta educativa	Baja (A3)

Unidad de análisis

Tiempo de desplazamiento en horas

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE COCO
CRITERIO DISPONIBILIDAD MANO DE OBRA



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Agencia Nacional de Infraestructura (ANI) (2020). Red vial concesionaria. Bogotá.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (2020) Marco geoestadístico nacional. Centros poblados. Bogotá.
- Departamento Nacional de Planeación (DNP) (2022). Portal Terridata. Sistema de Estadísticas Territoriales. Cultivo de coco <<https://terridata.dnp.gov.co/#/>> Bogotá.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2014). Modelo digital de terreno, resolución espacial 90 m. Bogotá.



- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2020). *Cartografía básica de Colombia; vías, escala 1:100.000*. Bogotá.
 - Instituto Nacional de Vías (Invías) (2020). *Red vial no concesionada*. Bogotá.
 - Ministerio de Educación Nacional (MinEducación) (2022). *Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES) Programas e instituciones de educación superior*. Bogotá.
 - Ministerio de Transporte (MinTransporte) (2014). *Mapa de tramos fluviales navegables*. Bogotá.
 - Ministerio de Transporte (MinTransporte) (2020). *Red vial departamental*. Bogotá.
 - Ministerio de Transporte (MinTransporte) (2020). *Red vial nacional*. Bogotá.
- Servicio Nacional de Aprendizaje SENA (2024). *Programas ofertados de formación titulada (técnico y tecnólogo, operario, auxiliar y especialista tecnológico), formación complementaria, y formación complementaria especial*

3.5. Criterio *Dinámica del mercado de tierras*

329

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional	
COMPONENTE: Socioeconómico SUBCOMPONENTE: Económico		
CRITERIO ASOCIADO: Dinámica del mercado de tierras		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
<ul style="list-style-type: none">• <i>Tamaño predial rural</i>, expresado en hectáreas (ha).• <i>Tendencia a la formalidad</i>, expresada en predios.• <i>Avalúo catastral rural</i>, expresado en millones de COP\$/ha.• <i>Arriendo rural</i>, expresado en miles de COP\$/ha/año.		
DEFINICIÓN		
<p>El mercado de tierras rurales se entiende cómo «el conjunto de transacciones o acuerdos libres de coerción, mediante las cuales se realiza el intercambio parcial o total sobre alguno o algunos de los componentes del derecho de propiedad (uso, goce y disposición) de predios que no han sido objeto de exclusiones legales» (Artículo 5, Resolución 128 de 2017 de MinAgricultura).</p> <p>Se analizan las características de los predios en relación con la dinámica del uso de la tierra, utilizando variables que permiten entender tanto la capacidad como las limitaciones del acceso a la tierra para la producción de coco. Esto incluye el tamaño de los terrenos, las condiciones de arrendamiento y los precios de los predios, empleando el avalúo catastral como un indicador de tendencias y formalidad. El objetivo es identificar áreas clave para focalizar posibles inversiones en el desarrollo de esta actividad.</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 con tierras insuficientes, para que puedan ampliar sus áreas productivas y ser más competitivos.</p>		

<p>Un productor busca predios económicos, de un buen tamaño para la actividad, con formalidad jurídica y que no tenga la presión del cambio de uso a usos urbanos, buscando disminuir la posibilidad de incurrir en mayores costos para desarrollar su actividad productiva.</p>
<p>LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO</p>
<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 proxy que, a pesar de haber sido indexado a través de un índice para dejar todos los municipios en la vigencia 2020, parte de información desactualizada en la mayoría de estos.</p>
<p>Asimismo, la desactualización de la información catastral limita los análisis realizados de formalidad, ya que una de las fuentes de información son los registros 1 y 2 de los catastros nacionales, que deben ser interrelacionados con la información de la superintendencia de notariado y registro, la Agencia Nacional de Tierras y la Unidad Administrativa Especial de Gestión de Restitución de Tierras Despojadas.</p>
<p>También se limita por la existencia de zonas del país, donde aún no se cuenta con procesos de formación catastral; por consiguiente, no hay información física, económica, ni jurídica. Estas zonas corresponden a 12 corregimientos y 68 municipios, ubicados en 15 departamentos.</p>
<p>Por otra parte, actualmente, no se cuenta con suficiente información de arriendos compilada, organizada y georreferenciada a nivel nacional.</p>
<p>VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO</p>
<p>En el análisis de cada una de las variables, ninguna presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).</p>
<p>METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN</p>
<p>Con el fin de mostrar los predios que permitan una forma eficiente de acceso, se marcaron aquellos identificados como excluidos del mapa de clasificación de áreas para el mercado de tierras rurales agropecuarias en su última versión para la vigencia 2023, clasificándolos en aptitud baja (A3), pero mostrándolos gráficamente en color blanco, para facilitar la lectura del usuario y diferenciarlos de los que a partir del análisis de cada una de las variables de este criterio por sus características de avalúo, tamaño, arriendo o presunta formalidad están en A3.</p>
<p>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 las áreas excluidas o fuera del mercado de tierras agropecuarias, a todos aquellos espacios geográficos del país en los que por expresas prohibiciones de la ley, no se pueden desarrollar actividades pecuarias 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 inalienable. Dentro de esta clasificación de áreas excluidas también se tienen en cuenta las zonas urbanas, que, si bien si permiten una compra o venta libre en el mercado, no son aptas para el desarrollo de actividades agropecuarias.</p>



Los condicionantes aquí mencionados se relacionan a continuación:

Territorios excluidos del mercado de tierras	
Zonas urbanas	
Resguardos indígenas constituidos	
Áreas reserva Ley 70 de 1993 - comunidades negras	
Parques Nacionales Naturales	
• Parques nacionales naturales	
• Área única natural	
• Santuario de flora	
• Santuario de flora y fauna	
• Vía parque	
• Reserva natural	
Parques regionales naturales	
Áreas arqueológicas	
AMEM preservación (Áreas de manejo especial de la Macarena, Meta)	
AMEM (Parques nacionales naturales)	
Reservas Forestales de la Ley 2 categoría A	
Páramos no transformados antes de 2011 o que tienen traslape con otras figuras que prohíben las actividades agropecuarias	
Bienes de uso público	
Restricciones locales	

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, posteriormente, teniendo en cuenta el software PriEsT (Priority Estimation Tool), se calcularon las ponderaciones de cada una de ellas dentro del criterio, según las categorías de aptitud, de acuerdo con la siguiente tabla:

Criterio	Variables	Tamaño predial	Tendencia la formalidad	Avalúo catastral	Arriendo rural	Ponderación de las variables (%)
Dinámica mercado de tierras	Tamaño predial	1				45,2
	Tendencia a la formalidad	1	1			36,6
	Avalúo catastral	1/5	1/3	1		12,4
	Arriendo rural	1/7	1/5	1/3	1	5,8

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 importantes				Igual en importancia	Más importantes			

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

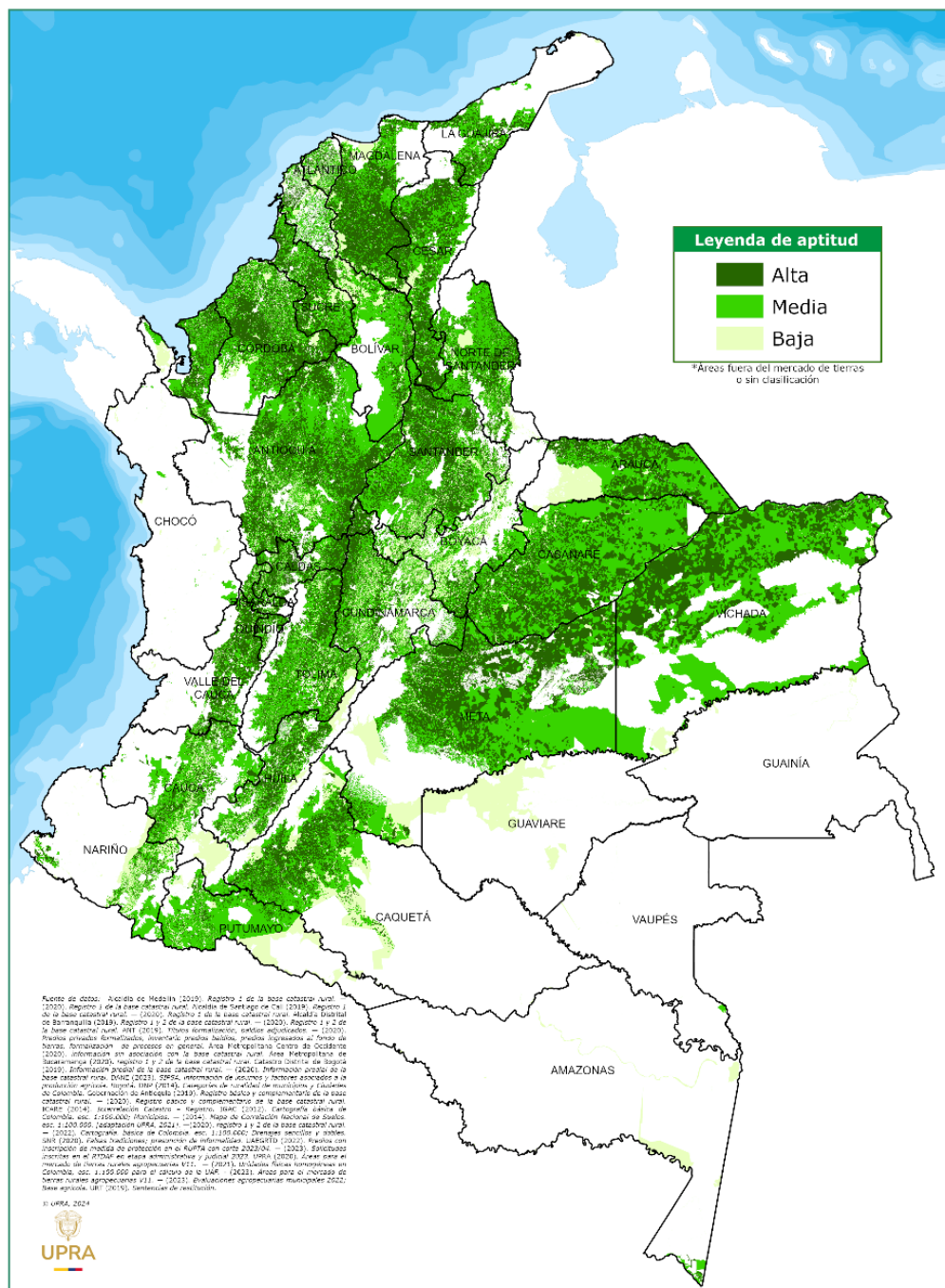
Para cada categoría se realizó una reclasificación numérica, la cual consiste en asignar un peso o valor en tres categorías de aptitud para el criterio: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

Variables	Unidad de medida	Aptitud		
		Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)
Tamaño predial rural	(ha)	Predios cuyo tamaño presentan las mejores condiciones para la generación de excedentes al productor.	Predios cuyo tamaño tiene una condición moderada para la generación de excedentes para el productor.	Predios cuyo tamaño restringen la generación de excedentes al productor y requiere acceso a más de una unidad predial
Tendencia a la formalidad	Predios	Con matrícula inmobiliaria sin presunción de informalidad	-	Predios sin información catastral, predios con mejoras, predios sin interrelación catastro registro, predios con falsa tradición, predios con presunción de baldíos, predios con presunción de Informalidad, predios con resolución de inscripción en el registro 1 de la Ley de tierras despojadas y abandonadas forzosamente y predios inscritos en el RUPTA.
Avalúo catastral rural	Millones de pesos COP/ha	< 2,5	2,5-13,5	> 13,5; predios en propiedad horizontal (PH y condominio) y con destinos económicos industriales, comerciales y recreativos
Arriendo rural	Miles de COP/ha/año	< 400	400 – 1.000	> 1.000



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA

ZONIFICACION DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE COCO CRITERIO DINÁMICA DEL MERCADO DE TIERRAS



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Alcaldía Distrital de Barranquilla (2020), *Registro 1 y 2 de la base catastral rural*.
- Alcaldía de Medellín (2020). *Base de datos catastral*.
- Alcaldía de Santiago de Cali (2020), *Registro 1 de la base catastral rural*.

- Área Metropolitana de Bucaramanga (2020). *Registro 1 y 2 base catastral rural*.
- Área Metropolitana Centro de Occidente (2020). *Información sin asociación con la base catastral rural*.
- Agencia Nacional de Tierras (ANT) (2019). *Títulos formalización, baldíos adjudicados*, Bogotá: ANT.
- Agencia Nacional de Tierras (ANT) (2020), *predios privados formalizados, inventario predios baldíos, predios ingresados al fondo de Tierras, formalización de procesos en general*.
- Catastro Distrital Bogotá. (2020). *Información predial jurídica, física y económica*.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (2020). *SIPSA. Sistema de información de precios*. Datos de arriendo para actividades agrícolas. Bogotá.
- Departamento Nacional de Planeación (DNP) (2014), *Categorías de ruralidad de municipios y ciudades de Colombia*.
- Gobernación de Antioquia (2019). *Predial Rural Antioquía*.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2012). *Cartografía básica escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). *Base catastral, Registros 1 y 2*.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2019). *Base catastral, Registros 1 y 2*.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2014). *ICARE, Interrelación catastro registro*.
- 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. Cultivo de coco.
<<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>>
- Superintendencia de Notariado y Registro (SNR) (2020). *Falsas tradiciones, presunción de informalidad*. Bogotá.
- Unidad Administrativa Especial de Gestión de Restitución de Tierras Despojadas (UAEGRTD) (2023). *Solicitudes de inscripción en el registro de Tierras despojadas y abandonadas forzosamente*.
- Unidad Administrativa Especial de Gestión de Restitución de Tierras Despojadas (UAEGRTD) (2023). *Predios con inscripción de medida de protección en el RUPTA*.
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA) (2015). *Mercado de tierras rurales productivas en Colombia. Caracterización, marco conceptual, jurídico e institucional*. Bogotá.
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA) (2021). *Metodología para el cálculo de la unidad agrícola familiar por unidades físicas homogéneas a escala municipal. Mapa de zonas homogéneas físicas*.
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA) (2023). *Clasificación de áreas para el mercado de Tierras rurales agropecuarias última versión*. Bogotá.



3.5.1. Variable *Tamaño predial*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional	
COMPONENTE: Socioeconómico SUBCOMPONENTE: Económico		
CRITERIO ASOCIADO: Dinámica del mercado de tierras		
VARIABLE: Tamaño predial	UNIDAD DE MEDIDA: Ha	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
<p>Superficie de terreno en rangos de tamaños prediales definidos de acuerdo con el comportamiento medio de la actividad para la producción de coco y las dimensiones consideradas apropiadas para una productividad competitiva.</p> <p>Para efectos de la evaluación de tierras, se considera el tamaño de los predios en ha, en una aptitud determinada, asignada a partir de la información catastral vigente con información predio a predio del ámbito rural.</p>		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
<p>Permite que un nuevo actor o uno que tiene tierra insuficiente, pueda evidenciar dónde los tamaños prediales podrían ser apropiados para el desarrollo de la actividad productiva y dónde se dificultaría.</p> <p>Esta actividad requiere de extensiones prediales pequeñas, por lo que podrían tener facilidad de acceso relacionada con la distribución predial actual del país.</p>		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO		
En el análisis de cada una de las variables, ninguna presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE		
<p>La fuente de información para la medición de la variable es la base predial del IGAC y de catastros descentralizados, que en muchos municipios del país están desactualizadas y en 80 de ellos no se cuenta con información catastral.</p> <p>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.</p>		

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Información.

Alcaldía de Medellín. (2020). Base de datos catastral.
 Alcaldía Distrital de Barranquilla. (2020). Base de datos catastral, registros 1 y 2.
 Alcaldía de Santiago de Cali. (2020). Base de datos catastral.
 Área Metropolitana de Bucaramanga. (2020). Registro 1 y 2 base catastral rural.
 Área Metropolitana Centro de Occidente (2020). Información sin asociación con la base catastral rural.
 Catastro Distrital Bogotá. (2020). Información predial jurídica, física y económica.
 Gobernación de Antioquia. (2020). Predial rural Antioquía.
 IGAC. (2012). Cartografía básica escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
 IGAC. (2020). Base catastral, registros 1 y 2.
 UPRA. (2021). Mapa de zonas homogéneas físicas _ UAF.

Precisión 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, sin ningún condicionante legal que impida su explotación económica y de propiedad privada.

Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Los puntos de corte para las categorías de aptitud se definieron teniendo en cuenta el cálculo de las áreas mínimas requeridas para que la actividad se realice de manera productiva, que además se comportan de manera representativa en el actual desarrollo de la actividad existente en el país, para lo cual se contó con el concepto de profesionales vinculados al proceso productivo y de especialistas, estos últimos revisaron estructuras de costos como base para determinar los excedentes rentables a partir de datos de rendimiento y precios de venta, que permitieron determinar un área mínima y una esperada para una producción rentable.

Para evidenciar la representatividad de los tamaños calculados, se validaron los rangos propuestos cruzando los predios con la actividad evidenciados para existencia de cultivos, en visitas de campo y, finalmente, se realizó la propuesta de las tres categorías de aptitud a partir de integración de toda la información consultada.

Una vez determinado el tamaño, se realizó un ajuste dependiendo del valor potencial según el tipo de unidad física homogénea, identificando así de acuerdo con esta condición un diferencial en las áreas para cada uno de los rangos de aptitud, aumentando los tamaños requeridos entre más bajo sea el valor potencial.

Se aplican los 13 índices obteniendo los mismos diferenciales de tamaños prediales para cada una de las aptitudes, se anota que para la apreciación improductiva la aptitud en todos los casos será de aptitud baja (A3). Dicho proceso se trabajó según el siguiente cuadro y con base en el mapa de zonas homogéneas físicas para Colombia de la metodología de actualización de la UAF, realizada por la entidad.

La base del cálculo de áreas para el cultivo a las que se aplica el ajuste es la siguiente:

A1: Mayor a 5,7 ha.

A2: Entre 1,9 y 5,7 ha.

A3: Menor a 1,9 ha.



Apreciación	Rangos (VP) sobre 100 puntos	Número para expresar el valor potencial	Índice por VP
Excelente	85-100	92	1,0
Muy buena	77-84	80	1,3
Buena	70-76	73	1,4
Moderadamente buena	64-69	67	1,5
Moderadamente buena a mediana	59-63	61	1,6
Mediana	53-58	55	1,8
Mediana regular	47-52	49	2,0
Regular	41-46	44	2,3
Regular a mala	35-40	38	2,6
Mala	24-34	30	3,3
Mala a muy mala	19-26	23	4,3
Muy mala	11-18	17	5,9
Improductiva	<11	6	17

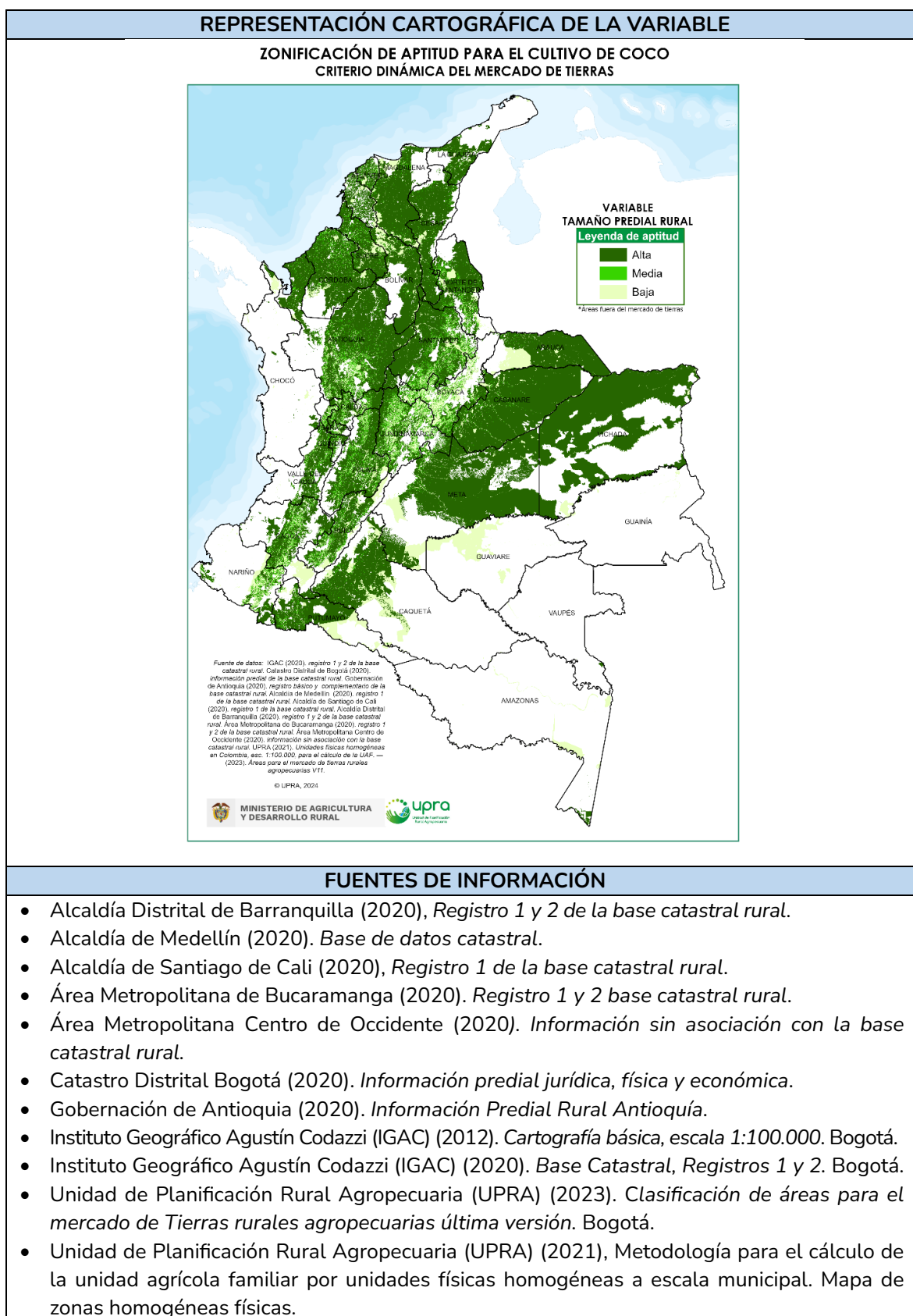
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con la categoría de aptitud: alta (A1), media (A2) y baja (A3), así:

Predios (ha)	Aptitud
Predios cuyo tamaño presentan las mejores condiciones para la generación de excedentes al productor	Alta (A1)
Predios cuyo tamaño tiene una condición moderada para la generación de excedentes para el productor	Media (A3)
Predios cuyo tamaño restringen la generación de excedentes al productor y requiere acceso a más de una unidad predial	Baja (A3)

Unidad de análisis

Predios (ha)



3.5.2. Variable *Tendencia a la formalidad*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional	
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	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
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 misma, 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>Brinda 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 cuales pueden presentar algunas o muchas dificultades, al suministrar información sobre la seguridad y accesibilidad a los derechos de propiedad, propiciando el acceso a los incentivos para invertir, al crédito y beneficios agropecuarios.</p> <p>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 (Deininger, 2003).» (UPRA, 2015).</p>		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO		
El análisis de la variable no presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE		
<p>Existen zonas del país donde aún no cuentan con procesos de formación catastral y no se cuenta con información, por lo cual los polígonos se representan cartográficamente en blanco.</p> <p>Estas zonas corresponden a 12 corregimientos y 68 municipios, ubicados en 15 departamentos, reportados en la página del IGAC en el estado de la gestión catastral rural y en el informe de gestión de cierre de 2020.</p>		

Municipios reportados en el SIGOT 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
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) 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.

Debido a que esta variable se trabaja con las bases catastrales que se obtienen después de realizar el proceso para la determinación del índice de informalidad, trabajado en la entidad, la vigencia a utilizar de las mismas depende directamente de la actualización del índice que por ahora no se calcula para todos los años por restricciones en los datos fuente.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**Información.**

Alcaldía de Medellín. (2019). Base de datos catastral.

Alcaldía Distrital de Barranquilla. (2019). Base de datos catastral, registros 1 y 2.

Alcaldía de Santiago de Cali. (2019). Base de datos catastral.

Alcaldía de Santiago de Cali. (2019). Información predial jurídica, física y económica.

Agencia Nacional de Tierras (ANT) (2019). Títulos formalizados, baldíos adjudicados-

Agencia Nacional de Tierras (ANT) 2020. Predios privados formalizados, inventario de predios baldíos, predios ingresados al fondo de Tierras, formalización de procesos en general.

Catastro Distrital Bogotá. (2020). Información predial jurídica, física y económica.

Gobernación de Antioquia (2020). Predial rural Antioquía.

Interrelación entre Catastro y Registro (ICARE) Departamento nacional de Planeación (DNP) (2014). Predios sin interrelación catastro registro, predios con falsa tradición.

IGAC. 2012. Cartografía básica escala 1:100.000. Bogotá.

IGAC. 2016. Base catastral, registros 1 y 2.



IGAC. 2019. Base catastral, registros 1 y 2.

SNR. 2019. Falsas tradiciones.

UAEGRTD. 2023. Puntos de los centroides RTDAF y RUPTA. URT. 2019. Sentencias de restitución.

Precisiones de la información.

Las variables para determinar que los predios tienen una presunta 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 IGAC y en la información entregada por SNR 2020 están en falsa tradición.
6. Predios identificados como presuntos baldíos.
7. Predios con resolución de inscripción en el registro 1 Ley de tierras despojadas y abandonadas forzosamente.
8. Predios con inscripción de medida de protección por riesgo de despojo.

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 8, mientras por exclusión, los primeros serían los que se pueden considerar como presuntos formales.

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.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Para este proceso se hizo la selección de la base de datos empezando por los predios sin información catastral, predios con mejoras, predios sin interrelación catastro registro, predios con falsa tradición, predios con presunción de baldíos, predios con presunción de Informalidad y predios con resolución de inscripción en el registro 1(*), ya que tiene un inconveniente en su titulación y deben necesariamente pasar por un proceso judicial para poder volver a la formalidad; luego se seleccionaron los predios que sin matrícula inmobiliaria y finalmente quedaron los demás predios que se presumen formales.

(*) Estos predios corresponden a aquellas solicitudes que una vez analizadas pasaron a instancia judicial y tienen un proceso legal iniciado, que hacen referencia 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 dentro de las que está la etapa administrativa correspondiente a los polígonos P: Preliminar, G: Georreferenciados, D: Definitivos y F: Final., que son las tenidas en cuenta en este análisis y hacen parte de las solicitudes con resolución de Inscripción en el registro 1 Ley de tierras despojadas y abandonadas forzosamente.

También desde el tema de restitución se abordó el fenómeno del despojo en las zonas no focalizadas, marcando los predios con inscripción de medida de protección (RUPTA).

Información jurídica de los predios		Aptitud
Predios con matrícula inmobiliaria sin presunción de informalidad		Alta (A1)
-		Media (A2)
Predios sin información catastral, predios con mejoras, predios sin interrelación catastro registro, predios con falsa tradición, predios con presunción de baldíos, predios con presunción de informalidad y predios con resolución de inscripción en el registro 1 de la Ley de tierras despojadas y abandonadas forzosamente y predios inscritos en el RUPTA		Baja (A3)
Unidad de análisis		Predios
REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE		
<p style="text-align: center;">ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO TRADICIONAL DE COCO CRITERIO DINÁMICA DEL MERCADO DE TIERRAS</p> <p style="text-align: center;">VARIABLE TENDENCIA A LA FORMALIDAD</p> <p style="text-align: center;">Leyenda de aptitud</p> <p style="text-align: center;">Alta Media Baja</p> <p style="text-align: center;">*Áreas fuera del mercado de tierras</p> <p style="text-align: center;">Fuentes de datos: "Estado de Bogotá" (2019), Registro 1 y 2 de la base catastral rural, "Catastro Distrital de Bogotá" (2019), "Registro 1 y 2 de la base catastral rural", "Instituto Geográfico Agustín Codazzi" (IGAC) (2012), "Cartografía básica, escala 1:100.000", "Bogotá", "Instituto Geográfico Agustín Codazzi" (IGAC) (2019), "Base predial Registros 1 y 2, vigencia 2016", "Bogotá".</p> <p style="text-align: center;">© UPR, 2021</p> <p style="text-align: center;">MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL</p> <p style="text-align: center;">upra</p>		
FUENTES DE INFORMACIÓN		
<ul style="list-style-type: none"> Alcaldía Distrital de Barranquilla (2019), Registro 1 y 2 de la base catastral rural. Alcaldía de Medellín (2019), Base de datos catastral. Alcaldía de Santiago de Cali (2019), Registro 1 de la base catastral rural. Agencia Nacional de Tierras (ANT) (2019). Títulos formalizados, baldíos adjudicados- _2020. Predios privados formalizados, inventario de predios baldíos, predios ingresados al fondo de Tierras, formalización de procesos en general. Bogotá. Catastro Distrital Bogotá (2019). Información predial jurídica, física y económica. Gobernación de Antioquia (2019). Información Predial Rural Antioquía. Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá. Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2019). Base predial Registros 1 y 2, vigencia 2016. Bogotá. 		



- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2014). Predios sin interrelación catastro registro y con falsa tradición. Bogotá.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) - ICARE (2014). Interrelación catastro registro.
- Resolución 128 de 2017 y anexos del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. SIGOT.
- Superintendencia de Notariado y Registro (SNR) 2020. Falsas tradiciones. Bogotá.
- Unidad Administrativa Especial de Gestión de Restitución de Tierras Despojadas (UAEGRTD) (2023). Puntos de los centroides, de los polígonos de las solicitudes que se encuentran en etapa administrativa y judicial.
- Unidad Administrativa Especial de Gestión de Restitución de Tierras Despojadas. (UAEGRTD) (2019). Sentencias de restitución.
- Unidad Administrativa Especial de Gestión de Restitución de Tierras Despojadas. (UAEGRTD). RUPTA (2023). Predios con inscripción de medida de protección.
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA). (2015). Mercado de tierras rurales productivas en Colombia. Caracterización, marco conceptual, jurídico e institucional. Bogotá.
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA). (2023). Clasificación de áreas para el mercado de tierras rurales agropecuarias_ última versión. Bogotá.

3.5.3. Variable *Avalúo catastral rural*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)		Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional
COMPONENTE: Socioeconómico SUBCOMPONENTE: Económico		
CRITERIO ASOCIADO: Dinámica del mercado de tierras		
VARIABLE: Avalúo catastral rural		UNIDAD DE MEDIDA: Millones de COP/ha
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
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 (Resolución 0070 de 2011 del IGAC).</p> <p>Esta variable se utiliza como un <i>proxi</i> del precio comercial posible de intercambio de las tierras rurales por ha, en ausencia de información de precios comerciales a nivel nacional actualizados, recientes o tomados de fuente directa.</p> <p>El intercambio se entiende como «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.» (MinAgricultura, 2017).</p>		

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Incide en la manera de acceder a la tierra, dado que a menores precios (representados por el avalúo catastral) se pueden disminuir los costos de producción (pago por rentas del suelo), lo que por ende permitirá a un productor ampliar su margen de competitividad.

Por el contrario, los altos precios de la tierra originan barreras a la actividad productiva por ser más exigente la inversión inicial, generando mayores costos de transacción y de oportunidad, así como mayores pagos por impuesto.

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

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 esta, los avalúos catastrales, que si bien es cierto no pueden dar una información directa de precios, si muestran una tendencia de estos. La UPRA, a 2023 cuenta con precios comerciales de referencia escala 1:100.000 para suelos rurales agropecuarios en 415 municipios del país, en 18 departamentos, que cubren aproximadamente 31 millones de ha; sin embargo, la variable requiere cobertura nacional con la que aún no se cuenta.

La relación monetaria entre el valor catastral y el precio comercial es difícil de determinar ya que no hay información precisa del porcentaje de adopción entre el uno y el otro en los municipios del país. Adicionalmente, los avalúos catastrales rurales en su mayoría están muy desactualizados, lo que genera mayores brechas entre estos dos datos. Sin embargo, el valor catastral sí indica una tendencia del precio comercial, es decir muestra donde puede ser más costoso y donde puede ser más bajo el precio de la tierra.

En cuanto a la información catastral utilizada, está desactualizada en la mayoría de los municipios y existen zonas del país donde aún no se cuenta con procesos de formación catastral. Por consiguiente, 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 el IGAC en su estado de gestión catastral rural.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**Información.**

Alcaldía de Medellín. (2020). Base de datos catastral.

Alcaldía Distrital de Barranquilla. (2020). Base de datos catastral, registros 1 y 2.

Alcaldía de Santiago de Cali. (2020). Base de datos catastral.

Área Metropolitana de Bucaramanga. (2020). Registro 1 y 2 base catastral rural.

Área Metropolitana Centro de Occidente. (2020). Información sin asociación con la base catastral rural.

Catastro Distrital Bogotá. (2020). Información predial jurídica, física y económica.

Gobernación de Antioquia. (2020). Predial rural Antioquía.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2012). Cartografía básica escala 1:100.000.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2020). Base catastral, registros 1 y 2.



Precisión de la información.

La determinación del valor catastral por ha se calculó a partir del avalúo catastral total dividido por el área de terreno, ya que la información discriminada no estaba disponible, obviando los valores de construcción, partiendo del supuesto que para los predios rurales agropecuarios tiene un peso muy bajo debido a la relación de área entre terreno y construcción.

Análisis de la consistencia y preparación de la información.

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 2020, a través de un índice departamental calculado por la UPRA a partir de las tasas de crecimiento del avalúo catastral rural municipal entre vigencias.

Con el fin de identificar el precio más favorable y el máximo, que un productor para el cultivo de coco está en condición de pagar por acceder a tierra a través de la compra, se procedió a agrupar la información de avalúos catastrales por ha en predios con reporte de existencia de cultivo de coco reportados en el CNA, en los rangos establecidos para el mapa nacional de avalúos catastrales (realizado por la UPRA), identificando la mayor representación en cada uno de ellos, definiendo así unos cortes preliminares para esta variable.

Adicionalmente, se consultó a expertos inmobiliarios y se realizaron pequeños sondeos del mercado actual. Ya que esta información fue expresada en precios comerciales, se asume un porcentaje de correspondencia nacional entre los mismos del 60 %, para proceder a la comparar con apoyo en lo indicado en el decreto 148 de febrero de 2020, artículo 2 numeral 22211.

Rangos de avalúos del mapa nacional.

Color	Rango
	< 0,5
	0,5 - 1
	1 - 5
	5 - 10
	10 - 15
	15 - 20
	20 - 25
	25 - 30
	30 - 35
	35 - 40
	40 - 50
	50 - 60
	60 - 70
	70 - 80
	80 - 90
	90 - 100
	> 100

Basados en los análisis de la información anterior se establecen los rangos propuestos de aptitud. Adicionado a la clasificación de aptitud baja (A3), todos aquellos predios que en las bases catastrales tiene los atributos de destino y uso mencionados en la siguiente tabla, con el fin de evidenciar a partir de esta información la presión que ejercen en el precio de la tierra los usos distintos a los agropecuarios que se desarrollan en zonas rurales generalmente suburbanas, reglamentadas dentro de los planes de ordenamiento territorial de cada municipio.

- | |
|---|
| a. Predios rurales en propiedad horizontal (PH) y condominios. |
| b. Predios rurales con destino económico industrial, comercial y recreacional. |
| c. Predios rurales cuyas construcciones tengan uso bodegas comerciales, hoteles en PH, comercio, hoteles, clubes-casinos, pensiones y residencias, centros comerciales y vivienda recreacional. |

Es importante recalcar que los valores catastrales por ha de los predios de las zonas rurales del país no corresponden al precio comercial y no existe un porcentaje de adopción para convertirlos y, generalmente, están distantes del mismo, es por ello por lo que, a la información consultada con expertos, productores e inmobiliarios, se le aplica un índice de adopción del 60 %, para poder analizarla con relación a la información de avalúos catastrales trabajada para esta variable.

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).

Millones de COP/ha	Aptitud
< 2,5	Alta (A1)
2,5 - 13,5	Media (A2)
>13.5, predios en propiedad horizontal (PH y condominio) y con destinos económicos industriales, comerciales y recreativos	Baja (A3)

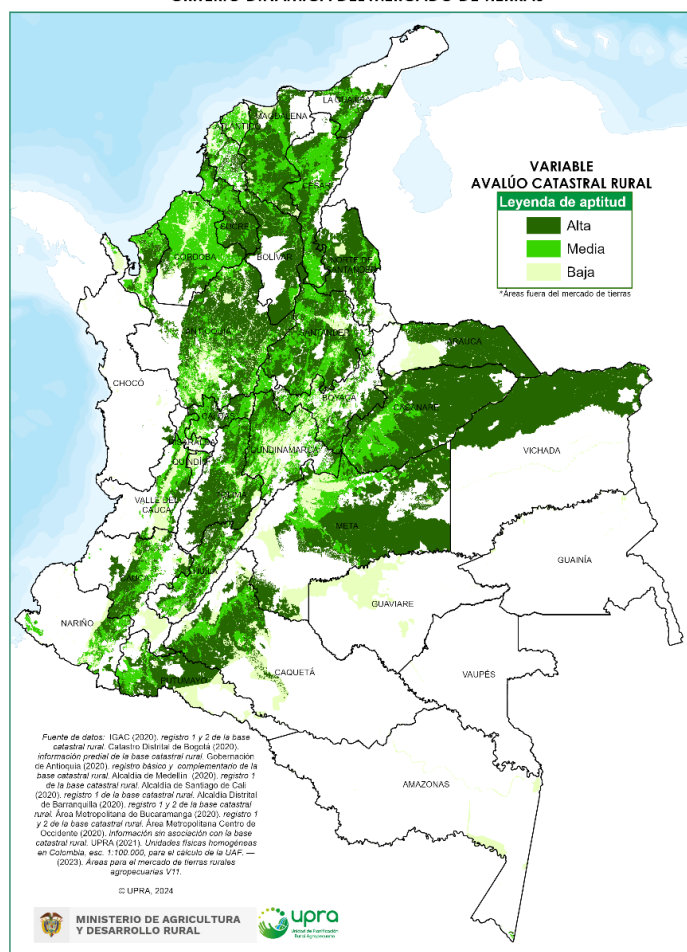
Unidad de análisis

Millones de COP /ha



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE COCO CRITERIO DINÁMICA DEL MERCADO DE TIERRAS



347

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Alcaldía Distrital de Barranquilla (2020), *Registro 1 y 2 de la base catastral rural*.
- Alcaldía de Medellín (2020), *Base de datos catastral*.
- Alcaldía de Santiago de Cali (2020), *Registro 1 de la base catastral rural*.
- Área Metropolitana de Bucaramanga (2020). *Registro 1 y 2 base catastral rural*.
- Área Metropolitana Centro de Occidente (2020). *Información sin asociación con la base catastral rural*.
- Catastro Distrital Bogotá (2020). *Información predial jurídica, física y económica*.
- Gobernación de Antioquia (2020). *Información Predial Rural Antioquia*.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000*. Bogotá.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2020). *Base Catastral, Registros 1 y 2*. Bogotá.
- 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: MinAgricultura.
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA) (2023). *Clasificación de áreas para el mercado de Tierras rurales agropecuarias-última versión*. Bogotá.

3.5.4. Variable Arriendo rural

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)		Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional
COMPONENTE: Socioeconómico SUBCOMPONENTE: Económico		
CRITERIO ASOCIADO: Dinámica del mercado de tierras		
VARIABLE: Arriendo rural		Unidad de medida: Miles de COP/ha/año
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
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 definido. Para efectos de la variable, se establece su valor en ha/año.		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
Permite estimar el valor del uso del suelo, como factor de costos para el desarrollo de la actividad productiva. El arriendo tiene gran importancia como uno de los aspectos más relevantes dentro del desarrollo de la actividad productiva, ya que facilita el acceso a la tierra evitando realizar inversiones en compra de predios.		
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 la actualidad el país no cuenta con información organizada, georreferenciada y publica de cobertura nacional, contando únicamente con la información de referencia de arriendos recogida por el DANE, a través del SIPSA. Dentro de la información de factores de producción, cuenta con 9550 datos, ubicados en 151 municipios que corresponden a 23 departamentos, levantados en el periodo 2013-2024, 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		
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 agropecuaria y el nivel de abastecimiento de alimentos en las ciudades.		
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» (DANE, 2017)		

**Análisis de la consistencia y preparación de la información.**

Dentro del proceso de supervisión y análisis de la información de SIPSA 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 más bien con la rentabilidad del producto para la cual se requiere.

En el país es común que se dé la figura del arrendamiento para la producción agrícola; sin embargo, dada la dificultad de acceso a tierra y especialmente por los elevados costos de adquisición de esta, se observa con frecuencia esta forma de acceso a la tierra, además de otras figuras que sin ser por definición las mismas, si constituyen otros mecanismos de acceso a tierra como la asociación, la participación, entre otros, que permite al productor y al dueño de la tierra realizar esta actividad productiva de manera rentable para ambos.

El proceso para la clasificación por aptitud se realizó de la siguiente manera. Se tomó como base de la información económica los arriendos del SIPSA para el año 2023, con el fin de determinar el comportamiento del pago del arrendamiento para actividades agrícolas, expresado en año/ha.

A través de la depuración de los datos se construyeron rangos, que permitieran varias opciones de agrupación en los tres rangos de aptitud, con el fin de reflejar de la mejor manera el comportamiento específico para el arriendo de la producción. Estos rangos se clasificaron en aptitud alta (A1), aptitud media (A2) y aptitud baja (A3), teniendo como base los valores de arriendo determinados con el equipo técnico de la UPRA y los productores visitados en las validaciones realizadas en territorio.

Se tomaron de la base del SIPSA, todos los datos de arriendos para actividades agrícolas, unificándolos en ha por año. Posteriormente, se realizó el proceso de definición de rangos para todos los municipios reportados en SIPSA, construyendo como resultado del análisis de estos, 18 rangos relacionados directamente con los datos reportados de pendiente y agua, los cuales se muestran a continuación:

No.	Rangos de valor de arriendo anual en COP/ha	
1.1.1	Hasta \$200.000	
1.1.2	> \$ 200.000	Hasta \$300.000
1.2.1	> \$300.000	Hasta \$400.000
1.2.2	> \$400.000	Hasta \$500.000
2.1.1	> \$500.000	Hasta \$600.000
2.1.2	> \$600.000	Hasta \$700.000
2.1.3	> \$ 700.000	Hasta \$ 800.000
2.1.4	> \$800.000	Hasta \$900.000

2.1.5	> \$900.000	Hasta \$1.000.000
2.2.1	> \$1.000.000	Hasta \$1.200.000
2.2.2	> \$1.200.000	Hasta \$1.500.000
3.1.1	> \$1.500.000	Hasta \$2.000.000
3.1.2	> \$2.000.000	Hasta \$2.500.000
3.2.1	> \$2.500.000	Hasta \$3.000.000
3.2.2	> \$3.000.000	Hasta \$3.500.000
4.1.1	> \$3.500.000	Hasta \$ 4.000.000
4.1.2	> \$4.000.000	Hasta \$ 4.500.000
4.1.3	> \$4.500.000	

Para realizar la georreferenciación de los datos y basados en los datos originales se realizaron las siguientes clasificaciones: Para los datos relacionados con la pendiente, se llevó a cabo una reclasificación¹ para buscar su equivalencia con las fases de pendiente del mapa de correlación de suelos del IGAC (2014) de la siguiente manera:

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)

Para los datos relacionados con el agua, se realizó una equivalencia con la base cartográfica de drenajes, de la siguiente manera:

Dato SIPSA	Clasificación
Con agua	Polígonos prediales que cruzan con drenajes contenidos en la base cartográfica nacional
Sin agua	Polígonos prediales que no cruzan con drenajes contenidos en la base cartográfica nacional

Para realizar la proyección de los datos existentes a todos los municipios, se realizó el vínculo a través de la información de región, subregión y categoría de ruralidad, del DNP (DNP, 2014), buscando proyectar el dato económico del municipio conocido a otros de similares características semejantes y comparables con el que tiene la información económica de arriendo.

Regiones	Subregiones	Categorías de ruralidad
Eje cafetero Caribe Bogotá Centro oriente Centro sur Pacífico Llanos orientales	Todas para cada región	Rural Rural disperso Intermedios Ciudades y aglomeraciones

¹ La reclasificación de las pendientes de la información original de SIPSA, se realizó con apoyo del experto de suelos del componente físico del grupo de zonificación de la UPRA.



Esta proyección se realizó únicamente en las zonas incluidas y condicionadas del mercado de tierras, contenidas en el mapa de clasificación de áreas para el mercado de tierras rurales agropecuarias en su última versión.

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).

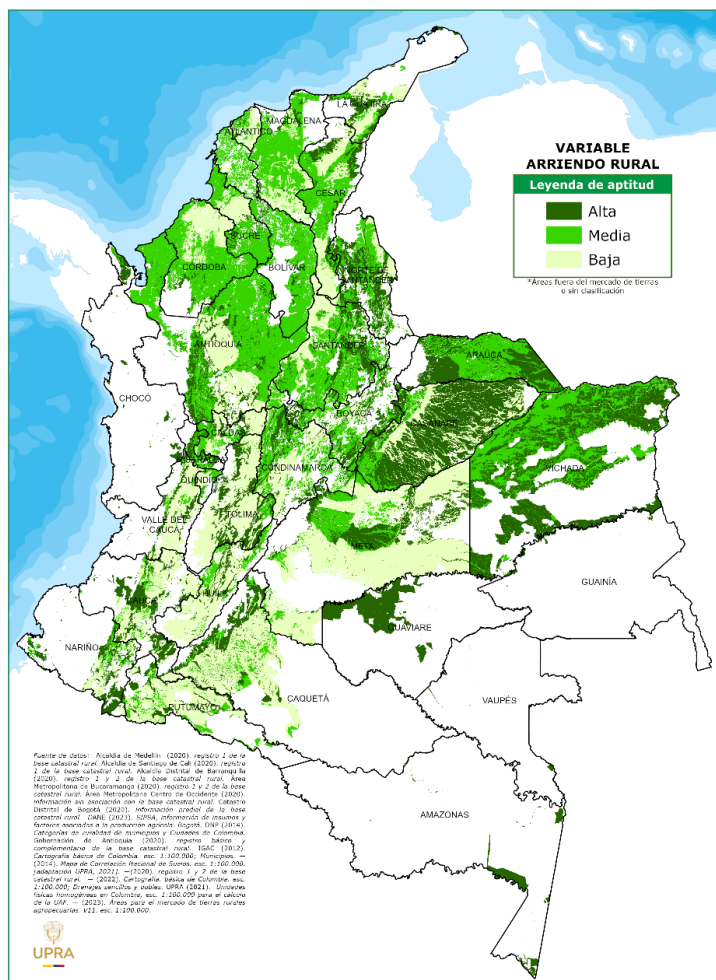
Miles de COP/ha/año	Aptitud
< 400	Alta (A1)
400 – 1.000	Media (A3)
> 1.000	Baja (A3)

Unidad de análisis

Miles de COP/ha/año

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE COCO CRITERIO DINÁMICA DEL MERCADO DE TIERRAS



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Consejo Nacional Legislativo. (1873). Ley 84 de 1873. Código Civil de la Nación.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (2021). SIPSA, *información de insumos y factores asociados a la producción agropecuaria*. Bogotá.
- Departamento Nacional de Planeación (DNP) (2014). El campo colombiano: un camino hacia el bienestar y la paz. Informe detallado de la Misión para la Transformación del Campo. Bogotá.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000*.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2014). *Mapa de correlación de suelos. Fases por pendiente*. Bogotá.
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA) (2023). *Clasificación de áreas para el mercado de tierras rurales agropecuarias-última versión*. Bogotá.

352

3.6. Criterio Seguridad ciudadana

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional	
COMPONENTE: Socioeconómico SUBCOMPONENTE: Social		
CRITERIO: Seguridad ciudadana		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
<ul style="list-style-type: none">• <i>Homicidios rurales</i>, expresados en tasa de homicidios rurales por cada 1000 habitantes.• <i>Extorsiones rurales</i>, expresadas en tasa de extorsiones rurales por cada 1000 habitantes.• <i>Hurtos rurales</i>, expresados en tasa de hurtos rurales por cada 1000 habitantes.• <i>Secuestros rurales</i>, expresados 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.</p> <p>Es una situación donde las personas pueden vivir libres de la violencia y el delito (CIDH, 2009).</p>		
IMPORTANCIA DEL CRITERIO		
<p>Refleja información de municipios donde se presentan y repiten hechos delictivos que posiblemente están 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>		



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 a los hurtos, extorsiones, homicidios y secuestro, entre otras. Estas acciones delictivas generan un ambiente de desconfianza y ausencia de inversión en proyectos productivos que mejorarían la calidad de vida, empleo y oportunidades de los pobladores rurales.

Como consecuencia, entre más frecuente sea la presentación de estos flagelos y situaciones irregulares, menor será la aptitud de la zona.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

En las bases de datos entregadas por PONAL, para los delitos de hurtos, extorsiones, homicidios y secuestro, se encontraron algunos municipios sin información.

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

Para clasificar cada una de las variables, se inicia relativizando la información del número de delitos reportados en zona rural respecto a la población de cada municipio; mediante el cálculo del *índice del delito por cada 1000 habitantes rurales*, de la siguiente forma:

- Se realizó la sumatoria de cinco años, a partir de las series históricas del número de extorsiones registradas en la zona rural para el período 2019-2023.
- Luego, con base en las series de proyección de población municipal del DANE (2018), de los microdatos del Censo CNPV (2018), para el país, se tomó la población por municipio proyectada para el año 2023, la cual se encuentra discriminada entre “cabecera y resto”; se extrajo la información del ámbito geográfico denominado “resto”, asociándola a la población rural para este año.

luego de la construcción del índice, se dividió la serie en dos grupos, el primero, con los municipios que no registraron datos reportados y el segundo, con los municipios que tenían uno o más casos registrados durante este período de análisis.

A continuación, al primer grupo de municipios donde no ocurrió el delito, se les asignó aptitud alta (A1) y para el segundo grupo, se aplicó el método estadístico K-Medias, 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 clústeres ($k = 2$).

El algoritmo de K-Medias, como otros métodos de agrupamiento parten 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 intraclústeres 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 para las aptitudes media (A2) y baja (A3), 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 según incidencia del fenómeno socioeconómico en estudio y su supuesta relación con los niveles de aptitud para el cultivo de coco.
2. De manera inicial, se divide en dos grupos el total de datos disponibles, se calcula el centroide (centro geométrico del clúster) base para la construcción de la variable objetivo (distancia). El centroide que se propone es el promedio aritmético de cada agrupamiento. Esto, para aquellos municipios que durante el período analizado tienen en promedio uno o más delitos.
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 clústeres inicialmente calculados (dos) y se suman dichos valores para todos los datos de este 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 ponderación del criterio se construyó a partir de la metodología AHP (*Analytics Hierarchy Process*), condensada en la matriz de comparaciones pareadas de cuatro variables, posteriormente, teniendo en cuenta el software PriEsT (*Priority Estimation Tool*), se calcularon las ponderaciones de cada una de ellas dentro del criterio, según las categorías de aptitud, de acuerdo con la siguiente tabla:

Criterio	Variables	Homicidios rurales	Extorsiones rurales	Hurtos rurales	Secuestros rurales	Pesos ponderados (%)
Seguridad ciudadana	Homicidios rurales	1				42,9
	Extorsiones rurales	1	1			37,8
	Hurtos rurales	1/5	1/3	1		12,8
	Secuestros rurales	1/5	1/5	1/3	1	6,5



La escala de importancia dentro del proceso *AHP* tiene cuenta la valoración entre pares de variables:

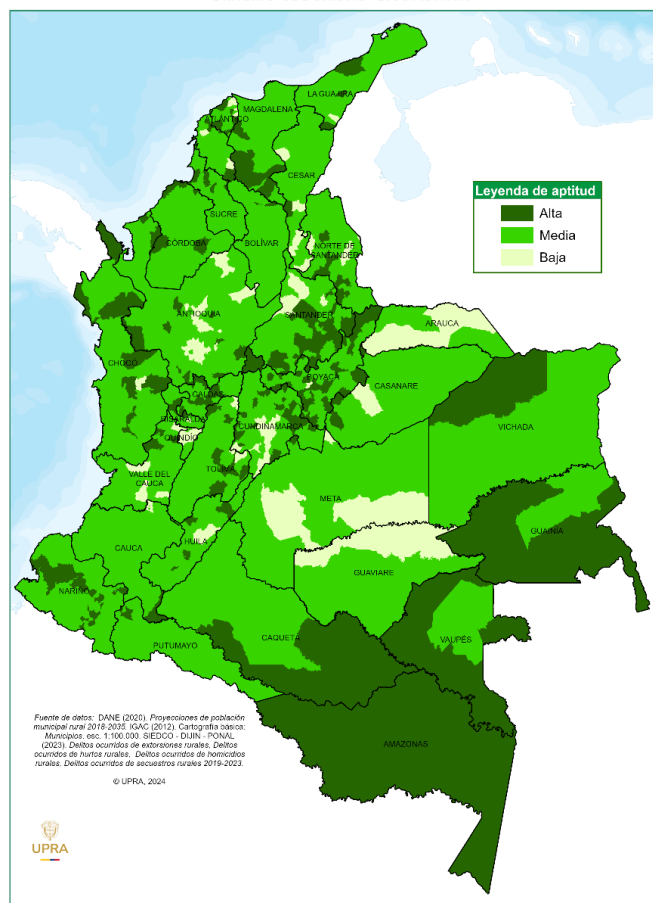
1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Sumamente	Muy fuertemente	Fuertemente	Moderadamente	Igualmente	Moderadamente	Fuertemente	Muy fuertemente	Sumamente
Menos importantes				Igual en importancia	Más importantes			

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)
Homicidios rurales	Tasa de homicidios rurales por cada 1000 habitantes	Sin ocurrencia del delito	$\leq 0,8265$	$> 0,8265$
Extorsiones rurales	Tasa de extorsiones rurales por cada 1000 habitantes	Sin ocurrencia del delito	$\leq 0,2066$	$> 0,2066$
Hurtos rurales	Tasa de hurtos rurales por cada 1000 habitantes	Sin ocurrencia del delito	$\leq 6,2464$	$> 6,2464$
Secuestros rurales	Tasa de secuestros rurales por cada 1000 habitantes	Sin ocurrencia del delito	$\leq 0,0617$	$> 0,0617$

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE COCO
CRITERIO SEGURIDAD CIUDADANA



- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (2020). Proyecciones de población municipal rural 2018 – 2035. Bogotá.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000*. Bogotá.
- Sistema de Información Estadístico, Delincuencial Contravencional y Operativo de la Policía Nacional (SIEDCO) – Dirección de Investigación Criminal e Interpol (DIJIN) – Policía Nacional de Colombia (PONAL) (2023). Delitos ocurridos de extorsiones rurales 2019 – 2023. Bogotá.
- Sistema de Información Estadístico, Delincuencial Contravencional y Operativo de la Policía Nacional (SIEDCO) – Dirección de Investigación Criminal e Interpol (DIJIN) – Policía Nacional de Colombia (PONAL)(2023). Delitos ocurridos de homicidios rurales 2019 – 2023. Bogotá.
- Sistema de Información Estadístico, Delincuencial Contravencional y Operativo de la Policía Nacional (SIEDCO) – Dirección de Investigación Criminal e Interpol (DIJIN) – Policía Nacional de Colombia (PONAL) (2023). Delitos ocurridos de secuestros rurales 2019 – 2023. Bogotá.
- Sistema de Información Estadístico, Delincuencial Contravencional y Operativo de la Policía Nacional (SIEDCO) – Dirección de Investigación Criminal e Interpol (DIJIN) – Policía Nacional de Colombia (PONAL) (2023). Delitos ocurridos de hurtos rurales 2019– 2023. Bogotá.



3.6.1. Variable *Homicidios rurales*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)		Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional
COMPONENTE: Socioeconómico SUBCOMPONENTE: Social		
CRITERIO: Seguridad ciudadana		
VARIABLE: Homicidios rurales	UNIDAD DE MEDIDA: Tasa de homicidios rurales por cada 1000 habitantes	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
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 «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» (INMLCF. <i>Homicidio Colombia 2008</i> . Bogotá: Instituto Nacional de Medicina Legal).		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
La población rural se ve afectada por la ocurrencia de esta actividad violenta que atenta directamente la vida de las personas que son una parte muy importante de la actividad productiva, es por ello que la variable constituye una herramienta para el sector, los productores y potenciales inversionistas, al generar una imagen a través de la información reportada del comportamiento del delito a nivel municipal, y así poder generar alertas que propicien la formulación de políticas públicas para su control por parte del gobierno nacional o para tomar las medidas de mitigación respectivas por parte de los productores o posibles inversores.		
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		
Las fuentes de información consultadas para la variable homicidios rurales, no se cuenta con registros para algunos municipios. 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		
Información. DANE. (2020), Proyecciones de población municipal rural 2018 – 2035. Población proyecta para el año 2023. Policía Nacional. (2023). Casos de homicidios en zona rural 2019 a 2023.		

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.

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 calculó el *índice de homicidios rurales por cada 1000 habitantes rurales*.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

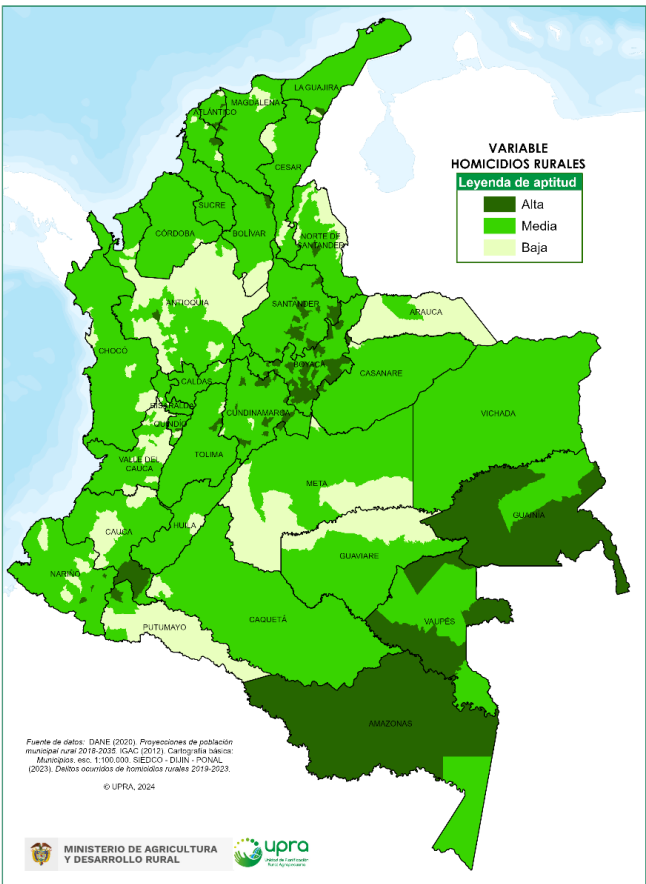
Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

Tasa de homicidios rurales por cada 1000 habitantes	Aptitud
Sin ocurrencia del delito	Alta (A1)
$\leq 0,8265$	Media (A2)
$> 0,8265$	Baja (A3)

Unidad de análisis	Tasa de homicidios rurales por cada 1000 habitantes
--------------------	---

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE COCO
CRITERIO SEGURIDAD CIUDADANA





FUENTES DE INFORMACIÓN
<ul style="list-style-type: none">• Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (2018). Censo nacional de Población y Vivienda_ Población centro poblado y rural disperso. Bogotá.• Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá.• Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses (INMLCF). Homicidio Colombia 2008. Bogotá.• Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses (INMLCF). Comportamiento del Homicidio en Colombia 2013.• Ley 599 de (2000). Artículo 103. Cultivo de coco <http://www.secretariasenado.gov.co/senado>.• MacQueen, J. (1967). Some methods for classification and analysis of multivariate observations. L. M. Lucien, & J. Neyman, Proceedings of the Fifth Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability, 1(Statistics), 281–297.• Policía Nacional (2023). Grupo Información de Criminalidad (GICRI). Policía Nacional - DIJIN. Datos 2019-2023. Bogotá.

3.6.2. Variable *Extorsiones rurales*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional	
COMPONENTE: Socioeconómico SUBCOMPONENTE: Social		
CRITERIO: Seguridad ciudadana		
VARIABLE: Extorsiones rurales	UNIDAD DE MEDIDA: Tasa de extorsiones rurales por cada 1000 habitantes	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
Consiste en obligar a una persona, a través de la utilización de violencia o intimidación, a realizar u omitir un acto o negocio jurídicos 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». (Código de procedimiento penal. Ley 906 de 2004).		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
Los productores agropecuarios están expuestos a la ocurrencia de la actividad extorsiva que afecta directamente la integridad del productor y sus ingresos, por ello la variable al mostrar su comportamiento del delito; constituye una herramienta para el sector, los productores y potenciales inversores, al permitir conocer a través de la información reportada el comportamiento del delito a nivel municipal.		
Podría contribuir también, al ser evidenciado, en la formulación de políticas públicas para su control por parte del gobierno nacional o para tomar las medidas de mitigación respectivas por parte de los productores o posibles inversores.		

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Las fuentes de información consultadas para la variable extorsiones rurales, no cuentan con registros para algunos municipios, por lo que, bajo el principio de precaución, estos se asimilaron al registro cero y, en consecuencia, se clasificaron en el rango de aptitud alta (A1).

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**Información.**

DANE. 2020. Proyecciones de población municipal rural 2018 – 2035. Población proyecta para el año 2023.

Policía Nacional de Colombia. 2023. Dirección de Investigación Criminal e Interpol. 2019 a 2023.

Precisiones de la información.

Se analizó el número de extorsiones ocurridas en las zonas rurales de cada municipio, a partir de los registros de la Policía Nacional.

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 calculó el *índice 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 con 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)
$\leq 0,2066$	Media (A2)
$> 0,2066$	Baja (A3)

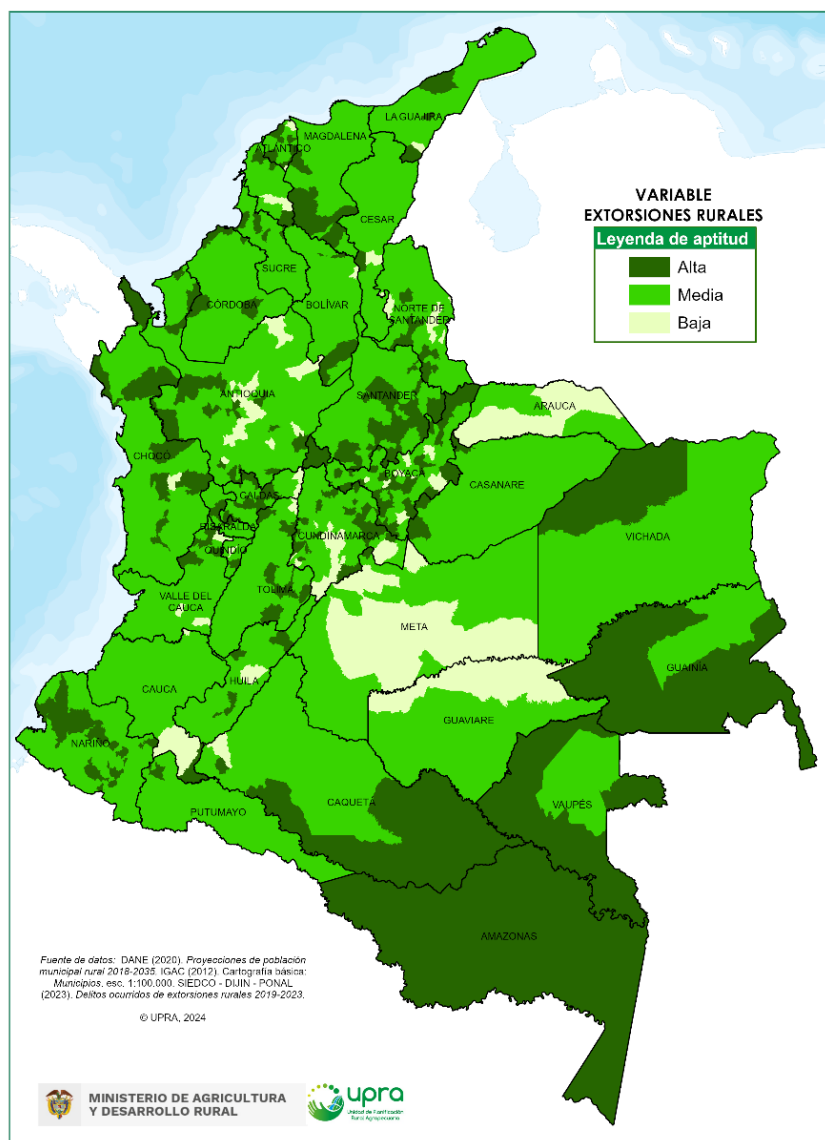
Unidad de análisis

Tasa de extorsiones rurales por cada 1000 habitantes



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE COCO CRITERIO SEGURIDAD CIUDADANA



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (2020). Proyecciones de población municipal rural 2018 – 2035. Bogotá.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000*. Bogotá.
- Policía Nacional (2023). Grupo Información de Criminalidad (GICRI). Dirección de Investigación Criminal e Interpol (DIJIN). *Datos 2019-2023*. Bogotá.
- Código de procedimiento penal. Ley 906 de 2004.
- Código Penal Colombiano. Ley 599 de (2000). Artículo 244. Cultivo de coco <<http://www.secretariassenado.gov.co/senado>>.

3.6.3. Variable *Hurtos rurales*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional	
COMPONENTE: Socioeconómico SUBCOMPONENTE: Social		
CRITERIO: Seguridad ciudadana		
VARIABLE: Hurtos rurales	UNIDAD DE MEDIDA: Tasa de hurtos rurales por cada 1000 habitantes	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
<p>De acuerdo con el código penal colombiano es apoderarse de un bien ajeno con el propósito de obtener provecho para sí o para otro. Se considera hurto calificado cuando se cometiere:</p> <ul style="list-style-type: none">• Con violencia sobre las cosas.• Colocando a la víctima en condiciones de indefensión o inferioridad o aprovechándose de tales condiciones.• Mediante penetración o permanencia arbitraria, engañosa o clandestina en lugar habitado o en sus dependencias inmediatas, aunque allí no se encuentren sus moradores.• Con escalamiento, o con llave sustraída o falsa, ganzúa o cualquier otro instrumento similar, violando o superando seguridades electrónicas u otras semejantes.		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
<p>La producción en el sector rural se ha visto afectada por la delincuencia común, que ha traído consigo toda clase de hurtos contra los bienes muebles de las personas, entre ellos el hurto a motocicletas, comercio, personas, residencia y automotores, razón por la cual la variable merece especial importancia, toda vez que indica la vulnerabilidad o posible riesgo de los bienes muebles tanto de los pobladores como de los potenciales inversores ubicados en las zonas de alta posibilidad de amenaza de hurto, lo cual atenta contra la seguridad y la integridad de los bienes muebles de la población y las dinámicas productivas establecidas.</p>		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO		
<p>El análisis de la variable no presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).</p>		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE		
<p>En las fuentes de información consultadas para la variable, se encuentran 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****Información.**

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (2020), Proyecciones de población municipal rural 2018 – 2035. Población proyecta para el año 2023.

Policía Nacional 2023. Dirección de Investigación Criminal e Interpol. 2019 a 2023.

Precisiones de la información.

Se analizó el número de hurtos a motocicletas, comercio, personas, residencia y automotores en zona rural ocurridos en cada municipio a partir de los registros de la Policía Nacional.

Análisis de consistencia y preparación de la información.

La construcción de esta variable se inicia relativizando la información del número de hurtos a motocicletas, comercio, personas, residencia y automotores en zona rural respecto a la población rural de cada municipio; para este objetivo se construyó el *índice de hurtos rurales por cada 1000 habitantes rurales*.

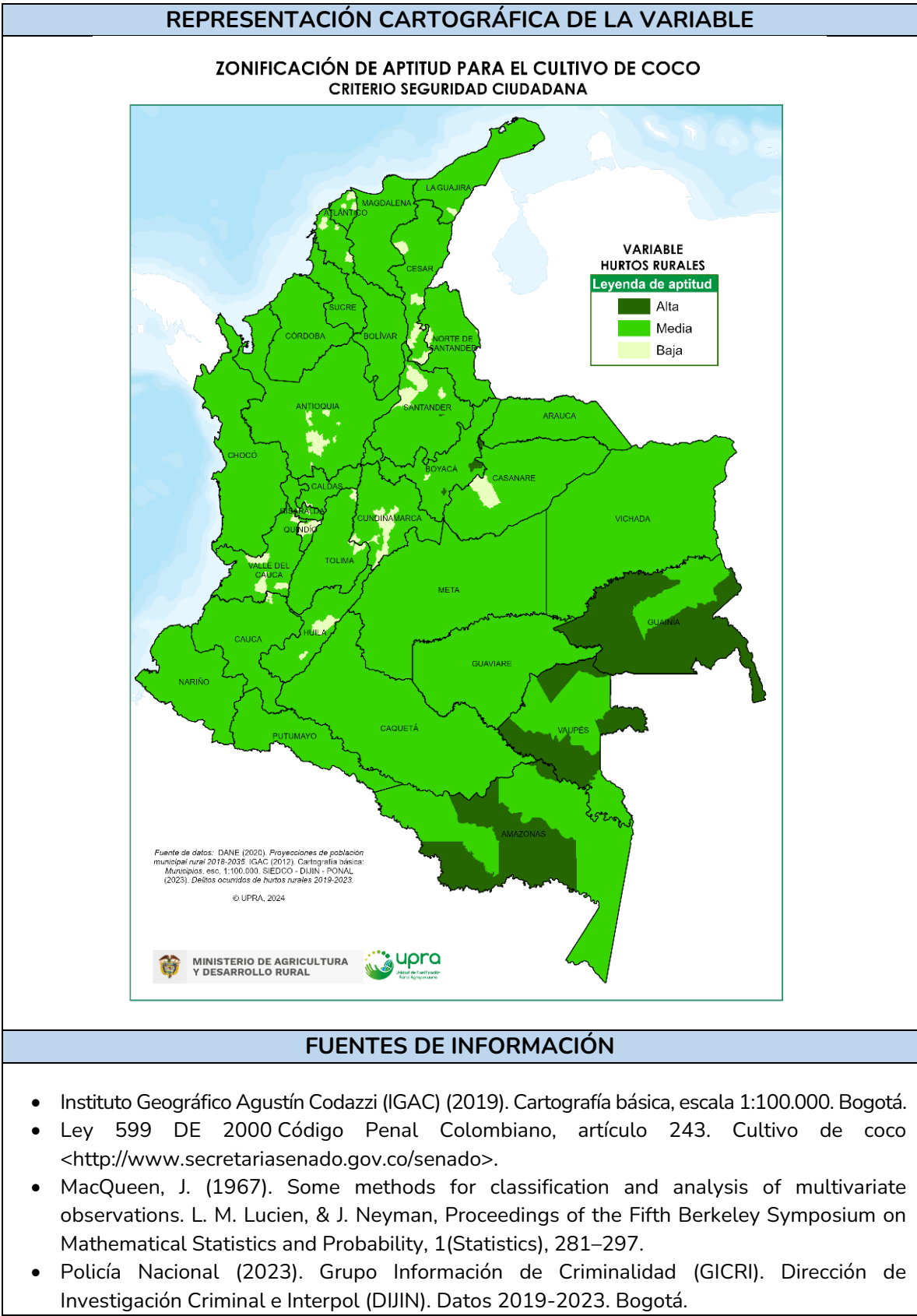
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

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 hurtos rurales por cada 1000 habitantes	Aptitud
Sin ocurrencia del delito	Alta (A1)
$\leq 6,2464$	Media (A2)
$> 6,2464$	Baja (A3)

Unidad de análisis

Tasa de hurtos rurales por cada 1000 habitantes





3.6.4. Variable Secuestros rurales

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional	
COMPONENTE: Socioeconómico SUBCOMPONENTE: Social		
CRITERIO: Seguridad ciudadana		
VARIABLE: Secuestros rurales	UNIDAD DE MEDIDA: Tasa de secuestros rurales por cada 1000 habitantes	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
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, artículo 168).		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
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 o posible riesgo tanto de la población como de los potenciales inversores ubicados 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.		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE		
Las fuentes de información consultadas para la variable no cuentan con registros para algunos municipios. 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		
Información. DANE. (2020). Proyecciones de población municipal rural 2018 – 2035. Población proyecta para el año 2023. Policía Nacional. (2023). Información de secuestros: 2019 a 2023.		
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.		
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 calculó el <i>índice de secuestros rurales por cada 1000 habitantes rurales</i> .		



FUENTES DE INFORMACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (2020). Proyecciones de población municipal rural 2018 – 2035. Bogotá. Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2012). <i>Cartografía básica, escala 1:100.000</i>. Bogotá. Sistema de Información Estadístico, Delincuencial Contravencional y Operativo de la Policía Nacional (SIEDCO) – Dirección de Investigación Criminal e Interpol (DIJIN) – Policía Nacional de Colombia (PONAL) (2020). Delitos ocurridos de secuestros rurales 2018 – 2022. Bogotá. MacQueen, J. (1967). <i>Some methods for classification and analysis of multivariate observations</i>. L. M. Lucien, & J. Neyman, Proceedings of the Fifth Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability, 1(Statistics), 281–297. Ley 599 DE 2000. Código Penal Colombiano. Artículo 168. Cultivo de coco <http://www.secretariasenado.gov.co/senado>. Ley 986 de 2005. “Medidas de protección a víctimas del secuestro, toma de rehenes y desaparición forzada”. Ley 986 de 2005. “Medidas de protección a víctimas del secuestro, toma de rehenes y desaparición forzada”.

3.7. Criterio indicadores económicos

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional	
COMPONENTE: Socioeconómico SUBCOMPONENTE: Económico		
CRITERIO: Indicadores económicos		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
<ul style="list-style-type: none">• <i>Créditos otorgados</i>, expresados en municipios donde se otorgan para la producción de coco.• <i>Valor agregado agrícola municipal (VAPM)</i>, expresado en la participación (%) dentro del valor agregado agropecuario y en millones de COP.• <i>Desempeño municipal</i>, expresado como el indicador Medición Desempeño Municipal (MDM).• <i>Zonas más afectadas por el conflicto armado (Zomac)</i>, expresadas en municipios.• <i>Planes de Desarrollo con Enfoque Territorial (PDET)</i>, expresados en municipios.		
DEFINICIÓN		
Identifica los municipios donde se solicitan apoyos a la inversión y a la gestión del riesgo en la siembra y producción de coco, y que muestran generar proporcionalmente mayor valor agregado en las actividades agrícolas. Destaca aquellos municipios con incentivos a la inversión (reducción tributaria y planes de desarrollo territorial), y con mejor desempeño en la gestión de recursos y obtención de resultados según la Medición de Desempeño Municipal del DNP.		

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

Muestra desde una perspectiva económica la relevancia productiva agrícola en los territorios; evidenciando la demanda de capital para la producción de coco, ya sea a través del incentivo por parte del Estado (exenciones tributarias o créditos de fomento y coberturas de riesgo), o la eficiencia ganada en la gestión pública municipal (competitividad local).

Así, se destacan los municipios dónde los agentes han emprendido el cultivo de coco, tomando la decisión de inversión, previendo la viabilidad financiera de los proyectos productivos, su flujo de caja y la capacidad de apalancamiento; generando notoriamente valor agregado desde las actividades agrícolas.

Una aptitud alta en este criterio refleja que las condiciones para la producción como lo son la demanda de financiación y aseguramiento en el cultivo de coco, el desempeño de los entes territoriales y las exenciones tributarias, coinciden en el territorio donde se genera mayor valor agregado agrícola. En síntesis, en los municipios con aptitud alta se han creado, y se crearán con mayor facilidad, las condiciones económicas para la producción agrícola y puntualmente la producción de coco.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

En cuanto a los recursos de apalancamiento financiero del sector, se evidencia que los créditos otorgados son una aproximación a todos los montos que utiliza el sector; pero no se incluyen los que destina la banca comercial con recursos propios o créditos solicitados sin los beneficios del programa Finagro.

Puede que muchos de los recursos de financiamiento clasificados en el sector no se ejecuten en la región donde se solicitaron y que algunos se destinen a otras actividades productivas. No se incluyeron la totalidad de los recursos desembolsados a agentes económicos con actividad productiva, sino los explícitamente destinados a la siembra y producción de coco, así la actividad productiva principal del individuo fuese otra.

Para la variable *Valor agregado agrícola municipal* y debido a que en el país no existe una publicación del PIB municipal, por situaciones de reserva estadística, se utilizan los valores de esta variable municipal calculadas por el DANE para 2022, como aproximación al valor agregado municipal para actividades de agricultura, pecuarias, pesqueras y de silvicultura; donde no es posible determinar ni diferenciar cuanto aporta la producción de coco a dicha variable, ya que agrega todas las actividades agrícolas (diversos cultivos).

Finalmente, la información sobre planes de desarrollo con enfoque territorial y zonas especialmente afectadas por el conflicto, se incluyen suponiendo una mayor oportunidad de aprovechamiento de beneficios tributarios y de priorización regional del gasto, con proyectos que desde la actividad productiva puedan potencializar su aptitud.

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 (Analytics Hierarchy Process), condensada en la matriz de comparaciones pareadas de cinco variables, posteriormente, teniendo en cuenta el software PriEsT (Priority Estimation Tool), se calcularon las ponderaciones de cada una de ellas dentro del criterio, según las categorías de aptitud, de acuerdo con la siguiente tabla:

Criterio	Variables	Créditos otorgados	Valor agregado agrícola municipal	Desempeño municipal	Zonas más afectadas por el conflicto armado (Zomac)	Planes de Desarrollo con Enfoque Territorial (PDET)	Peso ponderado (%)
Indicadores económicos	Créditos otorgados	1					39,40
	Valor agregado agrícola municipal	1	1				35,50
	Desempeño municipal	1/5	1/3	1			14,00
	Zonas más afectadas por el conflicto armado (Zomac)	1/5	1/5	1/3	1		7,40
	Planes de Desarrollo con Enfoque Territorial (PDET)	1/7	1/7	1/5	1/3	1	3,70

La escala de importancia dentro del proceso AHP tiene cuenta la valoración entre pares de variables:

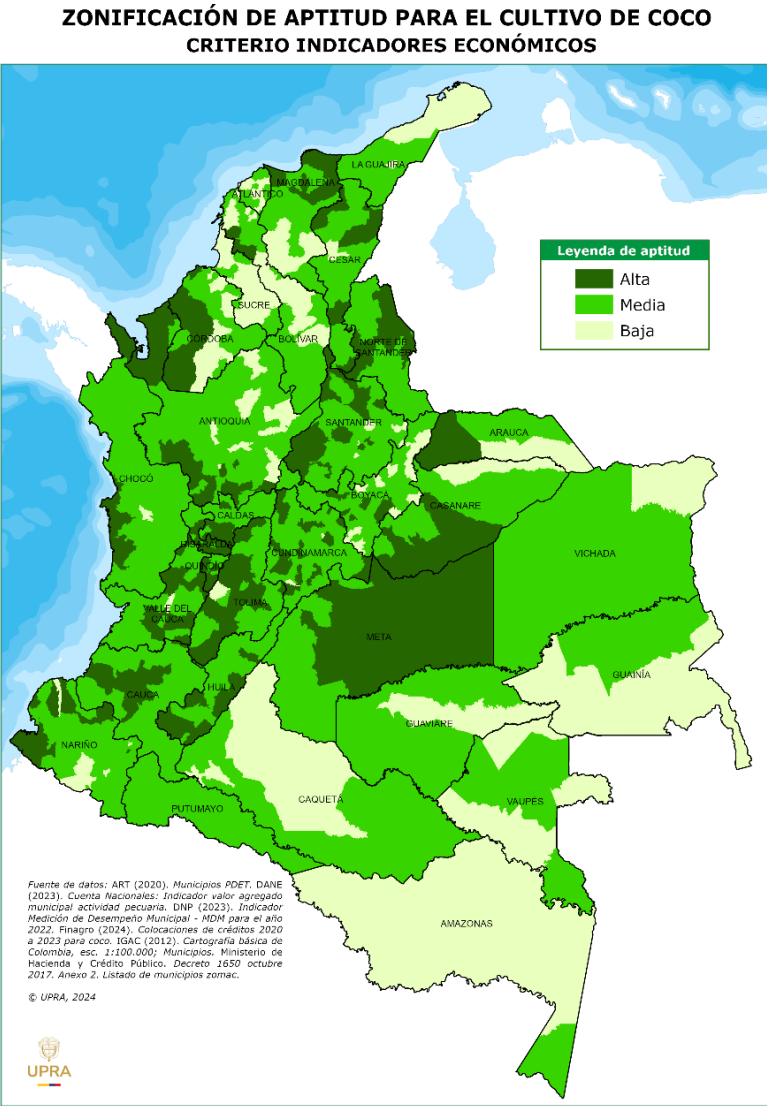
1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Sumamente	Muy fuertemente	Fuertemente	Moderadamente	Igualmente	Moderadamente	Fuertemente	Muy fuertemente	Sumamente
Menos importantes				Igual en importancia	Más importantes			

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	Municipios	con créditos otorgados	-	Sin créditos
Valor agregado agrícola municipal	Participación porcentual y Miles de millones de pesos COP	> 71,73 % 371,2	71,73 - 42,48 % 371 - 109,8	< 42,48 % < 109,8
Desempeño municipal	Indicador desempeño municipal (DNP)	> 55	45 - 55	< 45
Zonas más afectadas por el conflicto armado (Zomac)	Municipios	Declarados Zomac	Resto	-
Planes de Desarrollo con Enfoque Territorial (PDET)	Municipios	Declarados PDET	Resto	-

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO



**FUENTES DE INFORMACIÓN**

- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (2024). Cuentas Nacionales 2022 (provisional), *indicador valor agregado municipal actividades primarias (agrícolas, pecuarias, pesqueras y de silvicultura)*. Bogotá.
- Departamento Nacional de Planeación (DNP) (2024). Resultados de la medición de desempeño municipal 2022.
- Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario (Finagro) (2022). *Seguros agropecuarios 2017-2021*. Bogotá.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2019). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá.
- Ministerio de Hacienda y Crédito Público (MinHacienda). (2017). *Decreto 1650 de 2017. Anexo 2. Cultivo de coco* < <https://incp.org.co/Site/publicaciones/info/archivos/decreto-1650.pdf>>
- Agencia de Renovación del Territorio. (ART). (2022) Municipios priorizados con planes de desarrollo con enfoque territorial <https://centralpdet.renovacionterritorio.gov.co/wp-content/uploads/2022/01/MunicipiosPDET.xlsx>

3.7.1. Variable Créditos otorgados

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional	
COMPONENTE: Socioeconómico SUBCOMPONENTE: Económico		
CRITERIO ASOCIADO: Indicadores económicos		
VARIABLE: Créditos otorgados	UNIDAD DE MEDIDA: Municipios	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
<p>Clasifica los municipios según si hay registro de créditos otorgados a personas naturales o jurídicas, para construir o mejorar los procesos de siembra y producción de comercialización coco. Los créditos son colocados en condiciones preferenciales de Finagro, a través de la banca comercial, para apalancar capital de trabajo y proyectos de inversión.</p> <p>Las líneas especiales Finagro están subsidiadas en tasa de interés, respaldadas por el Fondo Agropecuario de Garantías (FAG). Para esta medición se tuvo en cuenta la sumatoria de los valores a precios de 2023, desde el año 2020 hasta el 2023, a nivel municipal.</p>		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
<p>Busca darle mayor aptitud aquellas zonas del país que tienen un apalancamiento financiero con recursos públicos relacionado con la siembra y producción de coco. Así mismo, señala los lugares donde los agentes económicos, en su lógica racional y de preferencia territorial, toman sus decisiones de inversión, representadas en la solicitud y aprobación de créditos preferenciales. Adicionalmente, permite dimensionar el apalancamiento financiero de una actividad productiva municipal, y la demanda aproximada por capital de inversión como factor relevante para los productores agrícolas e inversionistas.</p>		

Existe una relación directa entre los créditos otorgados y la aptitud del municipio. Municipios con créditos otorgados para la siembra y producción de coco, en un periodo de tiempo determinado (2020-2023), reflejan una mejor acreditación para el desarrollo de la actividad, permitiendo que nuevos emprendimientos sean mejor entendidos y más ágilmente aceptados para recibir financiamiento.	
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	
<p>La información de Finagro solo considera los créditos otorgados a la cadena productiva destinados a este fin y canalizados a través de la banca pública (Banco Agrario de Colombia) y la banca privada (redescuento). Sin embargo, no incluye los créditos concedidos con recursos de captación de la banca privada (créditos comerciales).</p> <p>Además, la ubicación de los créditos puede diferir del municipio donde se invierten finalmente los recursos. Esto también se aplica a la actividad específica que se financiará, ya que los fondos pueden respaldar tanto actividades relacionadas con el sector agropecuario como iniciativas de agentes económicos no especializados en dicha actividad.</p>	
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	
<p>Información. Finagro. (2024). Colocación de créditos otorgados para la siembra y producción de coco, 2020-2023.</p> <p>Precisiones de la información. Las cifras de créditos otorgados corresponden a la suma del valor colocado entre 2020 y 2023 traídos a valores 2023, para todos aquellos municipios que reportan información en el periodo de análisis. Para llevar los valores a precios 2023 se utilizaron los valores oficiales reportados por el DANE de inflación enero a diciembre de 2020 a 2022.</p> <p>Análisis de la consistencia y preparación de la información. Se calculó la suma anual de créditos otorgados por municipio para actividades de siembra y producción de coco, en millones de pesos de 2023, para los años 2020 a 2023. Se calcula el factor de conversión o de indexación que se empleará para 2020, 2021 y 2022 de acuerdo con las cifras de la serie de IPC, con dichos factores se procede a transformar en términos reales los valores desembolsados para estos periodos y dejarlos expresados en pesos de 2023. Por último, se realiza la sumatoria anual de los valores totales desembolsados por parte de Finagro en crédito para la producción de coco por municipio entre los años 2020 y 2023.</p>	
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD	
Para la estimación de los rangos de aptitud alta (A1), media (A2) y baja (A3), dado que para la producción y siembra de coco no se constata créditos en la mayoría de los municipios del país, sino en sólo 51 (4,5% de los municipios), se generan sólo dos rangos de aptitud.	



La aptitud alta (A1) corresponde a aquellos municipios donde se otorgaron créditos (registros en la base de datos Finagro) para la siembra y producción de coco, y la aptitud baja (A3), los demás municipios (sin registros de créditos otorgados para la producción de coco).

Así las cosas, para esta variable, no se clasifican municipios en la aptitud (A2). Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1) y baja (A3)

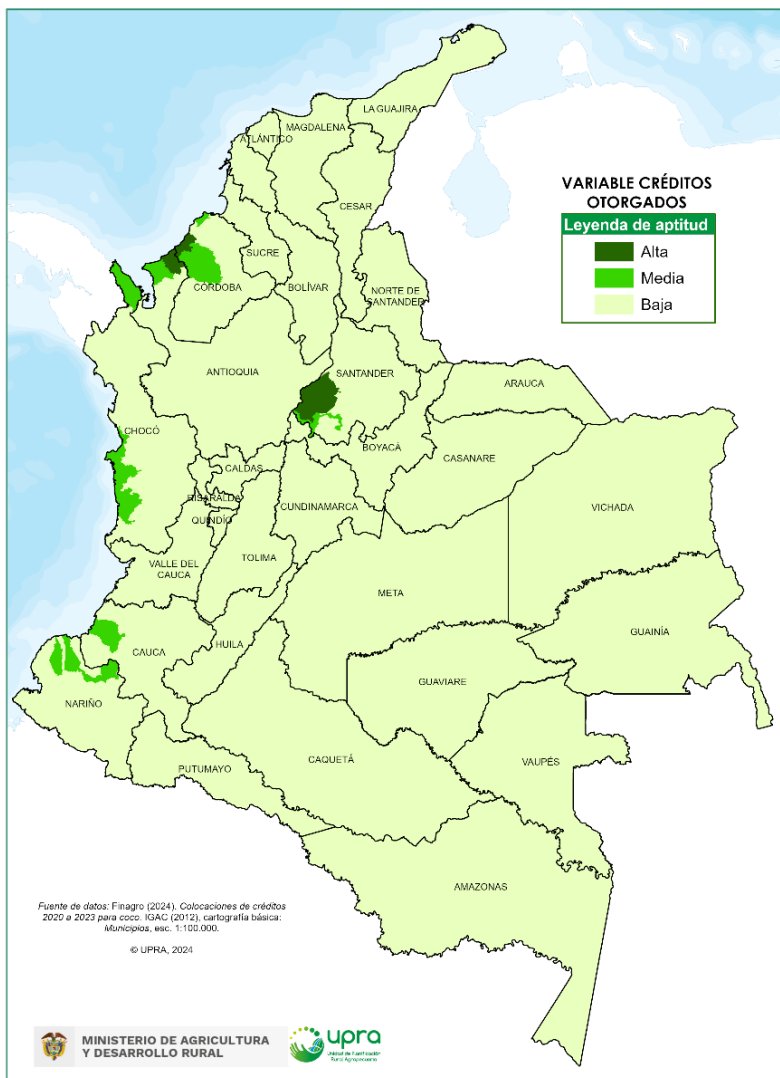
Municipios	Aptitud
Con créditos otorgados	Alta (A1)
-	Media (A2)
Sin créditos	Baja (A3)

Unidad de análisis

Municipios

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE COCO CRITERIO INDICADORES ECONÓMICOS



FUENTES DE INFORMACIÓN
<ul style="list-style-type: none">Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario (Finagro) (2024). <i>Créditos otorgados para el cultivo de coco 2020-2023</i>. Bogotá.Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (2024). Índice de Precios al Consumidor – IPC.Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2019). <i>Cartografía básica, escala 1:100.000</i>. Bogotá.

3.7.2. Variable *Valor agregado agrícola municipal*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional	
COMPONENTE: Socioeconómico SUBCOMPONENTE: Económico		
CRITERIO ASOCIADO: Indicadores económicos		
VARIABLE: Valor agregado agrícola municipal	UNIDAD DE MEDIDA: Participación (%)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
Aproximación al valor generado por actividades agrícola en un municipio medido e integrado en dos formas: Primero, en función de su importancia relativa (participación porcentual) dentro del valor agregado agropecuario (agrícola + pecuario + pesquero + silvicultura) del municipio. Segundo, se identifican los municipios con mayor capacidad de generación del valor agregado agrícola en términos monetarios (miles de millones de pesos en valor agregado para el año 2022).		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
<p>Muestra la composición principal de la producción agropecuaria municipal, permitiendo identificar si el municipio se inclina más hacia la generación de valor agregado en actividades agrícola, o hacia los demás rubros del valor agregado agropecuario (pecuario o pesquero, por ejemplo). Así, se identifican los municipios que dentro de su valor agregado agropecuario tiene una mayor participación las actividades agrícolas, lo que sugiere que en el territorio se desarrollen economías de escala sectoriales, sinergias entre productores, comercializadores y personal técnico.</p> <p>Esta variable denota el carácter preponderante del valor agregado agropecuario del municipio (más agrícola o de silvicultura, por ejemplo), y en este caso puntual, del cultivo de coco en su carácter eminentemente agrícola. La participación y el valor agregado agrícola es segregado de otras ramas de la actividad económica primaria en lo municipal, como lo son: las actividades pecuarias, la silvicultura y la pesca.</p> <p>A mayor participación del Valor Agregado Agrícola Municipal (VAAM) dentro del valor agropecuario municipal, mayor aptitud agrícola identificada. Así mismo, a mayor valor agregado agrícola municipal en términos monetarios, el municipio presenta mayor nivel de aptitud.</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
<p>Incapacidad para discriminar el valor generado agrícola para un cultivo en particular, es decir, la mayor inclinación de un municipio hacia la generación de valor agregado en agricultura no necesariamente obedece particular ni mayoritariamente al cultivo de coco.</p> <p>Igualmente, los municipios con mayor valor agregado agrícola identificado, no necesariamente registren valores altos por la generación de valor en el cultivo de coco sino de otros productos agrícolas incluido el cultivo de coco. Se agrega al valor agregado de la actividad cafetera, por ejemplo, así como de otros productos agrícolas, para estimar el valor agregado agrícola municipal.</p> <p>Finalmente, se debe mencionar que las mediciones para un año específico, en este caso 2022, pueden haber incluido eventos esporádicos como inundaciones o condiciones climáticas adversas que llevan a tener un menor valor agregado agrícola de manera transitoria en un municipio.</p>
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN
<p>Información. DANE. (2024). Cuentas Nacionales: Indicador valor agregado municipal provisional, actividad pecuaria 2022. IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000.</p> <p>Precisiones de la información. Se tiene en cuenta la información del DANE para el año 2022, donde la participación y el valor agregado agrícola es segregado de otras ramas de la actividad económica primaria municipal, como lo son la silvicultura, la ganadería y la pesca.</p> <p>Análisis de la consistencia y preparación de la información. En un primer momento, se procede a calcular la participación del Valor Agregado Agrícola Municipal (VAAM) dentro del total de valor agregado agropecuario de cada municipio.</p> <p>Posteriormente, se ordena de mayor a menor los municipios de acuerdo con la participación de su valor agregado pecuario dentro del total agropecuario 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:</p> $[Q_1 - 1,5 * RI, Q_3 + 1,5 * RI]$ <p>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 se presentaron menos del 5 % de datos atípicos la decisión es utilizar el método Dalenius – Hodges.</p>

El método estadístico Dalenius – Hodges, 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 se calcularon tres clústeres ($k=3$).

El método Dalenius – 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:

1. Ordenar las observaciones (n) de manera ascendente.
2. Agrupar las observaciones en J clases, donde $J = \min(k*10, n)$.
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, para cada clase de la siguiente manera:

$$\text{Lim inf } Ck = \min\{X(i)\} + (K - 1) * \frac{\max\{X(i)\} - \min\{X(i)\}}{J}$$

$$\text{Lim sup } Ck = \min\{X(i)\} + (K) * \frac{\max\{X(i)\} - \min\{X(i)\}}{J}$$

4. A partir de los límites, se obtiene la frecuencia de casos en cada clase

$$f_i \in \{1, \dots, J\}$$

5. Calcular la raíz cuadrada de frecuencia den cada clase.
6. Acumular la suma de la raíz cuadrada de las frecuencias.

$$\sum_{i=1}^J \sqrt{f_i}$$

7. Dividir el último valor acumulado entre el número de estratos.

$$Q = \frac{1}{h} \sum_{i=1}^J \sqrt{f_i}$$

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 clase que presenta la mínima distancia a Q , Los límites de los h estratos conformados son los correspondientes a los límites inferior y superior de las clases comprendidas en cada estrato.

Como resultado, los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1); media (A2) y baja (A3) son:



Participación (%)	Aptitud
> 71,73	Alta (A1)
42,48 - 71,73	Media (A2)
< 42,48	Baja (A3)

En un segundo momento, se ordena de mayor a menos los municipios de acuerdo con el valor en miles de pesos del valor agregado agrícola para el año 2022.

Posteriormente, se evaluó la existencia de datos atípicos mediante el criterio de Tukey, de manera que la prueba arroja que el mejor método de agrupación de municipios con condiciones similares es 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 intraclústeres y maximizar la distancia interclústeres, 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 3 grupos el total de datos disponibles se calcula el centroide (centro geométrico del clúster) 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 clústeres es inicialmente calculados (3) y se suman dichos valores para todos los datos de este clúster.
4. Se asigna cada elemento al clúster cuyo dato sea el mínimo de los 3 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.

Como resultado, los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1); media (A2) y baja (A3) son:

Miles de millones de COP	Aptitud
> 371,2	Alta (A1)
109,2 – 371,2	Media (A2)
< 109,2	Baja (A3)

Finalmente, en un tercer momento, se combinan los resultados obtenidos en la aptitud de cada municipio, de manea que municipios con aptitud A1 en ambos cálculos tienen una aptitud final de aptitud alta (A1), por ejemplo, como se muestra en el siguiente árbol de decisión:

VAAM % (Participación porcentual)	VAAM \$ (Unidades Monetarias)	Aptitud final
A1	A1	A1
A1	A2	A1
A1	A3	A2
A2	A1	A1
A2	A2	A2
A2	A3	A2
A3	A1	A2
A3	A2	A2
A3	A3	A3

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).

Participación (%)	Aptitud
> 49,2	Alta (A1)
19,6 – 49,2	Media (A2)
< 19,6	Baja (A3)

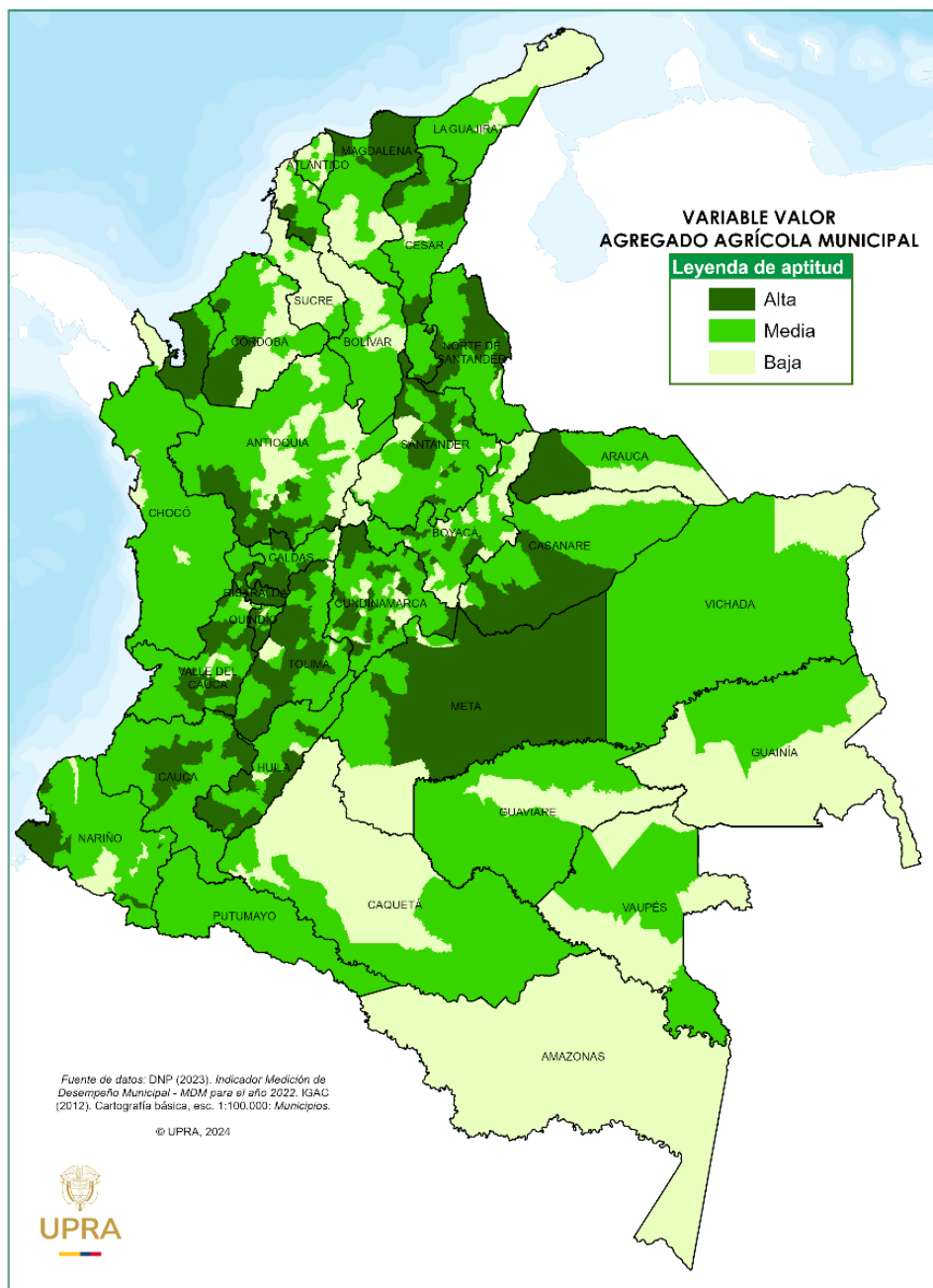
Unidad de medida

Participación (%)



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE COCO CRITERIO INDICADORES ECONÓMICOS



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (2024). *Cuentas Nacionales: Indicador Valor Agregado Municipal, Actividad agrícola, pecuaria y de silvicultura para el año 2022, serie provisional*.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2019). *Cartografía básica, escala 1:100.000*. Bogotá.

3.7.3. Variable *Desempeño municipal*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional	
COMPONENTE: Socioeconómico SUBCOMPONENTE: Económico		
CRITERIO ASOCIADO: Indicadores económicos		
VARIABLE: Desempeño municipal	UNIDAD DE MEDIDA: Indicador desempeño municipal DNP	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
<p>Adopta la medición y la comparación que realiza el Departamento Nacional de Planeación en la publicación de la Medición del Desempeño Municipal (MDM) para el año 2022, cuyo objetivo es comparar el desempeño municipal de las entidades territoriales entendido como capacidad de gestión (acciones y decisiones) y los resultados de desarrollo (el aumento de la calidad de vida de la población) teniendo en cuenta sus capacidades iniciales, para incentivar una mejor gestión, calidad del gasto y la inversión orientada a resultados (DNP, 2017).</p>		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
<p>Confirma si se cuenta con administraciones locales robustas, con capacidades institucionales adecuadas para cumplir las diferentes tareas, lo cual es una condición necesaria para el desarrollo territorial, lo que toma especial importancia en escenarios como el actual donde se busca un mayor fortalecimiento de la gestión descentralizada de las entidades regionales.</p> <p>Así mismo, «hay evidencia de la relación existente entre mayores capacidades institucionales de los gobiernos subnacionales, en especial aquellas relacionadas con la capacidad de recolectar impuestos y proveer servicios públicos, con mayor crecimiento económico y mejores resultados de desarrollo económico y social» (DNP, 2017), y esta premisa es esencial para dinamizar e incentivar las actividades productivas agropecuarias en las zonas rurales del país.</p> <p>En Colombia los estudios del DNP han demostrado que un mejor desempeño municipal se asocia con mejores resultados en otras dimensiones, como eficiencia en la provisión de servicios públicos, menores tasas de pobreza y mayor competitividad, entre otros. Por ejemplo, el índice de ambiente regulatorio para creación de empresas — <i>Doing Business</i> — promovido por el Banco Mundial, tiene una correlación positiva y significativa con la nueva medición del desempeño municipal (DNP, 2017).</p>		
VALOR DE EXCLUSIÓN 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
Este indicador es global por municipio, lo que significa que no discrimina entre zonas urbanas y rurales dado que evalúa la información por ente territorial.
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN
<p>Información. DNP. 2023. Indicador de la medición del desempeño municipal año 2021.</p> <p>Precisiones de la información. La construcción de la variable se basa en la información en la medición del desempeño municipal (MDM) que elaboró el DNP, para evaluar la gestión y los resultados de los municipios a partir del estudio de un grupo de expertos en temas de desarrollo territorial, medición y descentralización, con el cual se actualizaron los estándares de evaluación, y se enfocó el desempeño municipal a la gestión pública orientada a resultados, que eran calculados mediante el índice de desempeño integral (IDI).</p> <p>Desde la vigencia 2021 es importante resaltar que se presentan algunos ajustes metodológicos originados, principalmente, del cambio en el sistema de reporte de las finanzas territoriales. Desde 2016 y hasta 2020, la información de finanzas territoriales era consolidada bajo el Formulario único territorial (FUT). Sin embargo, a partir del 2021 la información pasó a ser reportada bajo el formato del Catálogo de clasificación presupuestal para entidades territoriales y descentralizadas (CCPET) (DNP, 2023, pág.13). Lo anterior, genera que las variables y el enfoque de la dimensión de ejecución de recursos, pasen de tener un análisis por fuentes de financiación, a un análisis por sectores y por ende, para estas dimensiones (movilización y ejecución de recursos) no se podrán hacer análisis comparativos con años anteriores.</p> <p>El indicador MDM cuenta con algunas características y ventajas como:</p> <ul style="list-style-type: none">• Se lanzó en 2017 y su primer año de medición fue 2016 y no es comparable con su antecesor el Índice de desempeño integral (IDI).• Esta medición permite la comparación entre grupos de municipios más homogéneos (definidos según un componente de capacidades iniciales) generando clasificaciones al interior de cada grupo.• El grupo de capacidades iniciales se calcula cada cuatro años, con nuevos gobiernos locales.• La posición del municipio se calcula dentro de su grupo de capacidades iniciales (el último puesto es máximo 218).• Los indicadores de resultados están alineados con los Planes de desarrollo territorial para rendición de cuentas.• Permite hacer comparaciones al interior de grupos más homogéneos que parten de una misma situación con condiciones similares. <p>Análisis de la consistencia y preparación de la información. Esta variable cuenta con la información para la totalidad de los municipios del país. La consistencia interna la ofrece el DNP a partir de la construcción metodológica que se describe a continuación:</p> <p>La MDM está dividido en dos componentes, el de gestión de recursos y el de resultados de desarrollo, cada uno con cuatro dimensiones como se muestra tabla continuación:</p>

Componente gestión de recursos		Componente resultados de desarrollo	
Movilización de recursos propios (25 %)		Educación (25 %)	
Tributario + no tributario - recaudo por instrumentos de OT (per cápita).		Cobertura de educación media.	
Recaudo por instrumentos de OT (per cápita).		Pruebas Saber 11 matemáticas y lenguaje	
Participación de los recursos propios en la inversión.		Cobertura de transición	
Ejecución de recursos (25 %) *		Salud (25 %)	
Ejecución en los sectores de desarrollo económico.		Mortalidad infantil	
Ejecución en los sectores de desarrollo social		Cobertura de vacunación pentavalente	
Ejecución en los otros sectores		Cobertura de salud	
Eficiencia del IGPR (SGR)		Servicios públicos (25 %)	
Gobierno abierto y transparencia (25 %)		Cobertura de energía rural	
Organización de la información		Penetración de internet	
Rendición de cuentas		Cobertura de acueducto y alcantarillado	
Atención al ciudadano		Seguridad y convivencia (25 %)	
Gestión de instrumentos de ordenamiento territorial (25 %)		Hurtos por 10.000 habitantes	
Recaudo predial efectivo.		Homicidios por 10.000 habitantes	
Uso instrumentos de recaudo de ordenamiento territorial.		Casos de violencia intrafamiliar por 10.000 habitantes.	
*Esta dimensión presenta cambios metodológicos en la MDM del año 2021, y sus variables pasan de ser i) ejecución de recursos del SGP, ii) ejecución de recursos propios, iii) ejecución otras fuentes y iv) cumplimiento en el plazo inicial de los proyectos (SGR) a ser i) ejecución en los sectores de desarrollo económico, ii) ejecución en los sectores de desarrollo social y iii) ejecución en los otros sectores iv) eficiencia del IGPR.			

Fuente: DNP (2018) y DNP (2023).

Descripción de las dimensiones y variables para el componente de gestión y el de resultados:

El primer componente, enfocado en la gestión de recursos, incluye las acciones y decisiones que adelanta la administración local que buscan transformar los recursos en un mayor bienestar de la población y desarrollo, en su interior se subdivide en cuatro dimensiones y todos con igual peso (25 %), estos son:

i) movilización de recursos propios, ii) ejecución de recursos, iii) gobierno abierto y transparencia, y iv) uso y recaudo por instrumentos de Ordenamiento Territorial (OT). Este componente a su vez reúne las siguientes 12 variables.



- Dimensión Movilización de recursos propios

Variable	Metodología	Fuente
Ingresos tributarios y no tributario sin recaudo por OT per cápita	(Ingresos tributarios y no tributarios – recaudo por instrumentos de OT / población)	Operaciones efectivas de caja - OEC (DNP) y DANE
Recaudo por instrumentos de OT (per cápita)	Recaudo total mediante los cuatro instrumentos de ordenamiento territorial (predial, delineación urbana, valorización y plusvalía) / población total	CUIPO (Categoría única de información del presupuesto ordinario) y operaciones efectivas de caja
Participación de los recursos propios en la inversión	(Inversión financiada con recursos propios/ Inversión total del municipio)	CUIPO y operaciones efectivas de caja

Fuente: DNP (2023).

- Ejecución de recursos

Variable	Metodología	Fuente
Ejecución sectores de desarrollo económico	Porcentaje de ejecución en los proyectos de inversión relacionados con los sectores de desarrollo económico	CUIPO
Ejecución sectores de desarrollo social	Porcentaje de ejecución en los proyectos de inversión relacionados con los sectores de desarrollo social	CUIPO
Ejecución otros sectores	Porcentaje de ejecución en los proyectos de inversión relacionados con otros sectores	CUIPO
Indicador eficiencia IGPR	Cumplimiento de la programación inicial de los proyectos de regalías ejecutados por el municipio	SGR

Fuente: DNP (2023).

- Gobierno abierto y transparencia.

Variable	Metodología	Fuente
Gestión documental	Implementación de la Ley 594 de 2000	GESTIONWEB
Rendición de cuentas	Evalúa los mecanismos que permite la participación ciudadana, propiciado por las entidades u organismos de la administración pública	GESTIONWEB
Atención al ciudadano	Evalúa el nivel de cumplimiento por parte de las entidades territoriales frente las disposiciones básicas en materia de atención y servicio al ciudadano	GESTIONWEB

Fuente: DNP (2023).

- Gestión de instrumentos de OT

Variable	Metodología	Fuente
Tasa efectiva de recaudo predial	Recaudo predial/ valorización de los predios en la vigencia	IGAC/ CUIPO
Uso de instrumentos de OT	Número de instrumentos de ordenamiento territorial que usa la Entidad Territorial (plusvalía, predial, valorización y delineación)	CUIPO

Fuente: DNP (2023).

El segundo componente, el de resultados de desarrollo, permite saber si las acciones realizadas en el período evaluado tuvieron incidencia en el bienestar para la comunidad y desarrollo territorial; mide los cambios en las condiciones de vida con relación al acceso ciudadano a educación, salud, servicios públicos, seguridad y convivencia familiar. Este componente reúne las siguientes 12 variables.

- Educación

Variable	Metodología	Fuente
Cobertura en educación media neta	Cantidad o porcentaje de estudiantes matriculados en educación media; sin contar los que están en extraedad (por encima de la edad correspondiente para cada grado).	MinEducación
Cobertura en transición media neta	Cantidad o porcentaje de estudiantes matriculados en educación transición; sin contar los que están en extraedad (por encima de la edad correspondiente para cada grado)	MinEducación
Pruebas Saber 11	Puntaje promedio en las secciones de matemáticas y lectura crítica de las pruebas Saber 11	ICFES

Fuente: DNP (2023).

- Salud

Variable	Metodología	Fuente
Mortalidad infantil, menores de un año	Cociente entre las defunciones de menores de un año ocurridas en un área geográfica, durante un año calendario, y los nacimientos ocurridos en el mismo período por mil nacidos vivo.	DANE
Cobertura en vacunación pentavalente	(terceras dosis aplicadas de vacuna pentavalente en los menores de un año / población total menor de un año a vacunarse) x 100	Ministerio de Salud y Protección Social
Cobertura en salud	Cobertura en salud calculada a partir del número de afiliados registrados en la BDUA en los regímenes contributivo y subsidiado a diciembre.	Ministerio de Salud y Protección Social

Fuente: DNP (2023).

- Servicios públicos.

Variable	Metodología	Fuente
Cobertura energía, zona resto	Relación entre los usuarios del servicio de energía eléctrica y las viviendas.	UPME
Penetración de internet (banda ancha residencia)	Número de suscriptores con acceso dedicado a internet sobre la población total de la vigencia.	MINTIC
Cobertura de acueducto y alcantarillado*	Relación entre los predios residenciales que tienen servicio y el total de los predios residenciales.	REC-SSPD-

Fuente: DNP (2023).

- Seguridad y convivencia.

Variable	Metodología	Fuente
Hurtos por cada 10.000 habitantes	Casos de hurtos reportados por cada 10.000 habitantes.	Ministerio de Defensa Nacional
Homicidios por cada 10.000 habitantes	Casos de homicidios por cada 10.000 habitantes.	
Casos de violencia intrafamiliar por cada 10.000 habitantes	Casos de violencia intrafamiliar por cada 10.000 habitantes.	

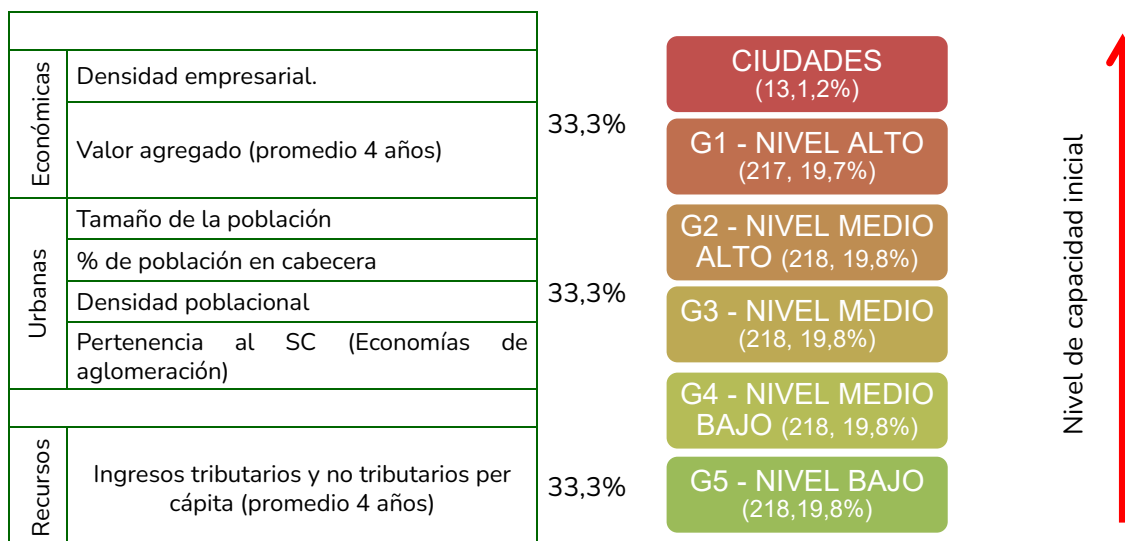
Fuente: DNP (2023).



Un factor diferencial que tiene esta metodología es que categoriza los municipios en grupos comparables que comparten ciertas características definidas como capacidades (dotaciones) iniciales, lo que permite un análisis comparativo según las diferencias estructurales en las trayectorias de desarrollo territorial.

Para ellos, se definieron tres dimensiones: a) la actividad económica, b) las características demográficas y geográficas urbanas, y c) los recursos propios del ingresos tributarios y no tributarios. Lo anterior, permite la conformación de seis grupos de municipios, así:

Grupos comparables por nivel de capacidad inicial



Fuente: DNP (2023).

Para la estimación de las capacidades iniciales se utiliza el promedio de las variables de los cuatro años del gobierno del periodo 2016-2019 y se estandarizan los indicadores entre todos los municipios. Luego se define un índice de 0 a 1, donde 1 representa a aquellos municipios con mayor dinamismo económico (mayor valor agregado y mayor densidad empresarial) altamente urbanos y con los mayores recursos corrientes, y 0 para sus respectivas contrapartes.

En el año 2021 la metodología de clasificación municipal fue ajustada para la medición del desempeño 2020, en donde fundamentalmente se ajustó la temporalidad, puesto que la clasificación anterior se construyó con información del 2015 o del 2012-2015 mientras que la actualización toma la del 2019 o 2016-2019. Esta nueva clasificación estará vigente del 2020 al 2024:

Grupos de capacidades iniciales	% Población en cabecera 2019	Densidad poblacional (personas/km ²). 2019	Ingresos tributarios y no tributarios per cápita (promedio 2016 - 2019)	Valor agregado municipal per cápita (promedio 2016 - 2019)	Densidad empresarial 2019
Ciudades	92,17 %	2456,07	\$ 616.824	\$ 18.071.424	22,97
G1 - Nivel Alto	62,07 %	451,48	\$ 634.140	\$ 26.906.086	35,71
G2 - Nivel Medio Alto	50,01 %	90,74	\$ 280.361	\$ 16.181.101	50,34

G3 - Nivel Medio	42,09 %	53,89	\$ 197.625	\$ 12.753.247	58,51
G4 - Nivel Medio Bajo	39,67 %	48,89	\$ 140.868	\$ 9.460.865	84,62
G5 - Nivel Bajo	26,95 %	54,16	\$ 85.252	\$ 6.597.249	228,96

Fuente: DNP (2023).

Para determinar los rangos de aptitud se asumió la calificación del Indicador de desempeño municipal (MDM). Este indicador se encuentra expresado entre 0 y 100, donde un municipio con una puntuación cercana a 100 obtuvo un excelente desempeño en el componente de gestión, y a su vez buenos resultados de desarrollo, bien sea porque mantuvo sus condiciones o las mejoró frente al año anterior.

Adicionalmente, establece unos rangos de desempeño para determinar la clasificación del municipio de acuerdo con el puntaje final obtenido después del ajuste por resultados.

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, media y baja, basándose en clasificación usada por el DNP y el desarrollo metodológico de este indicador. Las categorías de aptitud alta (A1); aptitud media (A2) y aptitud baja (A3).

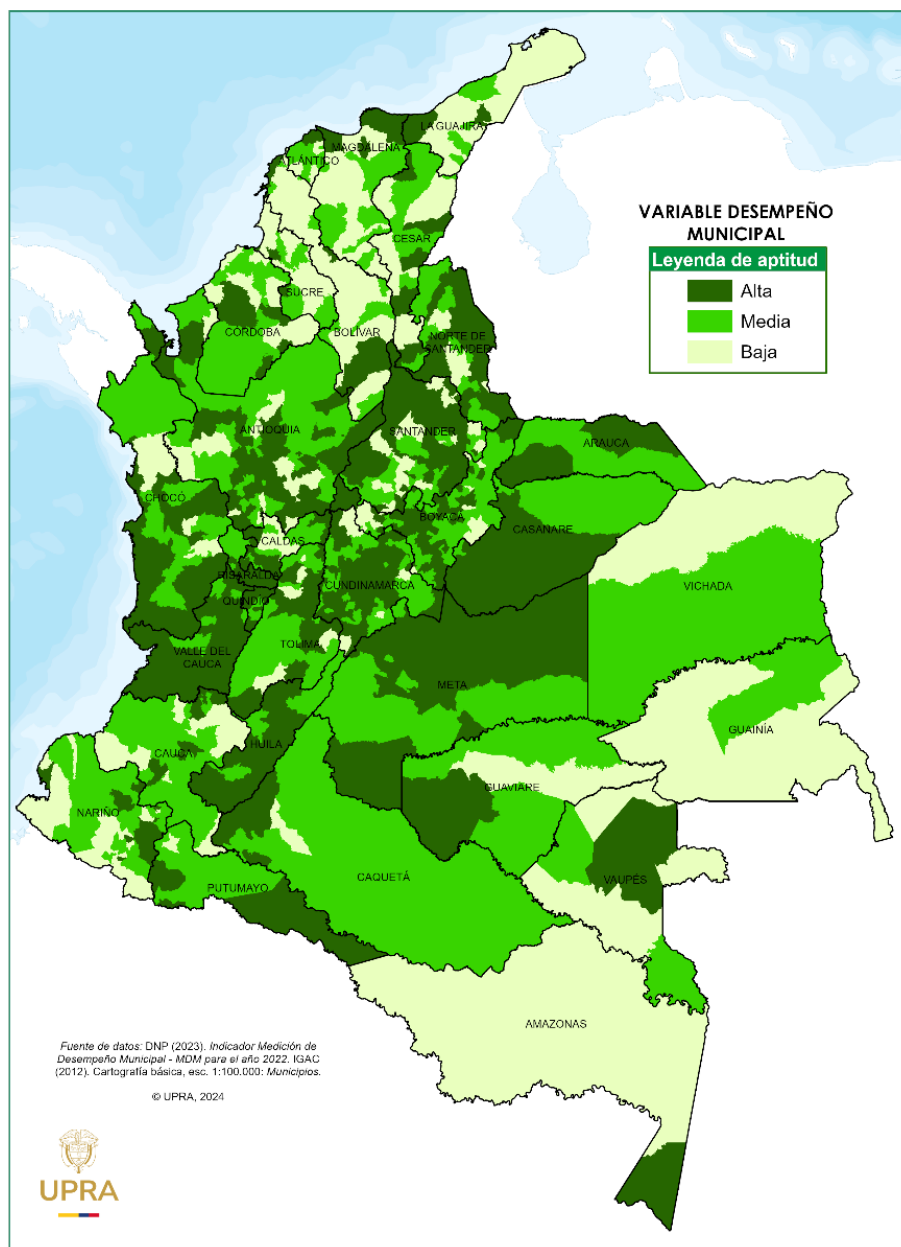
Indicador desempeño municipal DNP (puntaje)	Aptitud
> 55	Alta (A1)
45 – 55	Media (A2)
< 45	Baja (A3)

Unidad de análisis	Indicador de la medición del Indicador desempeño municipal MDM (puntaje)
--------------------	--



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE COCO CRITERIO INDICADORES ECONÓMICOS



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Departamento Nacional de Planeación (DNP) (2024). *Medición del desempeño municipal. Informe de resultados MDM 2022. Cultivo de coco.*
<<https://2022.dnp.gov.co/programas/desarrollo-territorial/Estudios-Territoriales/Indicadores-y-Mediciones/Paginas/desempeno-integral.aspx>>.
- Departamento Nacional de Planeación (DNP) (2018) *Nueva Medición del Desempeño Municipal (MDM).*
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000.* Bogotá.

3.7.4. Variable Zonas más afectadas por el conflicto armado (ZOMAC)

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional	
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	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
<p>Aproximación al valor generado por actividades agrícola en un municipio medido e integrado en dos formas: Primero, en función de su importancia relativa (participación porcentual) dentro del valor agregado agropecuario (agrícola + pecuario + pesquero + silvicultura) del municipio. Segundo, se identifican los municipios con mayor capacidad de generación del valor agregado agrícola en términos monetarios (miles de millones de pesos en valor agregado para el año 2022).</p>		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
<p>Resalta los lugares donde las nuevas sociedades, vinculadas a las actividades agropecuarias (entre otras) se benefician de un incentivo tributario, si tienen el domicilio principal y toda su actividad económica en las Zonas más afectadas por el conflicto armado.</p> <p>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.</p> <p>Por medio de la priorización de las Zomac, se logra incorporar geográficamente los potenciales incentivos tributarios para el desarrollo económico-social, el empleo y las formas organizadas de los campesinos, comunidades indígenas, afrodescendientes, raizales, palenqueras y productores rurales, donde el Estado está buscando cerrar la brecha económica y social existente entre ellas y el resto del país, frente al hecho que estos municipios han estado en desventaja históricamente por el conflicto armado frente a otras zonas del país.</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		
Depende de la legislación y las decisiones de gobierno, lo que implica que los beneficios		



estímulos tributarios podrían ser ampliados o revocados partiendo de decisiones políticas. Además, no existe forma en la que se pueda medir cómo se aprovechan los incentivos y en qué actividades productivas se concentran.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Información.

MinHacienda. Decreto No. 1650 de 2017.

Precisiones de la información.

Listado de municipios declarados ZOMAC. Donde se tiene en cuenta: La tarifa del Impuesto sobre la Renta y complementarios de las nuevas sociedades que sean micro y pequeñas empresas, que inicien actividades en las ZOMAC por los años 2017 a 2021 será del 0%.

Por los años 2022 a 2024 la tarifa será del 25 % de la tarifa general del Impuesto sobre la Renta para personas jurídicas o asimiladas. Para los años 2025 a 2027 la tarifa será del 50 % de la tarifa general.

La tarifa del Impuesto sobre la Renta y complementarios de las nuevas sociedades que sean medianas y grandes empresas, que inicien sus actividades en las ZOMAC por los años 2017 a 2021 será del 50 % de la tarifa general del Impuesto sobre la Renta y complementarios para personas jurídicas o asimiladas; Por los años 2022 a 2027 la tarifa será del 75 % de la tarifa general.

Análisis de la consistencia y preparación de la información.

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.

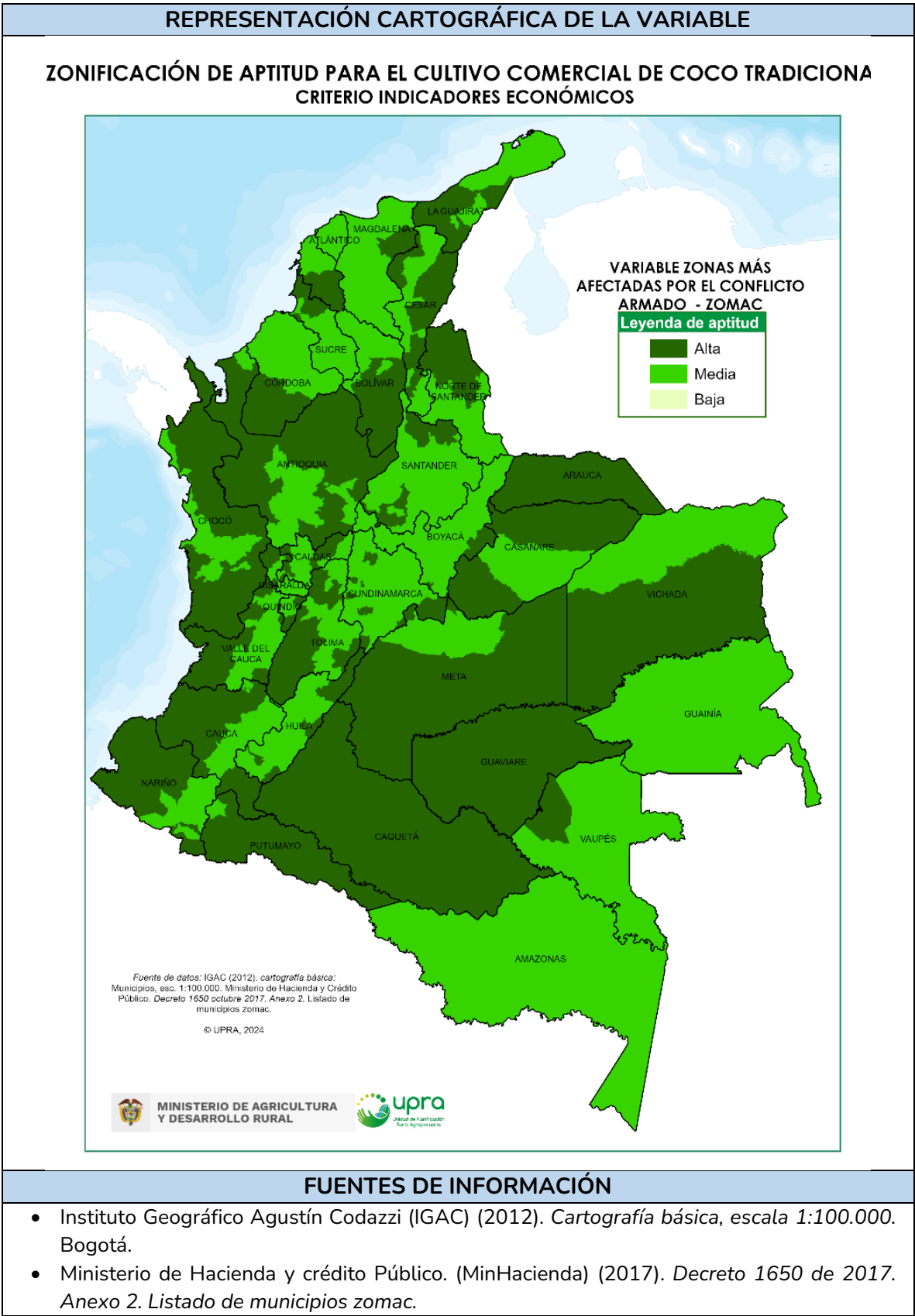
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1) y media (A2). Se excluye la posibilidad de que esta variable tome valores en aptitud baja (A3) por considerar que sería un castigo en términos de aptitud para los municipios que no sean beneficiados.

Municipios	Aptitud
Declarados Zomac	Alta (A1)
Resto	Media (A2)
-	Baja (A3)

Unidad de análisis

Municipios





3.7.5. Variable Planes de Desarrollo con Enfoque Territorial (PDET)

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional	
COMPONENTE: Socioeconómico SUBCOMPONENTE: Económico		
CRITERIO ASOCIADO: Indicadores económicos		
VARIABLE: Planes de Desarrollo con Enfoque Territorial (PDET)	UNIDAD DE MEDIDA: Municipios	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
Instrumento de planificación y gestión a 10 años, a partir del año 2017, para llevar de manera prioritaria y con mayor celeridad en los territorios más afectados por el conflicto armado, con mayores índices de pobreza, presencia de economías ilícitas y debilidad institucional. Está conformado por 170 municipios, 16 subregiones, 11.000 veredas y 32.808 iniciativas formuladas por las comunidades para transformar los territorios PDET.		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
<p>Resulta de gran importancia para los agentes económicos considerar este instrumento para la planificación de sus proyectos productivos, donde se proyecta una acción especialmente direccionada desde el gasto del gobierno nacional, junto con el sector privado, los gobiernos locales, las comunidades, los grupos étnicos y la cooperación internacional. Estos actores usarán las siguientes estrategias para dicha acción:</p> <ul style="list-style-type: none">• <i>Obras PDET</i>: Las comunidades son protagonistas en el proceso de construcción de sus obras.• <i>Obras por impuestos</i>: Mecanismo para que los contribuyentes ejecuten proyectos de impacto social.• <i>OCAD Paz</i>: Iniciativa que tiene como propósito destinar recursos de las regalías para ejecutar proyectos de inversión en los territorios PDET• <i>Proyectos productivos</i>: De la mano de las comunidades y entidades locales se adelantan proyectos para dinamizar la economía de los territorios PDET• <i>Estructuración de proyectos</i>: La ART entrega a las alcaldías la estructuración de proyectos para que los entes territoriales puedan presentarlos a diferentes fuentes de financiación.• <i>Plan maestro de estructuración</i>: Iniciativa que busca identificar las estrategias y fuentes de financiación para estructurar proyectos PDET.• <i>Yo me subo a mi PDET</i>: Comunidades y organizaciones se suben a los PDET mediante la ejecución directa de proyectos.• <i>Proyectos integradores</i>: Proyectos con enfoque territorial, los cuales contemplan la intervención articulada, planeada y focalizada.• <i>Cofinanciación</i>: De la mano con cooperación internacional avanza la implementación de los PDET		

Los municipios PDET se constituyen como un direccionador de paz del Presupuesto General de la Nación con el accionar entre otros de los OCAD Paz, del Fondo Colombia en Paz, de la Agencia de Renovación del Territorio y del Fondo Colombia Sostenible. El sector privado y la cooperación internacional han identificado 77 proyectos sociales por COP 615 mil millones dentro de la estrategia de obras por impuestos, mientras que la cooperación internacional tiene ya estructurada 250 iniciativas que responden a las necesidades de la población para convertir sus iniciativas en obras de infraestructura, soluciones de energía eléctrica, proyectos productivos, educación, salud y reconciliación.

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

Depende de la legislación y las decisiones de gobierno, lo que implica que los recursos y estímulos económicos para estos territorios podrían ser ampliados o revocados partiendo de decisiones políticas. Además, no existe forma en la que se pueda medir cómo se aprovechan los incentivos y en qué actividades productivas se concentran.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Información.

Agencia de Renovación del Territorio (ART). (2020). Municipios priorizados con planes de desarrollo con enfoque territorial.

Precisiones de la información.

Listado de municipios declarados PDET.

Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Se cuenta con la información para la totalidad de municipios del país respecto de si pertenecen o no a las PDET lo que permite hacer un análisis nacional integral. Se constituye como una base de información dicotómica.

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).

Municipios	Aptitud
Declarados PDET	Alta (A1)
Resto	Media (A2)
-	Baja (A3)

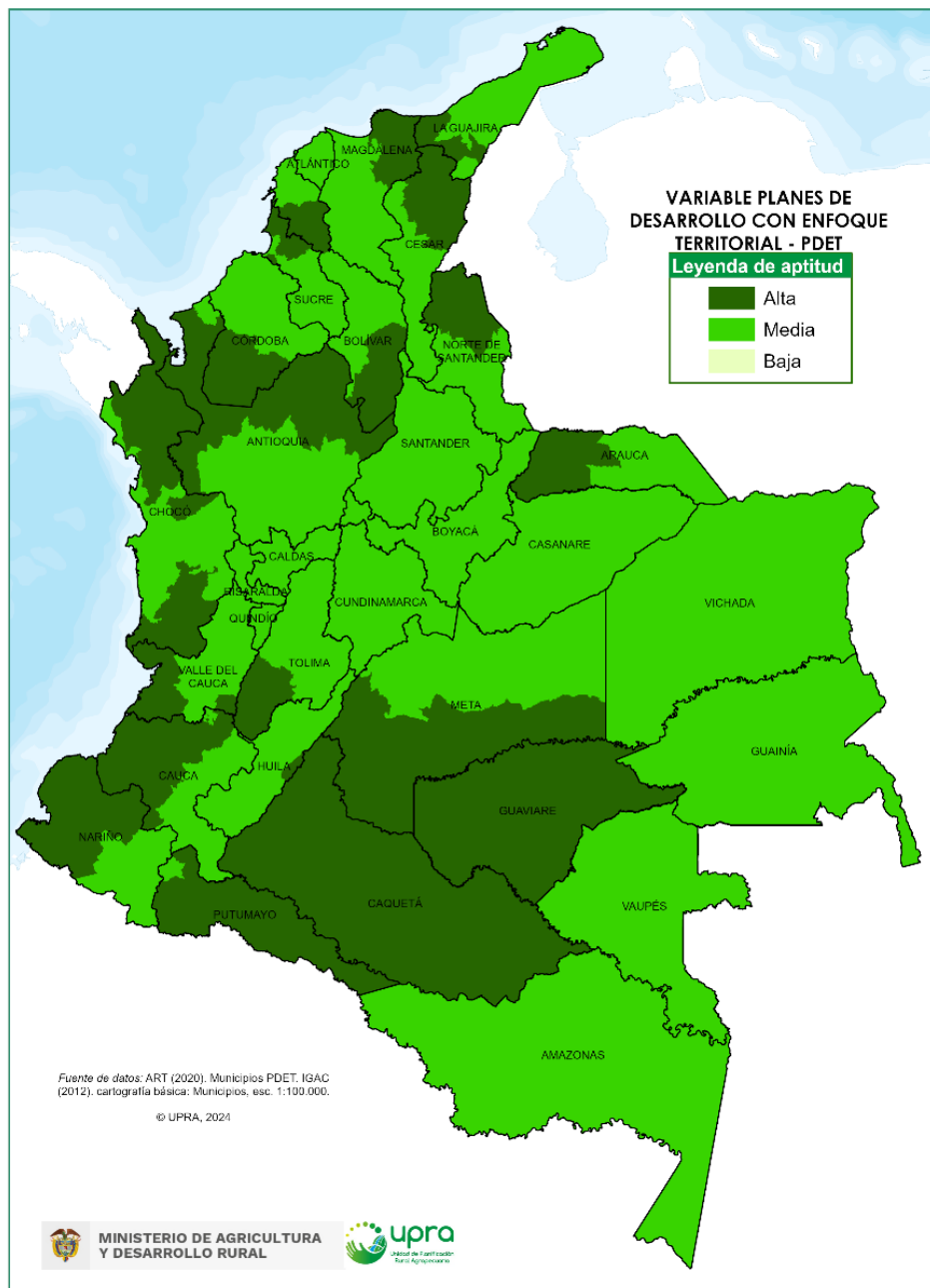
Unidad de análisis

Municipios



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE COCO TRADICIONAL CRITERIO INDICADORES ECONÓMICOS



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Agencia de Renovación del territorio (ART) (2022). Municipios priorizados con planes de desarrollo con enfoque territorial Cultivo de coco
<https://centralpdet.renovacionterritorio.gov.co/wp-content/uploads/2022/01/MunicipiosPDET.xlsx>
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (IGAC). (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá.

3.8. Criterio Condiciones de vida

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional	
COMPONENTE: Socioeconómico SUBCOMPONENTE: Social		
CRITERIO: Condiciones de vida		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
<ul style="list-style-type: none">• <i>Dimensión condiciones de salud</i>, expresada en porcentaje de hogares promedio con privaciones en los indicadores de aseguramiento a salud y barreras de acceso a servicios de salud (%).• <i>Dimensión condiciones de trabajo</i>, expresada en porcentaje de hogares promedio con privaciones en los indicadores de dependencia económica y empleo informal (%).• <i>Dimensión condiciones de la niñez y la juventud</i>, expresada en porcentaje de hogares promedio con privaciones en los indicadores de inasistencia escolar, rezago escolar, barreras de acceso a servicios para el cuidado de la primera infancia y trabajo infantil (%).• <i>Dimensión condiciones de educativas del hogar</i>, expresada en porcentaje de hogares promedio con privaciones en los indicadores de bajo logro educativo y analfabetismo (%).• <i>Dimensión condiciones de la vivienda y acceso a servicios públicos</i>, expresada expresadas en porcentaje de hogares promedio con privaciones en los indicadores de acceso a fuente de agua mejorada, inadecuada eliminación de excretas, material de pisos inadecuados, material de paredes exteriores inadecuado y hacinamiento crítico (%).		
DEFINICIÓN		
<p>Muestra el porcentaje de hogares del área rural municipal privados en ciertas características o dimensiones que se consideran vitales: condiciones educativas del hogar, condiciones de la niñez y la juventud, salud, trabajo y condiciones de la vivienda y acceso a servicios públicos domiciliarios.</p> <p>Mide el grado de privación en las dimensiones que abarca la medición de la pobreza multidimensional, a través de datos censales, con indicadores municipales que permiten determinar la naturaleza de la privación, la intensidad y profundidad de esta.</p> <p>Agrupar los municipios según el porcentaje de privaciones promedio en los indicadores que conforman cada dimensión en los centros poblados y la zona rural dispersa (DANE, 2018). Este índice permite observar patrones de privaciones distintos a los medidos por la pobreza monetaria (DNP, 2014).</p>		
IMPORTANCIA DEL CRITERIO		
<p>Muestra las privaciones vitales con las que la población desarrolla los procesos productivos. Aquellos municipios con menos hogares en situación de privación en cada variable cuentan con poblaciones más aptas para participar en las dinámicas socioeconómicas y, por lo tanto, requieren una menor inversión social para potenciar sus capacidades productivas.</p> <p>La calidad de vida de la población rural influye notoriamente en el desarrollo de sus capacidades</p>		



como seres humanos y en la posibilidad de integrarse a un proceso productivo. Aquellos municipios con menos hogares en situación de privación en cada una de las dimensiones analizadas cuentan con poblaciones más aptas para participar funcionalmente en las dinámicas productivas y, por lo tanto, requieren una menor inversión social para potenciar sus capacidades.

La cantidad de hogares en situación de privación multidimensional es inversa a la aptitud del municipio. Municipios con mayores niveles de hogares en situación de privación multidimensional (condiciones educativas del hogar, condiciones de la niñez y juventud, salud, trabajo, acceso a servicios públicos domiciliarios y condiciones de la vivienda) reflejan una menor competitividad socioeconómica para el desarrollo de procesos productivos.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

La mayor limitación de la información es su nivel de actualización dado que se basa en el censo nacional de población y vivienda de 2018 del DANE.

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

Información.

Se utilizan datos del DANE en los anexos de la *Medida de pobreza multidimensional municipal con información censal* que permite avanzar en la medición de la pobreza municipal mediante un índice evolucionado y complementario a las Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI). Este insumo se aproxima al estado de la pobreza municipal y sus múltiples dimensiones, por medio de comparaciones entre municipios. No se evalúa la pobreza multidimensional rural sino las tasas de privación por cada dimensión.

Dicha estimación aproximada utiliza fuentes instrumentales para dos de los 15 indicadores utilizados. Concretamente en el indicador empleo informal se utiliza información del registro de la PILA dado que el Censo Nacional de Población y Vivienda no contó con información de afiliación a pensiones. Por otra parte, en el indicador *Sin aseguramiento en salud* se utilizó la información de registros administrativos de la *Base unida de afiliados* y el DEX para entidades del régimen de excepción y especial.

Precisiones de la información.

Colombia tiene dos medidas oficiales de pobreza que son complementarias entre sí: la pobreza monetaria y la pobreza multidimensional. La metodología para la estimación de cada una se encuentra oficializada en el CONPES 150 de 28 de mayo de 2012, donde se determinó que su publicación se realiza de manera anual según la disponibilidad de las encuestas utilizadas en su estimación (Gran Encuesta Integrada de Hogares (GEIH) para la pobreza monetaria y la encuesta de calidad de vida (ECV) para la pobreza multidimensional. Sin embargo, estas encuestas solo permiten llegar a niveles de desagregación geográfica departamental (pobreza multidimensional) y 23 ciudades capitales y 23 departamentos (pobreza monetaria). Con la información del CNPV 2018, son posibles desagregaciones geográficas de cabeceras y centros poblados y rural disperso dentro de cada municipio.

La metodología usada por el DANE es una aproximación a la construcción del índice de pobreza multidimensional oficial para Colombia, que sigue la metodología de Alkire y Foster desarrollada por *Oxford Poverty and Human Development Initiative*. En ese sentido la medida

de pobreza multidimensional con fuente censal no es comparable ni sustituye el índice oficial de pobreza multidimensional oficial del DANE y, puntualmente en los ejercicios de zonificación, no se usa la información sobre pobreza, sino los indicadores de privación en los municipios.

Los 15 indicadores utilizados en la estimación de todas las variables del criterio son: bajo logro educativo, analfabetismo, inasistencia escolar, rezago escolar, barreras de acceso a servicios para el cuidado de la primera infancia, trabajo infantil, tasa de dependencia económica, empleo informal, sin aseguramiento en salud, barreras de acceso a servicio de salud, sin acceso a fuente de agua mejorada, inadecuada eliminación de excretas, pisos inadecuados, paredes exteriores inadecuadas y hacinamiento crítico.

Análisis de consistencia y preparación de la información.

Para cada una de las dimensiones se separa la información de privaciones por municipio y se selecciona lo referente al área de centros poblado y rural disperso. Se agrupan los indicadores de cada una de las cinco dimensiones a las que pertenecen y se calcula el promedio de hogares con privaciones en los indicadores que conforman cada dimensión. Luego, de acuerdo con el resultado de la prueba de Tuckey, se realizaron los agrupamientos de municipios en cada dimensión, que a su vez conforman cada variable del criterio condiciones de vida.

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:

$$[Q_1 - 1,5 * RI, Q_3 + 1,5 * RI]$$

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 se presentaron menos del 5 % de datos atípicos la decisión es utilizar el método Dalenius – Hodges.

El método estadístico Dalenius – Hodges, 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 se calcularon tres clústeres ($k=3$).

El método Dalenius – 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:

1. Ordenar las observaciones (n) de manera ascendente.
2. Agrupar las observaciones en J clases, donde $J = \min(k*10, n)$.
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, para cada clase de la siguiente manera:

$$Lim\ inf\ Ck = \min\{X(i)\} + (K - 1) * \frac{\max\{X(i)\} - \min\{X(i)\}}{J}$$

$$Lim\ sup\ Ck = \min\{X(i)\} + (K) * \frac{\max\{X(i)\} - \min\{X(i)\}}{J}$$



4. A partir de los límites, se obtiene la frecuencia de casos en cada clase

$$f_i \in \{1, \dots, J\}$$

5. Calcular la raíz cuadrada de frecuencia den cada clase.
6. Acumular la suma de la raíz cuadrada de las frecuencias.

$$\sum_{i=1}^J \sqrt{f_i}$$

7. Dividir el último valor acumulado entre el número de estratos.

$$Q = \frac{1}{h} \sum_{i=1}^J \sqrt{f_i}$$

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 clase que presenta la mínima distancia a Q, Los límites de los h estratos conformados son los correspondientes a los límites inferior y superior de las clases comprendidas en cada estrato.

La ponderación del criterio se construyó a partir de la metodología AHP (*Analytics Hierarchy Process*), condensada en la matriz de comparaciones pareadas de cinco variables, posteriormente, teniendo en cuenta el software PriEsT (*Priority Estimation Tool*), se calcularon las ponderaciones de cada una de ellas dentro del criterio, según las categorías de aptitud, de acuerdo con la siguiente tabla:

Criterio	Variables	Dimensión condiciones de Salud	Dimensión condiciones de Trabajo	Dimensión condiciones de niñez y juventud	Dimensión condiciones de educativas del hogar	Dimensión condiciones de vivienda y acceso a servicios públicos	Peso ponderado (%)
Condiciones de vida	Dimensión condiciones de Salud	1					39,4
	Dimensión condiciones de Trabajo	1	1				35,5
	Dimensión condiciones de niñez y juventud	1/5	1/3	1			14,0
	Dimensión condiciones de educativas del hogar	1/5	1/5	1/3	1		7,4
	Dimensión condiciones de vivienda y acceso a servicios públicos	1/7	1/7	1/5	1/3	1	3,7

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 en importancia	Más importante			

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

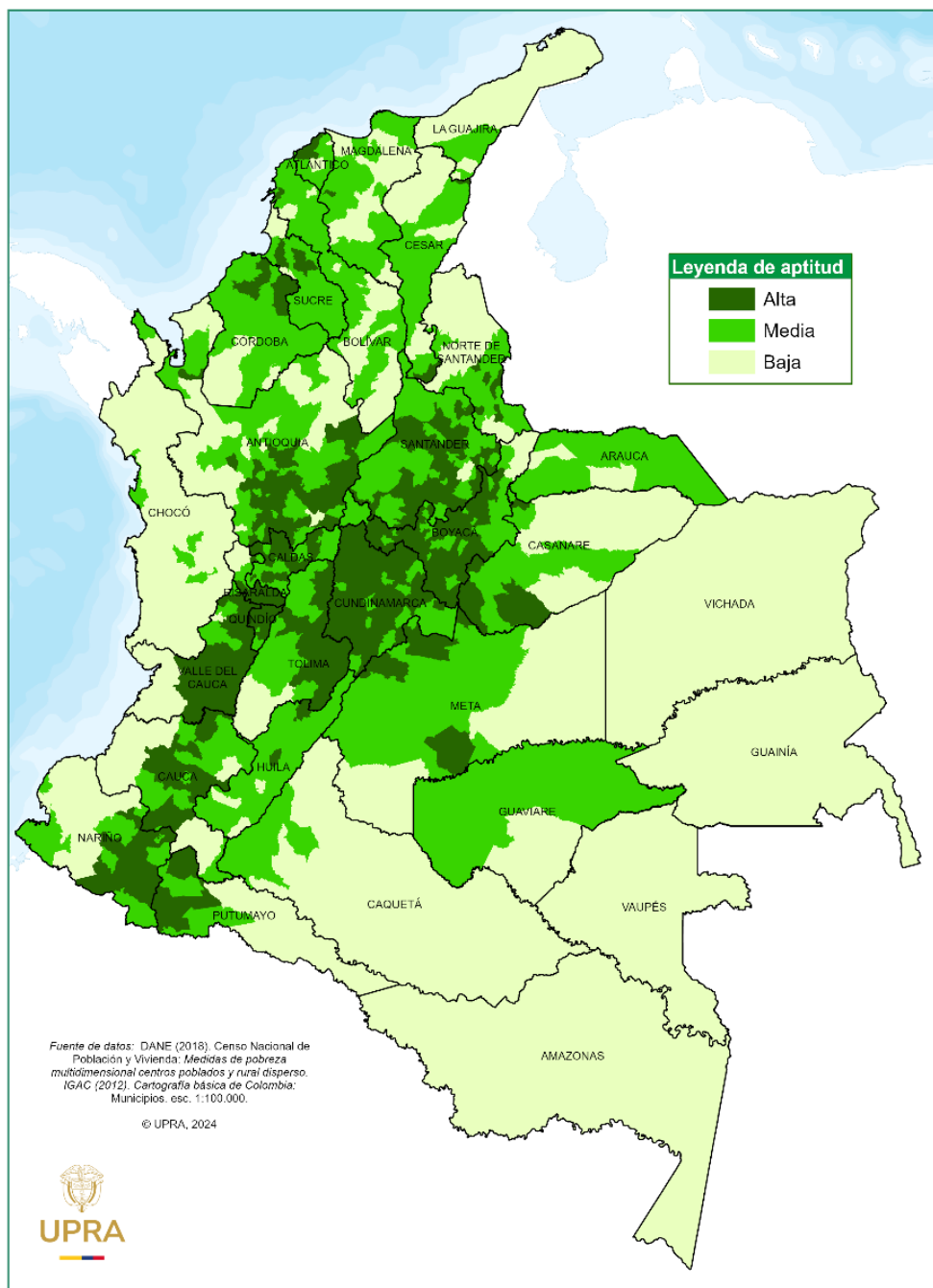
Para cada categoría se realizó una reclasificación numérica, la cual consiste en asignar un peso o valor en tres categorías de aptitud para el criterio: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

Criterio	Variables	Unidad de medida	Aptitud		
			Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)
Condiciones de vida	Dimensión condiciones en salud	Porcentaje promedio de hogares con privaciones (%)	< 8,40	8,40 - 13,35	> 13,35
	Dimensión condiciones en trabajo	Porcentaje promedio de hogares con privaciones (%)	< 60,75	60,75 - 71,15	> 71,15
	Dimensión condiciones en niñez y juventud	Porcentaje promedio de hogares con privaciones (%)	< 6,93	6,93 - 11,50	> 11,50
	Dimensión condiciones educativas del hogar	Porcentaje promedio de hogares con privaciones (%)	< 44,45	44,45 - 54,60	> 54,60
	Dimensión condiciones en vivienda y acceso a servicios públicos	Porcentaje promedio de hogares con privaciones (%)	< 15,88	15,88 - 30,94	> 30,94



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE COCO CRITERIO CONDICIONES DE VIDA



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (2018). Censo nacional de Población y Vivienda: Medida de pobreza multidimensional. Bogotá.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá.

3.8.1. Variable *Dimensión condiciones de salud*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)		Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional
COMPONENTE: Socioeconómico SUBCOMPONENTE: Social		
CRITERIO: Condiciones de vida		
VARIABLE: Dimensión condiciones de salud	UNIDAD DE MEDIDA: Porcentaje promedio de hogares con privaciones (%)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
<p>Refleja las limitaciones en condiciones de salud en las zonas rurales, manifestada como las barreras de acceso a este servicio y privaciones en aseguramiento en salud</p> <ul style="list-style-type: none">• Privación por barreras de acceso a salud dada una necesidad: una persona se considera privada, si pertenece a un hogar que tiene, al menos, una persona que en los últimos 30 días tuvo una enfermedad, accidente, problema odontológico o algún otro problema de salud, que no haya implicado hospitalización y que para tratar este problema no acudió a un médico general, especialista, odontólogo, terapeuta o institución de salud.• Privación por falta de aseguramiento en salud: una persona se considera privada, si pertenece a un hogar que tiene, al menos, una persona mayor de 5 años que no se encuentra asegurada en salud, es decir presenta alguna de las siguientes opciones en estado de afiliación: desafiado (DE), retirado (RE) e interrumpido por migración (RX).		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
<p>Permite identificar aquellos territorios rurales en donde la incidencia de privaciones en aspectos relacionados con la salud de los hogares es menos generalizada, y dónde se espera que la población tenga una mayor posibilidad de desarrollo de sus capacidades humanas y aportar a un proceso productivo.</p> <p>Aquellos municipios con menor porcentaje de hogares en situación de privación en su salud (reflejan mejores tasas de aseguramiento en salud y barreras de acceso a servicios) cuentan con poblaciones más aptas para participar en las dinámicas socioeconómicas y, por lo tanto, requieren una menor inversión social para potenciar sus capacidades.</p> <p>Municipios con mayor porcentaje de hogares en situación de privación en los servicios de salud, condicionan una menor competitividad de los procesos productivos desarrollados en sus territorios.</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**

Los indicadores de privación en salud se expresan en porcentaje de hogares y no a nivel de personas, limitando el análisis en términos individuales y en número total de privaciones en el territorio.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**Información.**

DANE (2018) Censo nacional de población y vivienda: Medida de pobreza multidimensional. Bogotá: DANE.

Precisiones de la información

Se utilizó la información de la *Medida de pobreza multidimensional municipal con información censal* que se construyó usando la información del CNPV 2018, por lo que es posible hacer desagregaciones geográficas de cabeceras, centros poblados y rural disperso.

Se tomaron los indicadores de aseguramiento en salud y barreras de acceso a servicios de salud para los 1.122 municipios y corregimientos no municipalizados, se calcula el promedio de privaciones a nivel municipal para los dos indicadores y se procede a hacer el agrupamiento.

Análisis de consistencia y preparación de la información.

La información se presenta consistente al estar expresada en valores que van de 0,1 a 44,2 % para barreras de acceso a servicios de salud y 3,4 a 68,7 % para sin aseguramiento en salud, con información disponible para todos los municipios y corregimientos no municipalizados del país.

Se calculó el promedio de privaciones con los dos indicadores que conforman la dimensión para proceder a determinar el mejor método estadístico de agrupamiento.

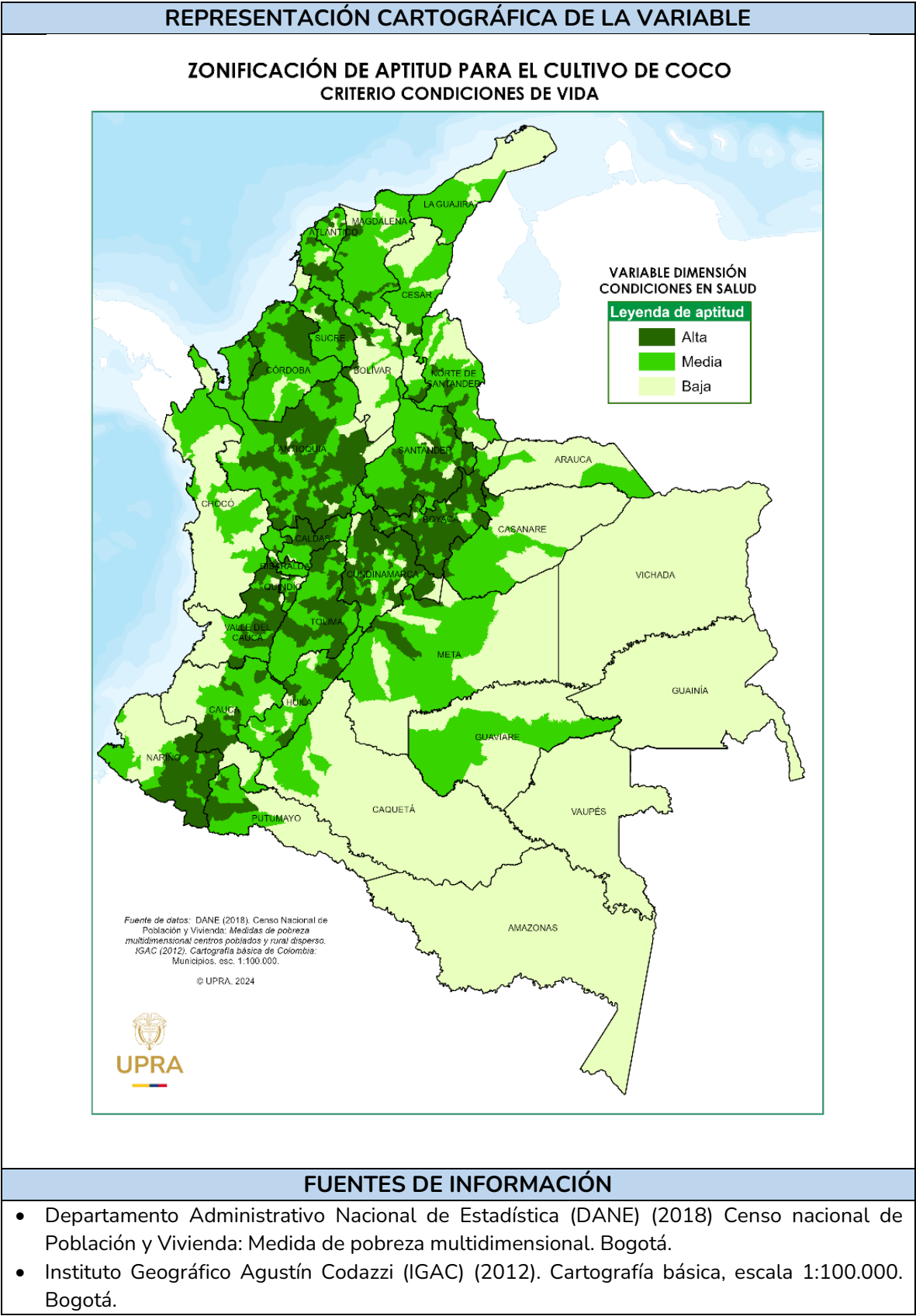
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

A cada municipio se le calculó el promedio de privaciones en los indicadores de aseguramiento a salud y barreras de acceso a servicios de salud) de manera que municipios con menor promedio de privaciones en el área rural corresponden a aptitud alta (A1), el nivel intermedio será aptitud media (A2) y la agrupación de municipios con el promedio más alto corresponderá a aptitud baja (A3).

Porcentaje promedio de hogares con privaciones (%)	Aptitud
< 8,4	Alta (A1)
8,40 - 13,35	Media (A2)
> 13,35	Baja (A3)

Unidad de análisis

Porcentaje promedio de hogares con privaciones (%)





3.8.2. Variable *Dimensión condiciones de trabajo*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional	
COMPONENTE: socioeconómico SUBCOMPONENTE: social		
CRITERIO: condiciones de vida		
VARIABLE: Dimensión condiciones de trabajo	UNIDAD DE MEDIDA: Porcentaje promedio de hogares con privaciones (%)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
<p>Corresponde al promedio de los porcentajes de hogares de los centros poblados y rurales dispersos de municipios con privaciones combinadas en los indicadores de trabajo informal y tasa de dependencia:</p> <ul style="list-style-type: none">• <i>Privación por tasa de dependencia económica</i>: una persona se considera privada, si pertenece a un hogar que tiene más de tres personas por miembro ocupado.• <i>Privación por empleo informal</i>: una persona se considera privada, si pertenece a un hogar que tiene, al menos, un ocupado sin afiliación a pensiones.		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
<p>Permite identificar aquellos territorios rurales donde la incidencia de privaciones en aspectos relacionados con el trabajo de los hogares es menos generalizada y se espera que la población tenga una mayor posibilidad de desarrollo de sus capacidades humanas que le permiten aportar a un proceso productivo.</p> <p>Aquellos municipios con menor porcentaje de hogares en situación de privación en sus condiciones de trabajo (que reflejan mejores tasas de dependencia y empleo informal) cuentan con poblaciones más aptas para participar en las dinámicas socioeconómicas y, por lo tanto, requieren una menor inversión social para potenciar sus capacidades.</p> <p>Municipios con mayor porcentaje de hogares en situación de privación en aspectos relacionados con el trabajo, condicionan una menor competitividad de los procesos productivos desarrollados en sus territorios.</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		
Los indicadores de privación en el trabajo se expresan en porcentaje de hogares y no a nivel de personas, limitando el análisis en términos individuales y en número total de privaciones en el territorio.		

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Información.

DANE (2018) Censo nacional de Población y Vivienda: Medida de pobreza multidimensional. Bogotá: DANE.

Precisiones de la información.

Se utilizó la información de la “Medida de pobreza multidimensional municipal con información censal” que se construyó usando la información del CNPV 2018, por lo que es posible hacer desagregaciones geográficas de cabeceras, centros poblados y rural disperso.

Se tomaron los indicadores de empleo informal y tasa de dependencia para los 1.122 municipios y corregimientos no municipalizados. Se calculó el promedio de privaciones a nivel municipal para los dos indicadores (nivel de privación por empleo formal y por tasa de dependencia), y se procedió a hacer el agrupamiento.

Análisis de consistencia y preparación de la información.

La información se presenta consistente al estar expresada en valores que van de 61,4 a 100 % para el empleo informal y del 13,3 a 97,7 % para tasa de dependencia, con información disponible para todos los municipios y corregimientos no municipalizados del país. Se calculó el promedio de privaciones con los dos indicadores que conforman la dimensión para proceder a determinar el mejor método estadístico de agrupamiento.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

A cada municipio se le calculó el promedio de privaciones en los indicadores de alfabetismo y bajo logro educativo, de manera que municipios con menor promedio de privaciones en el área rural, corresponden a aptitud alta (A1), el nivel intermedio será aptitud media (A2) y la agrupación de municipios con el promedio más alto corresponderá a aptitud baja (A3).

Porcentaje promedio de hogares con privaciones (%)	Aptitud
< 60,75	Alta (A1)
60,75 - 71,15	Media (A2)
> 71,15	Baja (A3)

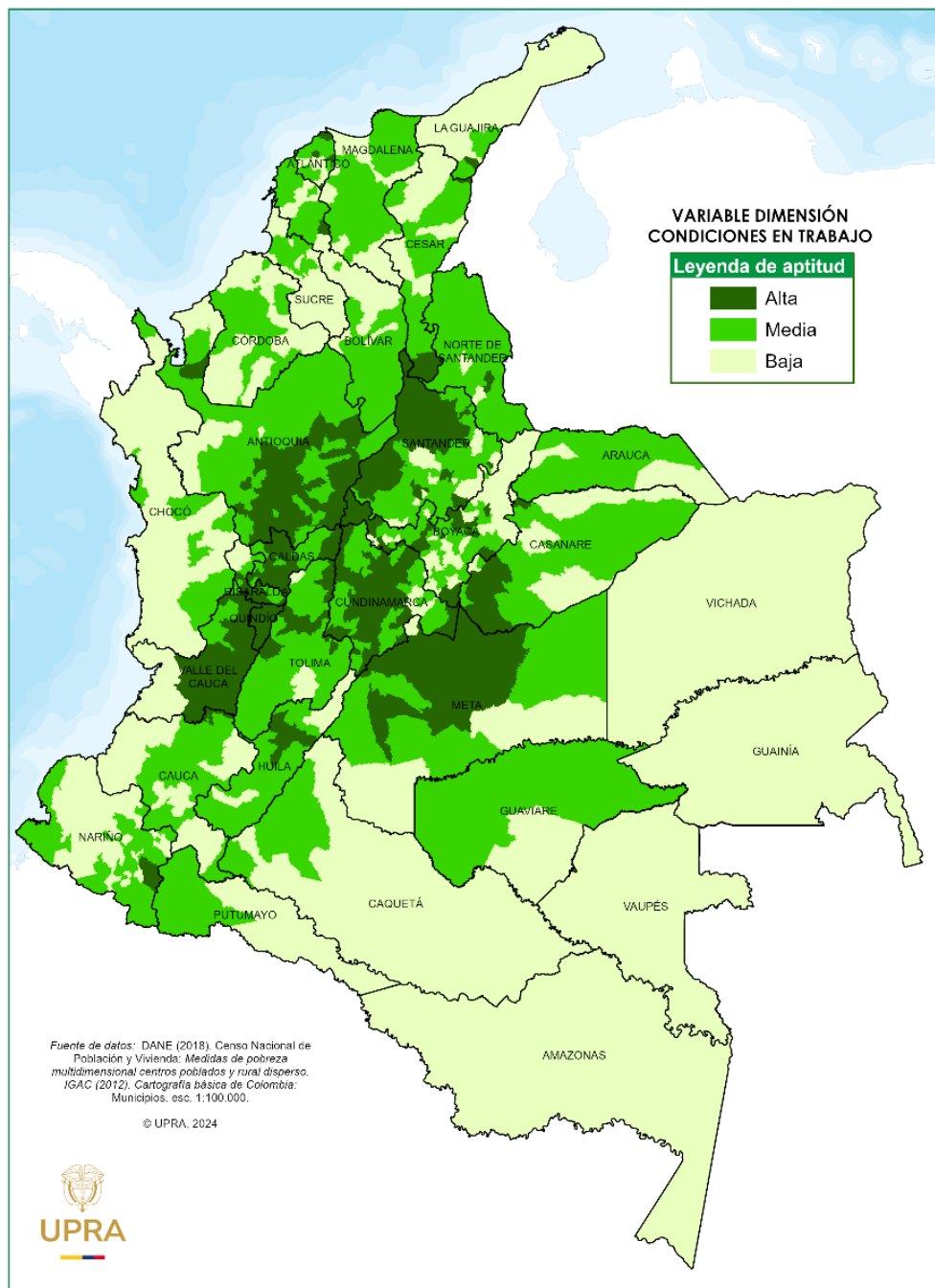
Unidad de análisis

Porcentaje promedio de hogares con
privaciones (%)



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE COCO CRITERIO CONDICIONES DE VIDA



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (2018) Censo nacional de Población y Vivienda: Medida de pobreza multidimensional. Bogotá.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2012). *Cartografía básica*, escala 1:100.000. Bogotá.

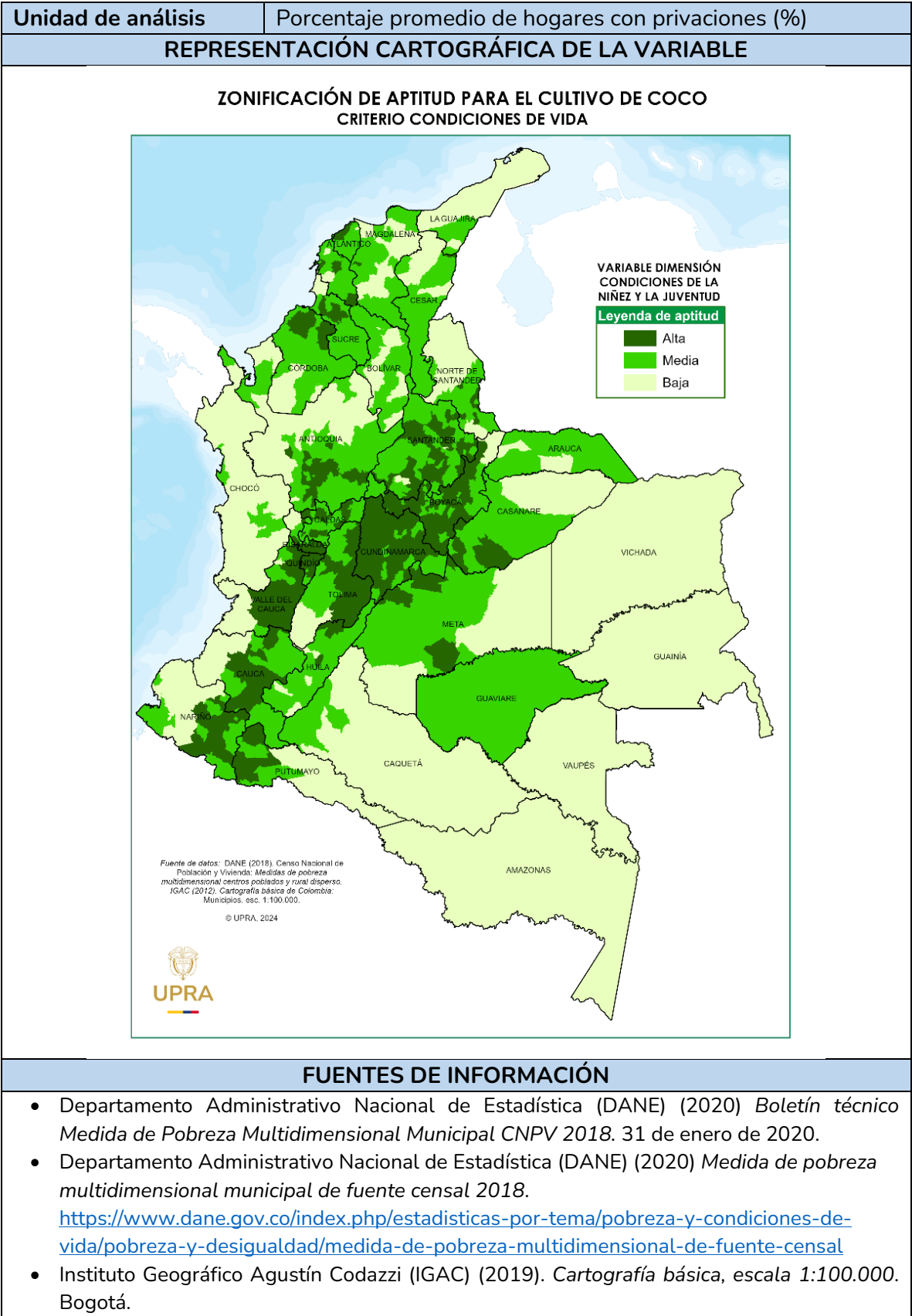
3.8.3. Variable *Dimensión condiciones de la niñez y la juventud*

406

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional	
COMPONENTE: socioeconómico SUBCOMPONENTE: social		
CRITERIO: condiciones de vida		
VARIABLE: Dimensión condiciones de la niñez y la juventud	UNIDAD DE MEDIDA: Porcentaje promedio de hogares con privaciones (%)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
<p>Porcentaje de hogares de las zonas rurales con privaciones combinadas en las variables barreras de acceso a servicios para cuidado de la primera infancia, trabajo infantil, inasistencia y rezago escolar:</p> <ul style="list-style-type: none">• <i>Privación por inasistencia escolar</i>: una persona se considera privada, si pertenece a un hogar que tiene, al menos, un niño entre 6 y 16 años que no asiste a una institución educativa.• <i>Privación por rezago escolar</i>: una persona se considera privada, si pertenece a un hogar que tiene, al menos, un niño entre 7 y 17 años con rezago escolar (número de años aprobados inferior a la norma nacional).• <i>Privación por acceso a servicios para el cuidado de la primera infancia</i>: una persona se considera privada, si pertenece a un hogar que tiene, al menos, un niño de 0 a 5 años sin acceso a todos los servicios de cuidado integral (salud y cuidado).• <i>Privación por trabajo infantil</i>: una persona se considera privada, si pertenece a un hogar que tiene, al menos, un niño entre 12 y 17 años trabajando.		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
<p>Permite identificar aquellos territorios rurales donde la incidencia de privaciones en aspectos relacionados con las condiciones de la niñez y la juventud de los hogares es menos generalizada y donde se espera que la población tenga una mayor posibilidad de desarrollo de sus capacidades humanas y aportar a un proceso productivo.</p> <p>Aquellos municipios con menor porcentaje de hogares en situación de privación en las condiciones de la niñez y la juventud cuentan con poblaciones más aptas para participar en las dinámicas socioeconómicas y, por lo tanto, requieren una menor inversión social para potenciar sus capacidades. Con eso se incrementa la probabilidad de acceder a certificaciones de buenas prácticas por parte de los productores, lo que incrementa su competitividad.</p> <p>Municipios con mayor porcentaje de hogares en situación de privación en las condiciones de la niñez y la juventud, condicionan una menor competitividad de los procesos productivos desarrollados en sus territorios.</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								
Los indicadores de privación en las condiciones de la niñez y la juventud se expresan en porcentaje de hogares y no a nivel de personas, limitando el análisis en términos individuales y en número total de privaciones en el territorio.								
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN								
<p>Información. DANE (2018) Censo nacional de Población y Vivienda: Medida de pobreza multidimensional. Bogotá</p> <p>Precisiones de la información. Se utilizó la información del DANE en los anexos de la <i>Medida de pobreza multidimensional municipal con información censal</i> que se construyó usando la información del CNPV 2018, por lo que es posible hacer desagregaciones geográficas de cabeceras y centros poblados y rural disperso.</p> <p>Se tomaron los indicadores de inasistencia y rezago escolar, barreras para el cuidado de la primera infancia y trabajo infantil para los 1.122 municipios y corregimientos no municipalizados, se calculó el promedio de privaciones a nivel municipal para los dos indicadores, y se procedió a hacer el agrupamiento estadístico en búsqueda de municipios con condiciones similares.</p> <p>Análisis de consistencia y preparación de la información. La información se presenta consistente al estar expresada en valores que van de 0,3 a 34,6 % para las barreras de acceso a servicios de cuidado para la primera infancia, entre 0,1 y 12,7 % para el trabajo infantil, entre 0,7 y 42,8% para inasistencia escolar y entre 4,9 y 62,1 % para rezago escolar, con información disponible para todos los municipios y corregimientos no municipalizados del país. Se calculó el promedio de privaciones con los cuatro indicadores que conforman la dimensión para proceder a determinar el mejor método estadístico de agrupamiento.</p>								
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD								
A cada municipio se le calcula el promedio de privaciones (privación por inasistencia escolar, privación por rezago escolar, privación por acceso a servicios para el cuidado de la primera infancia, privación por trabajo infantil) de manera que municipios con menor promedio de privaciones en el área rural corresponden a aptitud alta (A1), el nivel intermedio será aptitud media (A2) y la agrupación de municipios con el promedio más alto, corresponderá a aptitud baja (A3).								
<table><tr><th>Porcentaje promedio de hogares con privaciones (%)</th><th>Aptitud</th></tr><tr><td>< 6,93</td><td>Alta (A1)</td></tr><tr><td>6,93 - 11,50</td><td>Media (A2)</td></tr><tr><td>> 11,50</td><td>Baja (A3)</td></tr></table>	Porcentaje promedio de hogares con privaciones (%)	Aptitud	< 6,93	Alta (A1)	6,93 - 11,50	Media (A2)	> 11,50	Baja (A3)
Porcentaje promedio de hogares con privaciones (%)	Aptitud							
< 6,93	Alta (A1)							
6,93 - 11,50	Media (A2)							
> 11,50	Baja (A3)							



3.8.4. Variable *Dimensión condiciones educativas del hogar*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional	
COMPONENTE: Socioeconómico SUBCOMPONENTE: Social		
CRITERIO: Condiciones de vida		
VARIABLE: Dimensión condiciones de educativas del hogar	UNIDAD DE MEDIDA: Porcentaje promedio de hogares con privaciones (%)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
<p>Porcentaje de hogares de los centros poblados y rurales dispersos, con privaciones combinadas en las variables analfabetismo y bajo logro educativo:</p> <ul style="list-style-type: none">• <i>Privación por bajo logro educativo</i>: una persona se considera privada, si pertenece a un hogar donde la educación promedio de las personas mayores de 15 años es menor a 9 años de educación.• <i>Privación por analfabetismo</i>: una persona se considera privada, si pertenece a un hogar en el que hay, al menos, una persona de 15 años y más que no sabe leer y escribir.		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
<p>Permite identificar aquellos territorios rurales donde la incidencia de privaciones en aspectos relacionados con la educación de los hogares es menos generalizada y donde se espera que la población tenga una mayor posibilidad de desarrollo de sus capacidades humanas y aportar a un proceso productivo.</p> <p>Aquellos municipios con menor porcentaje de hogares en situación de privación en sus condiciones educativas (que reflejan mejores tasas de alfabetismo y mayor logro educativo) cuentan con poblaciones más aptas para participar en las dinámicas socioeconómicas y, por lo tanto, requieren una menor inversión social para potenciar sus capacidades.</p> <p>Municipios con mayor porcentaje de hogares en situación de privación en sus condiciones educativas, condicionan una menor competitividad de los procesos productivos desarrollados en sus territorios.</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		
Los indicadores de privación en condiciones educativas se expresan en porcentaje de hogares y no a nivel de personas, limitando el análisis en términos individuales y en número total de privaciones en el territorio.		

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Información.

DANE (2018) Censo nacional de Población y Vivienda: Medida de pobreza multidimensional.

Precisiones de la información.

Se utilizó la información del DANE en los anexos de la Medida de pobreza multidimensional municipal con información censal que se construyó usando la información del CNPV 2018, por lo que es posible hacer desagregaciones geográficas de cabeceras y centros poblados y rural disperso.

Se tomaron los indicadores de analfabetismo y bajo logro educativo para los 1.122 municipios y corregimientos no municipalizados, se calculó el promedio de privaciones a nivel municipal para los dos indicadores, y se procedió a hacer el agrupamiento estadístico en búsqueda de municipios con condiciones similares.

Análisis de consistencia y preparación de la información.

La información se presenta consistente al estar expresada en valores que van de 2,4 a 57,7 % para el analfabetismo y 27,4 a 96,7 % para bajo logro educativo, con información disponible para todos los municipios y corregimientos no municipalizados del país. Se calculó el promedio de privaciones con los dos indicadores que conforman la dimensión para proceder a determinar el mejor método estadístico de agrupamiento.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

A cada municipio se le calcula el promedio de privaciones (alfabetismo y bajo logro educativo) de manera que municipios con menor promedio de privaciones en el área rural corresponden a aptitud alta (A1), el nivel intermedio será aptitud media (A2) y la agrupación de municipios con el promedio más alto corresponderá a aptitud baja (A3).

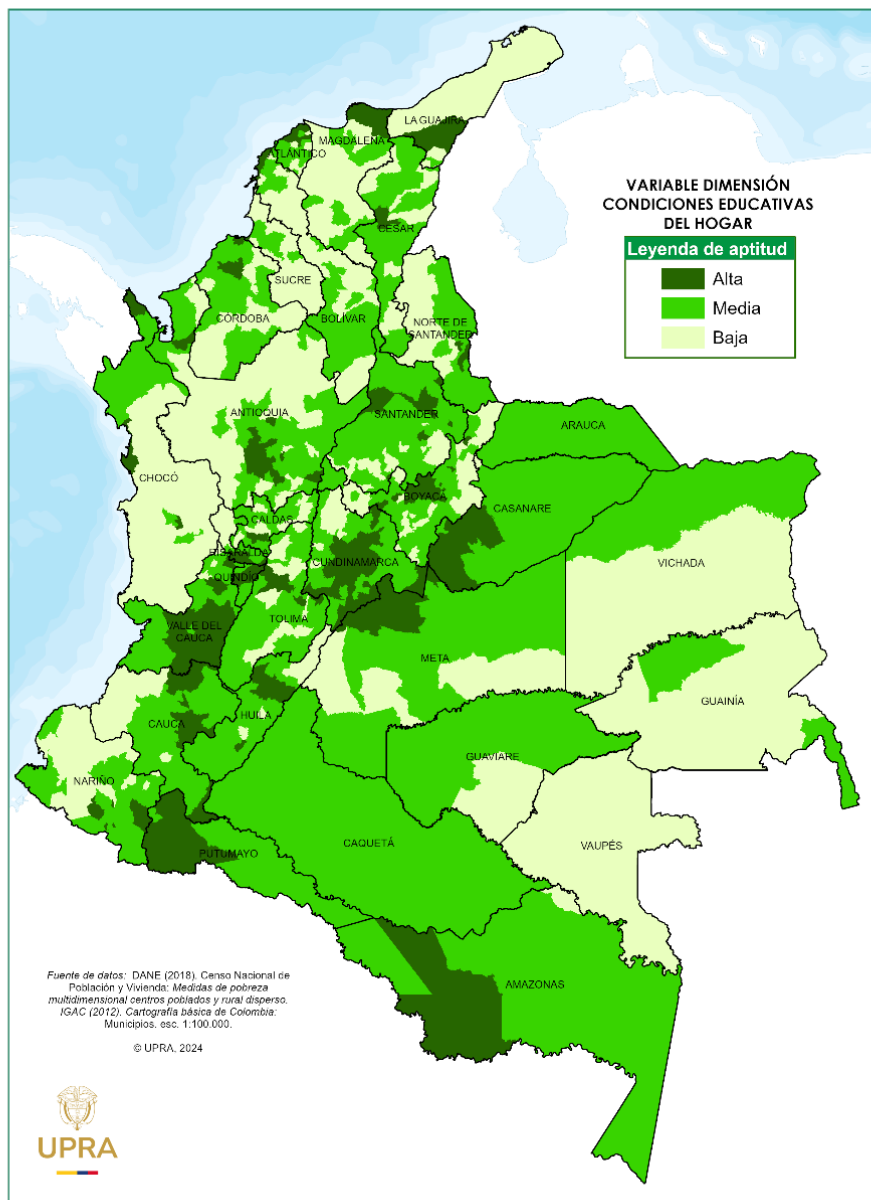
Porcentaje promedio de hogares con privaciones (%)	Aptitud
< 44,45	Alta (A1)
44,45 - 54,60	Media (A2)
> 54,60	Baja (A3)

Unidad de análisis	Porcentaje promedio de hogares con privaciones (%)
--------------------	--



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE COCO CRITERIO CONDICIONES DE VIDA



FUENTES DE INFORMACIÓN

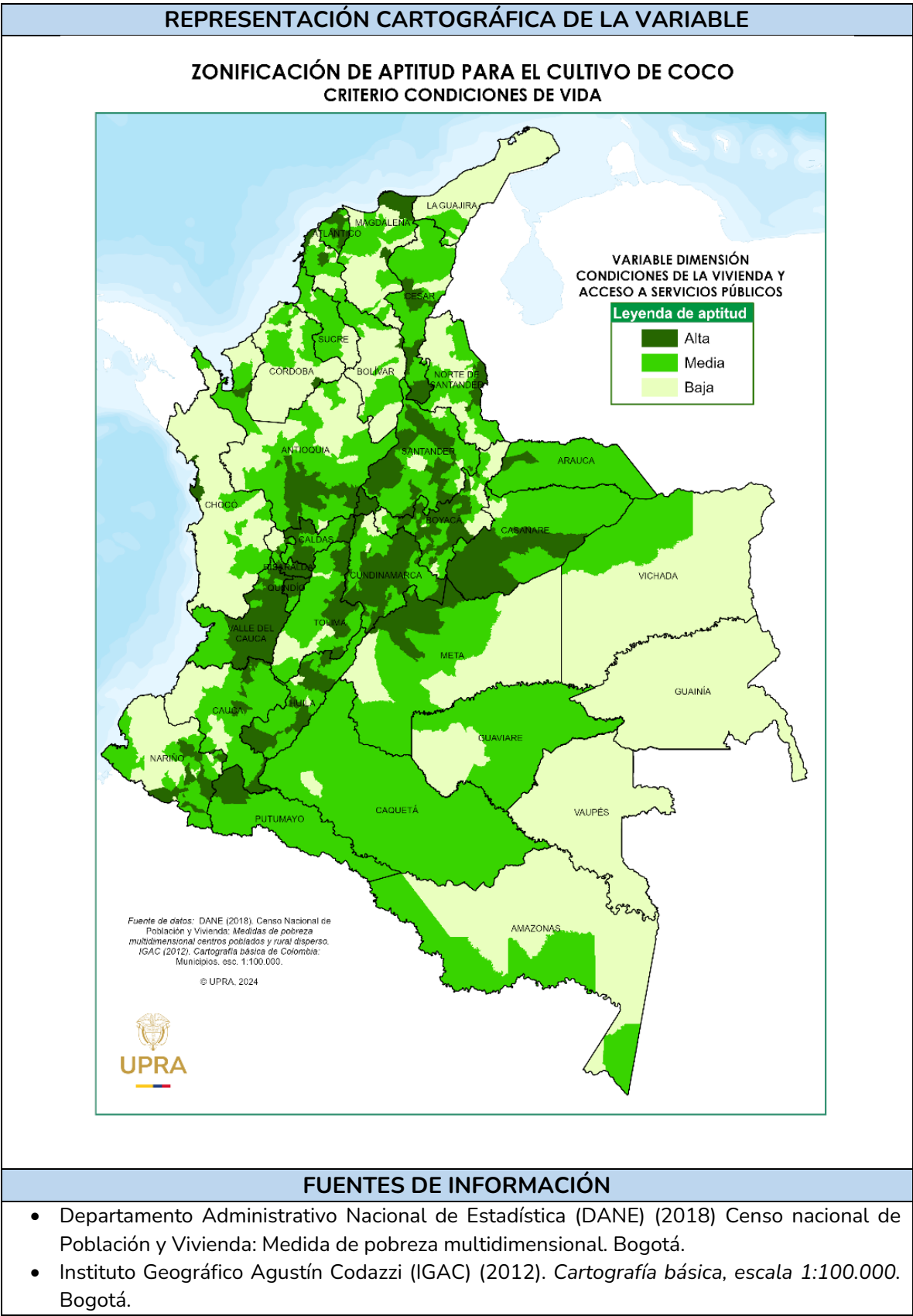
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (2020) *Boletín técnico Medida de Pobreza Multidimensional Municipal CNPV 2018*. 31 de enero de 2020.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (2020) *Medida de pobreza multidimensional municipal de fuente censal 2018*.
<https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/pobreza-y-condiciones-de-vida/pobreza-y-desigualdad/medida-de-pobreza-multidimensional-de-fuente-censal>
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2019). *Cartografía básica*, escala 1:100.000. Bogotá.

3.8.5. Variable *Dimensión condiciones de la vivienda y acceso a servicios públicos*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Cultivo de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) para el mercado nacional	
COMPONENTE: Socioeconómico SUBCOMPONENTE: Social		
CRITERIO: Condiciones de vida		
VARIABLE: Dimensión condiciones de la vivienda y acceso a servicios públicos	UNIDAD DE MEDIDA: Porcentaje promedio de hogares con privaciones (%)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
<p>Refleja las condiciones habitacionales de los pobladores en las zonas rurales y a través de parámetros como hacinamiento crítico, eliminación de excretas, paredes y pisos inadecuados, y la limitación al acceso de agua mejorada:</p> <ul style="list-style-type: none">• <i>Privación por acceso a fuente de agua mejorada</i>: en el caso de los hogares rurales, una persona se considera privada si el agua la obtienen de pozo sin bomba, agua lluvia, río, manantial, carrotanque, aguatero u otra fuente, agua embotellada o en bolsa.• <i>Privación por inadecuada eliminación de excretas</i>: una persona se considera privada, si pertenece a un hogar rural que no cuenta con inodoro sin conexión, letrina, bajamar o no tienen servicio sanitario.• <i>Privación por material inadecuado de pisos</i>: una persona se considera privada, si pertenece a un hogar, cuya vivienda cuenta con pisos de tierra, arena, barro.• <i>Privación por material inadecuado de paredes exteriores</i>: un hogar rural se considera en privación, si su vivienda cuenta con paredes de guadua u otro vegetal, zinc, tela, cartón, desechos o no tiene paredes.		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
<p>Permite identificar aquellos territorios rurales en donde la incidencia de privaciones en aspectos relacionados con la vivienda y el acceso a servicios públicos domiciliarios de los hogares es menos generalizada y en donde se espera que la población tenga una mayor posibilidad de desarrollo de sus capacidades humanas y aportar a un proceso productivo.</p> <p>Aquellos municipios con menor porcentaje de hogares en situación de privación en sus condiciones de vivienda y acceso a servicios públicos domiciliarios cuentan con poblaciones más aptas para participar en las dinámicas socioeconómicas y, por lo tanto, requieren una menor inversión social para potenciar sus capacidades.</p> <p>Municipios con mayor porcentaje de hogares en situación de privación en la vivienda y el acceso a servicios públicos domiciliarios, condicionan una menor competitividad de los procesos productivos desarrollados en sus territorios.</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									
Los indicadores de privación en la vivienda y el acceso a servicios públicos domiciliarios se expresan en porcentaje de hogares y no a nivel de personas, limitando el análisis en términos individuales y en número total de privaciones en el territorio.									
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN									
<p>Información. DANE (2018) Censo nacional de Población y Vivienda: Medida de pobreza multidimensional.</p> <p>Precisiones de la información. Se utilizó la información de la <i>Medida de pobreza multidimensional municipal con información censal</i> que se construyó usando la información del CNPV 2018, por lo que es posible hacer desagregaciones geográficas de cabeceras, centros poblados y rural disperso.</p> <p>Se toman los indicadores de hacinamiento crítico, pisos y paredes exteriores inadecuadas, inadecuada eliminación de excretas y sin acceso a fuentes de agua mejorada para los 1.122 municipios y corregimientos no municipalizados, se calculó el promedio de privaciones a nivel municipal para los dos indicadores, y se procedió a hacer el agrupamiento.</p> <p>Análisis de consistencia y preparación de la información. La información se presenta consistente al estar expresada en valores que van de 0,4 a 58,1 % para el hacinamiento crítico, 0,5 a 97,6 % para inadecuada eliminación excretas, 0,1 a 75,7 % para material inadecuado en paredes exteriores, 0,1 a 92,1 % para material inadecuado de pisos y 0,4 a 97,1 % para sin acceso a fuentes de agua mejorada, con información disponible para todos los municipios y corregimientos no municipalizados del país.</p> <p>Se calculó el promedio de privaciones con los cinco indicadores que conforman la dimensión para proceder a determinar el mejor método estadístico de agrupamiento.</p>									
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD									
A cada agrupamiento de municipios se le calculó el promedio de privaciones (privación por acceso a fuente de agua mejorada, privación por inadecuada eliminación de excretas, privación por material inadecuado de pisos, privación por material inadecuado de paredes exteriores, privación por hacinamiento crítico) de manera que municipios con menor promedio de privaciones en el área rural corresponden a aptitud alta (A1), el nivel intermedio será aptitud media (A2) y la agrupación de municipios con el promedio más alto, corresponderá a aptitud baja (A3).									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Porcentaje promedio de hogares con privaciones (%)</th><th>Aptitud</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>< 15,88</td><td>Alta (A1)</td></tr> <tr> <td>15,88 – 30,94</td><td>Media (A2)</td></tr> <tr> <td>> 30,94</td><td>Baja (A3)</td></tr> </tbody> </table>		Porcentaje promedio de hogares con privaciones (%)	Aptitud	< 15,88	Alta (A1)	15,88 – 30,94	Media (A2)	> 30,94	Baja (A3)
Porcentaje promedio de hogares con privaciones (%)	Aptitud								
< 15,88	Alta (A1)								
15,88 – 30,94	Media (A2)								
> 30,94	Baja (A3)								
Unidad de análisis	Porcentaje promedio de hogares con privaciones (%)								





--

