COLOMBIA POTENCIA DE LA VIDA

Agricultura

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de

tres especies ícticas nativas: yamú, bocachico y bagre

en estanques en tierra



Escala 1:100.000

AUNAP
AUTORIDAD NACIONAL DE ACUICULTURA Y PESCA
"Acuicultura y Pesca con Responsabilidad"

upra
Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Gustavo Francisco Petro Urrego
Presidente de la República de Colombia

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR)
Jhénifer Mojica Flórez
Ministra de Agricultura y Desarrollo Rural

Aura María Duarte Rojas
Viceministra de Asuntos Agropecuarios

Lilia María Rodríguez Albarracín
Viceministra de Desarrollo Rural (e)

Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP)
Karen Mejía Piñerez
Directora general

Tania Marcela Peñafiel Rocha
Secretaria general

Wilberto Angulo Viveros
Dirección Técnica de Inspección y Vigilancia

John Jairo Restrepo Arenas
Dirección Técnica de Administración y Fomento

Éric Martínez Ávila
Oficina de Generación del Conocimiento y la Información

Piedad Victoria Daza
Hermes Orlando Mojica Benítez
Compiladores

María Claudia Merino
Coordinadora técnica

María Claudia Merino
Hermes Mojica
Piedad Victoria
Diego Niño
Equipo técnico

Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA)
Claudia Liliana Cortés López
Directora general

Juan Carlos López Gómez
Secretario general

Dora Inés Rey Martínez
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

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

Adriana Pérez Orozco
Emiro José Díaz Leal
Juan Carlos Avellaneda Micolta
Mónica Cortés Pulido
Sandra Milena Ruano Reyes
Asesores

Claudia Liliana Cortés López
Alexander Rodríguez Romero
Directores temáticos

Renato Baldovino
Coordinación técnica

Ricardo Fabián Siachoque Bernal
Renato Baldovino Guevara
Claudia Liliana Cortés López
Alba Natalia Flórez Zambrano
Ana Isabel Sanabria Ochoa
Martha Cecilia Díaz Barrios
Carlos Andrés Ruiz
Claudia Patricia Acosta Latorre
Sebastián Polo Carrera
Gabriel Eduardo Páramo Rocha
Luisa María Lagos Riaño
Magda Alejandra Castro Pulido
Mayra Alejandra Velásquez Ramos
Katherine Gómez Rodríguez
Jaime Vergara Hincapié
Juan Antonio Gómez Blanco
Luis Eduardo García Castellanos
Adriana Marcela Porras Rey
Heidy Soledad Rodríguez Albarracín
Ángela María Zapata Aristizábal
Juan Pablo Acosta Latorre
Juan Pablo Vásquez Álvarez
Carlos Eduardo Cárdenas Angarita
Autores

Juan Pablo Vásquez Álvarez
Sandra Inés Restrepo Sánchez
Jeimy Paola Jiménez Sánchez
Carlos Alberto Novoa Barajas
Compiladores

Jaime Andrés Unriza
Nancy Milena Alarcón
Alejandra Castrillón
Wilson Cabanzo
Representación cartográfica

Equipo de publicaciones de la UPRA
Diseño, diagramación y corrección de estilo

Banco de imágenes UPRA y AUNAP
Fotografía e imágenes

ISBN 978-628-7697-30-0

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: Apellido del autor, Inicial del nombre. (2023). Título del documento. Bogotá: UPRA. Recuperado de <URL de ubicación del documento>.

Resumen

Se presenta la memoria técnica de la zonificación de aptitud para el cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.), en estanques en tierra, con destino al consumo humano, 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 UPRA y en este caso de la unión de esfuerzos técnicos con la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP) orientados a direccionar la inversión del sector agropecuario.

El documento contiene cuatro secciones: la primera presenta los antecedentes del sector en términos de su importancia internacional y nacional; antecedentes de la zonificación de aptitud para el cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.), y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.), el marco político y el marco normativo de la cadena; la segunda parte, aborda el marco conceptual, basado en un enfoque multidisciplinario que toma en consideración los principios y fundamentos del esquema de evaluación de tierras, el enfoque socioecosistémico y el enfoque de competitividad, los cuales se abordan en términos de criterios de carácter físico, socioecosistémico y socioeconómico, respectivamente; la tercera sección presenta la metodología de la zonificación, desde la definición del tipo de utilización de la tierra (TUT), hasta la evaluación y comparación de las matrices multicriterio (biofísica y socioeconómica); la cuarta parte muestra los resultados de la zonificación, representados en el mapa de aptitud para el cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.), y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.), en estanques en tierra, con destino al consumo humano en Colombia, a escala 1:100.000, las conclusiones y las fuentes de información bibliográfica utilizadas.

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

Se identificaron 14 criterios (cinco físicos, cuatro socioecosistémicos y cinco socioeconómicos) y 48 variables, a partir de los cuales se obtuvo el mapa de aptitud para el cultivo comercial de yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.), en estanques en tierra, con destino al consumo humano en Colombia, a escala 1:100.000.

En el mapa integrado de las especies nativas acuícolas se identificó que Colombia tiene 25.211.444 ha aptas, equivalente al 22,1 % del territorio nacional (114.074.971 ha). De las áreas aptas, 5.951.172 ha corresponden a aptitud alta (A1); 7.634.247 ha, a aptitud media (A2) y 11.626.025 ha, a aptitud baja (A3).

Palabras clave: acuicultura, piscicultura, zonificación, aptitud, yamú, *Brycon amazonicus*, bocachico, *Prochilodus* sp., bagre rayado, *Pseudoplatystoma* sp.

Tabla de contenido

Resumen....4
Índice de tablas....8
Índice de figuras....11
Lista de abreviaturas, acrónimos y siglas....13
Lista de símbolos....16
Glosario....17
Introducción....21
1. Antecedentes....26
1.1. Antecedentes sobre la zonificación de tres especies ícticas nativas de Colombia (yamú, bocachico y bagre rayado)....26
1.2. Contexto sectorial....27
1.2.1. Reseña histórica....27
1.2.2. Origen y clasificación taxonómica de yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.)....31
1.2.3. Sistemas de producción....34
1.2.4. Aspectos sanitarios....35
1.3. Contexto mundial....37
1.3.1. Producción mundial de especies nativas....37
1.4. Contexto nacional....39
1.4.1. Producción de especies nativas en Colombia....39
1.4.2. Consumo nacional de especies nativas....40
1.4.3. Importaciones nacionales de especies nativas....41
1.5. Marco político....42
1.6. Marco normativo....43
1.7. Alcances y limitaciones....46
2. Marco conceptual....49
3. Marco metodológico....54
3.1. Definición del tipo de utilización de la tierra (TUT)....59

3.2. Requerimientos físicos, socioecosistémicos y socioeconómicos del TUT 60
3.3. Criterios de análisis jerárquico 64
3.3.1. Criterios físicos 65
3.3.2. Criterios socioecosistémicos 70
3.3.3. Criterios socioeconómicos 76
3.4. Rangos de aptitud y exclusiones técnicas 81
3.4.1. Criterios y variables del componente físico 81
3.4.2. Criterios y variables del componente socioecosistémico 84
3.4.3. Criterios y variables del componente socioeconómico 89
3.5. Exclusiones legales y condicionantes legales 91
3.6. Análisis multicriterio 108
3.6.1. Proceso analítico jerárquico (AHP) 108
3.6.2. Matriz del proceso analítico jerárquico 109
3.7. Análisis espacial y modelo cartográfico 113
3.8. Proceso de validación de los mapas 117
3.8.1. Socialización virtual 118
4. Resultados 121
5. Conclusiones 132
6. Bibliografía 135
7. Anexo 157

Índice de tablas

Tabla 1. Clasificación taxonómica del yamú (*Brycon amazonicus*) 31
Tabla 2. Clasificación taxonómica del bocachico (*Prochilodus* sp.) 32
Tabla 3. Clasificación taxonómica del bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.) 33
Tabla 4. Países exportadores de bagre fresco o refrigerado (2014-2018) 38
Tabla 5. Volumen comercializado de bagre y bocachico por regiones entre julio-diciembre 2017 (toneladas) 40
Tabla 6. Total de importaciones nacionales de bagre congelado (toneladas) 41
Tabla 7. Exportaciones a Colombia de bagre por países, en toneladas 41
Tabla 8. Marco político para la zonificación de aptitud para el cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú, bocachico y bagre rayado, en estanques en tierra 42
Tabla 9. Normograma para la zonificación de aptitud para el cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú, bocachico y bagre rayado, en estanques en tierra 43
Tabla 10. Definición de criterios y variables del componente físico 66
Tabla 11. Definición de criterios y variables del componente socioecosistémico 71
Tabla 12. Definición de criterios y variables del componente socioeconómico 76
Tabla 13. Categorías de aptitud para el cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.) en estanques en tierra con destino al consumo humano 81
Tabla 14. Rangos de aptitud del componente físico para la zonificación de aptitud para el cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.) en estanques en tierra con destino al consumo humano 82
Tabla 15. Coberturas excluidas de la frontera agrícola nacional 84
Tabla 16. Coberturas incompatibles con el TUT 85
Tabla 17. Rangos de aptitud del componente socioecosistémico para la zonificación de aptitud para el cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.), en estanques en tierra, con destino al consumo humano 86

Tabla 18. Rangos de aptitud del componente socioeconómico para la zonificación de aptitud para el cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú *(Brycon amazonicus*), bocachico *(Prochilodus* sp.*)* y bagre rayado *(Pseudoplatystoma* sp.), en estanques en tierra, con destino al consumo humano..... 89
Tabla 19. Exclusiones legales de la zonificación de aptitud para el cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.), en estanques en tierra con destino al consumo humano.....93
Tabla 20. Condicionantes legales de la zonificación de aptitud para el cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano..... 99
Tabla 21. Escala de referencia dentro del proceso de análisis jerárquico.....109
Tabla 22. Esquema de la matriz de comparación a nivel criterio 109
Tabla 23. Matriz de evaluación multicriterio biofísica para la zonificación de aptitud para el cultivo comercial de yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.) en estanques en tierra con destino al consumo humano 111
Tabla 24. Matriz de evaluación multicriterio socioeconómica para la zonificación de aptitud para el cultivo comercial de yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano.....112
Tabla 25. Matriz de paso para la zonificación de aptitud para el cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus sp*.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma sp.)* en estanques en tierra, con destino al consumo humano.....112
Tabla 26. Entidades y organizaciones colaboradoras en la zonificación de aptitud para el cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.*)* y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.*)* en estanques en tierra, con destino al consumo humano 114

Tabla 27. Áreas según categorías de aptitud para el cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.) en estanques en tierra en Colombia, escala 1:100.000.....121
Tabla 28. Áreas aptas por departamento para el cultivo comercial de tres especies ícticas nativas, yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.) en estanques en tierra en Colombia (ha) 123
Tabla 29. Principales municipios con aptitud alta (A1) para el cultivo comercial de yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.) (ha).....125
Tabla 30. Principales municipios con aptitud media (A2) para el cultivo comercial de yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.) en estanques en tierra en Colombia (ha) 127
Tabla 31. Principales municipios con aptitud baja (A3) para el cultivo comercial de yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.) en estanques en tierra en Colombia (ha) 128

Índice de figuras

Figura 1. Producción histórica de especies ícticas nativas (t) 29
Figura 2. Yamú (Brycon amazonicus) 30
Figura 3. Bocachico (Prochilodus sp.) 30
Figura 4. Bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.) 30
Figura 5. Producción (t) de bagre en Latinoamérica entre 2008 y 2017 39
Figura 6. Marco conceptual para la zonificación de cadenas productivas 49
Figura 7. Tipos de criterios usados en la zonificación de aptitud para el cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.) en estanques en tierra con destino al consumo humano 56
Figura 9. Cadena productiva de la acuicultura 60
Figura 10. Criterios y variables del componente físico 66
Figura 11. Criterios y variables del componente socioecosistémico 71
Figura 12.Criterios y variables del componente socioeconómico 76
Figura 13.Mapa de exclusiones legales de la zonificación de aptitud para el cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.), en estanques en tierra con destino al consumo humano 98
Figura 14. Mapa de condicionantes legales de la zonificación de aptitud para el cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.), en estanques en tierra con destino al consumo humano 107
Figura 15. Proceso de análisis de información para la obtención del mapa de zonificación de aptitud 113
Figura 16. Modelo cartográfico integral para la zonificación de aptitud para el cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.) en estanques en tierra con destino al consumo humano 116

Figura 17. Procedimiento de validación de la zonificación de aptitud para el cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.) en estanques en tierra 117
Figura 18. Presentación de resultados de la zonificación de aptitud para el cultivo comercial de especies nativas, en estanques en tierra. Marzo 21 de 2023.....119
Figura 19. Mapa de zonificación de aptitud para el cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.) en estanques en tierra en Colombia, escala 1:100.000.....122
Figura 20. Principales departamentos con aptitud alta (A1) y media (A2) para el cultivo comercial de tres especies ícticas nativas, yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.) en estanques en tierra en Colombia, escala 1:100.000 (ha) 125
Figura 21. Principales municipios con aptitud alta (A1) para el cultivo comercial de yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.) (ha).....126
Figura 22. Principales municipios con aptitud media (A2) para el cultivo comercial de yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.) en estanques en tierra en Colombia, escala 1.100.000 (ha)..128
Figura 23. Principales municipios con aptitud baja (A3) para el cultivo comercial de yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.) en estanques en tierra en Colombia, escala 1.100.000 (ha)..129

Lista de abreviaturas, acrónimos y siglas

AC	Áreas críticas para especies migratorias en agroecosistemas
ACES	Áreas de concentración de especies sensibles
AHP	Proceso analítico jerárquico (*Analytic Hierarchy Process*)
AICAS	Áreas de importancia para la conservación de aves
ANH	Agencia Nacional de Hidrocarburos
ANLA	Autoridad Nacional de Licencias Ambientales
ANM	Agencia Nacional de Minería
APC	Áreas prioritarias de conservación
ASFIS	Sistema de Información sobre las Ciencias Acuáticas y la Pesca (*Aquatic Sciences and Fisheries Information System*)
AUNAP	Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca
CAR	Corporación Autónoma Regional y de Desarrollo Sostenible
CCI	Corporación Colombia Internacional
CECN	Conectividad estructural de las coberturas naturales
Ceniacua	Centro de Investigación de la Acuicultura de Colombia
CEZA	Certificado zoosanitario de exportación
Colciencias	Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación.
Conpes	Consejo Nacional de Política Económica y Social
Corpoica	Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia desde noviembre de 2018)
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
DEM	Modelo digital de elevación (*Digital Elevation Model*)
DH	Disponibilidad hídrica
DHR	Disponibilidad hídrica real
DIAN	Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales
Dimar	Dirección General Marítima y Portuaria
DMI	Distrito de Manejo Integrado
DNP	Departamento Nacional de Planeación
ENA	Estudio nacional del agua
ETP	Evapotranspiración potencial
ETR	Evapotranspiración real
FAG	Fondo Agropecuario de Garantías
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (*Food and Agriculture Organization*)
Fedeacua	Federación Colombiana de Acuicultores
FEP	Fondo de estabilización de precios
Finagro	Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario

IAVH	Instituto Alexander von Humboldt
ICA	Instituto Colombiano Agropecuario
Icanh	Instituto Colombiano de Antropología e Historia
ICR	Incentivo a la capitalización rural
Ideam	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
IDH	Índice de disponibilidad de humedad
IE	Integridad ecológica
IGAC	Instituto Geográfico Agustín Codazzi
INAT	Índice de naturalidad por subzonas hidrográficas
Incoder	Instituto Colombiano de Desarrollo Rural
Incora	Instituto Colombiano para la Reforma Agraria
Inderena	Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente
INPA	Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura
INMLCF	Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses
IPM	Índice de pobreza multidimensional
IUA	Índice de uso de agua
ISRIC	Centro Internacional de Referencia e Información sobre Suelos (*International Soil Reference and Information Centre*)
LEC	Línea especial de crédito
MADS	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
MAVDT	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2002-2011)
Minagricultura	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural
Minambiente	Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Sostenible
Mincomercio	Ministerio de Comercio, Industria y Turismo
Mincultura	Ministerio de Cultura
Mineducación	Ministerio de Educación Nacional
Mintransporte	Ministerio de Transporte
m s. n. m.	Metros sobre el nivel del mar
OCDE	Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico
OIE	Organización Mundial de Sanidad Animal (*World Organisation for Animal Health*)
PlaNDAS	Plan Nacional para el Desarrollo de la Acuicultura Sostenible en Colombia
PET	Población en edad de trabajar
PGN	Presupuesto General de la Nación
pH	Potencial de hidrógeno (medida de acidez o alcalinidad)
PIB	Producto interno bruto
PNGIBSE	Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos
PNN	Parques Nacionales Naturales de Colombia

PriEsT	Herramienta de estimación de prioridades *(Priority Estimation Tool)*
RSPP	Registro sanitario de predio pecuario
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
SINCHI	Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas
SIOC	Sistema de información de gestión y desempeño de organizaciones de cadenas
SIPSA	Sistema de Información de precios y abastecimiento del sector agropecuario
SIG	Sistemas de información geográfica
SRTM	Misión Topográfica Shuttle Radar (*Shuttle Radar Topography Mission*)
SUI	Sistema único de información de servicios públicos
TUT	Tipo de utilización de la tierra
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
UNAD	Universidad Nacional Abierta y a Distancia
Unesco	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (*The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*)
UNODC	Oficina de Naciones Unidas contra las Drogas y el Delito (*United Nations Office on Drugs and Crime*)
UPRA	Unidad de Planificación Rural Agropecuaria
USDA	Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (*United States Department of Agriculture*)
WCED	Comisión Mundial sobre el Medioambiente y el Desarrollo (*World Commission on Environment and Development*)

Lista de símbolos

>	mayor que
<	menor que
≥	mayor o igual que
≤	menor o igual que
°C	grado Celsius
cm	centímetro
cmol	centimol (10^{-2} mol)
h	hora
ha	hectárea
kg	kilogramo
km	kilómetro
km²	kilómetro cuadrado
l	litro
LL	límite líquido
ln	logaritmo natural
LP	límite plástico
m	metro
m²	metro cuadrado
m³	metro cúbico
me	miliequivalente
mm	milímetro
Mm³	millones de metros cúbicos
ppm	partes por millón
t	toneladas métricas
Mt	millones de toneladas

Glosario

Acuicultura: es el proceso de cría de organismos acuáticos (peces, moluscos, crustáceos y plantas), entendido como la intervención que hace el hombre para incrementar la producción de los organismos cultivados, mediante su concentración, alimentación y protección de los predadores (FAO, 2003).

Agente antimicrobiano: sustancia natural, semisintética o sintética, con actividad antimicrobiana (mata o inhibe el desarrollo de microorganismos) en concentraciones alcanzables *in vivo*. Se excluyen de esta definición los antihelmínticos y las sustancias clasificadas en la categoría de los desinfectantes o los antisépticos (OIE, 2018).

Álgebra de mapas: incluye un 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, Mikhalilov, & Keane, 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 una frontera agrícola (UPRA, 2019).

Aptitud para la acuicultura: corresponde a la capacidad natural que presenta un área determinada para ser utilizada en el cultivo de organismos acuáticos, y resulta del análisis integral de las cualidades físicas, socioecosistémicas y socioeconómicas del área de interés con respecto a los requerimientos del tipo de utilización (UPRA, 2019).

Bioseguridad: designa un conjunto de medidas físicas y de gestión diseñadas para reducir el riesgo de introducción, radicación y propagación de las enfermedades, infecciones o infestaciones animales hacía, desde y dentro de una población animal (OIE, 2018).

Cadenas productivas: 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, 2003)

Carne: designa todas las partes comestibles de un animal (OIE, 2018).

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

Competitividad territorial: territorio con competitividad que favorece la productividad de empresas eficientes (competitividad privada o de empresas) que tienen máximas externalidades positivas sobre el entorno territorial donde se encuentran, expresadas en trabajo para los habitantes locales, conservación ambiental y mejoramiento de las condiciones de vida de la población (rentas sociales), aspectos que a su vez permiten una competitividad privada o empresarial sostenible (Echeverri, 2005)

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

Criterio: conjunto de requisitos, parámetros o variables que definen decisiones de aptitud de uso específico de un territorio rural (UPRA, 2019).

Desarrollo sostenible: proceso destinado a satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones de satisfacer a su vez sus propias necesidades" (WCED, 1987).

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).

Especie nativa: es un organismo originario de un área geográfica determinada o natural de una región sin ninguna intervención humana. Es decir, seres vivos que habitan en un ecosistema específico y su presencia es el resultado de factores naturales sin la mano del hombre (https://encolombia.com/medio-ambiente/interes-a/especie-nativa/).

Evaluación de tierras: proceso de determinación y predicción del comportamiento de una porción de tierra usada para fines específicos, teniendo en cuenta los aspectos físicos, económicos y sociales; considera los aspectos económicos del uso propuesto, las consecuencias sociales para la gente del área y del país en general y las repercusiones beneficiosas 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 (UPRA, 2019; Eastman , Jin, Kyem, & Toledano, 1995).

Frontera agrícola nacional: límite del suelo rural, que separa las áreas donde se desarrollan las actividades agropecuarias, las áreas condicionadas y las áreas de especial importancia ecológica, de las demás zonas donde las actividades agropecuarias están excluidas por mandato de Ley (Resolución 261 de 2018 del Minagricultura).

Índice de presión hídrica de los ecosistemas (IPHE): relación entre la huella hídrica verde total de la cuenca (sector agrícola sector pecuario) y la disponibilidad de agua verde para cada cuenca (Ideam, 2019).

Índice de regulación hídrica: capacidad de retención de humedad de las cuencas, con base en la distribución de las series de frecuencias acumuladas de los caudales diarios. (Ideam, 2019).

Inocuidad: conjunto de condiciones y medidas necesarias durante la producción, almacenamiento, distribución y preparación de los alimentos para asegurar que, una vez ingeridos no representen un riesgo para la salud. No se puede prescindir de la inocuidad de un alimento al examinar la calidad, dado que la inocuidad es un aspecto de la calidad (OIE, 2018)

Integridad ecológica: 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) (Corcoran, 2005).

Ordenamiento productivo: es un proceso participativo de planificación multisectorial, de carácter técnico, administrativo y político, que busca contribuir al uso sostenible de los recursos en el territorio con el propósito de mejorar la productividad agropecuaria, la seguridad alimentaria y la competitividad local, regional, nacional e internacional bajo los principios de responsabilidad social y sostenibilidad ambiental (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2017).

Tierra: "[...] área de la superficie del globo terrestre que se puede delinear, abarcando todos los atributos de la biosfera inmediatamente por encima y por debajo de su superficie, incluyendo el clima en la zona cercana a la superficie, el suelo y las formas del terreno, la superficie hidrológica —incluyendo lagos poco profundos, ríos, humedales y pantanos—, las capas sedimentarias cercanas a la superficie y las reservas de aguas subterráneas asociadas a las mismas, las poblaciones de la flora y la fauna, las formas de colonización de la población humana y los resultados físicos de la actividad humana anterior y actual —terrazas, estructuras para reserva o drenaje de aguas, caminos, construcciones, entre otros—" (FAO, 1995).

Tipo de utilización de tierra (TUT): conjunto de especificaciones técnicas de manejo y producción dentro de un marco social, económico, infraestructural y cultural específico (tipo de cultivo, objetivos de producción, tipo de manejo, rotación cultural, intensidad

de mecanización y capital, infraestructura requerida, tamaño y tenencia de la tierra, entre otros). (UPRA, 2019).

Variable: característica o atributo de la tierra que puede medirse o estimarse (FAO, 1976; UPRA, 2019).

Zonificación de aptitud de la acuicultura: es un proceso de identificación y delimitación del territorio rural con base en el análisis integral de criterios físicos, ecosistémicos, socioeconómicos, y legales para el establecimiento de cultivos de acuicultura, buscando utilizar eficientemente el territorio y la oferta de los recursos naturales. Es una herramienta de planificación que permite direccionar la inversión, la formulación de políticas y la destinación de recursos públicos y privados del sector (UPRA, 2017).

Introducción

El Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 “Colombia potencia mundial de la vida”, Ley 274 de 2023, en el título III, artículos 32, 36 y 61, resalta las funciones de la 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 Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural; 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 materia 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 MADR 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 artículo 5 del Decreto 4145 de 2011, se establecen, entre otras, las siguientes funciones de la UPRA: planificar el uso eficiente del suelo, definir los criterios y crear los instrumentos requeridos para el efecto, previendo el respectivo panorama de riesgos y una mayor competitividad de la producción agropecuaria en los mercados internos y externos; definir criterios y diseñar instrumentos, para el ordenamiento del suelo rural apto para el desarrollo agropecuario, que sirvan de base para la definición de políticas para ser consideradas por las entidades territoriales en los planes de ordenamiento territorial.

Por lo anterior, y teniendo en cuenta que en el proyecto formulado y al cual se le asignaron recursos de inversión, para la vigencia 2020 del PGN, se enmarca en los programas del nuevo catálogo de cuentas del Ministerio de Hacienda y Crédito Público-Departamento Nacional de Planeación (DNP) y en la alineación del Presupuesto Orientado a Resultados del programa: 1704-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 propuso 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 a partir de la integración de múltiples factores ha sido limitado, dado que el énfasis se ha centrado en los aspectos climáticos y edáficos, dejando subordinados y hasta olvidados los procesos socioecosistémicos, sociales, culturales y políticos, fundamentales en la planificación integral del territorio y la definición de políticas más acordes con el medio geográfico.

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

Desde el año 2013, la UPRA viene realizando adaptaciones a la metodología de evaluación de tierras de FAO y se propuso, como un primer instrumento la evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios a nivel nacional, metodología a escala 1:100.000 (UPRA, 2013), tomando como base el enfoque FAO en lo relativo a su forma de aplicación e incorporando los aspectos socioeconómicos (referidos a la competitividad de las áreas), así como los de política y gobernabilidad,

metodología fundamentada en el análisis multicriterio, cuyos criterios y variables de los componentes físicos y socioecosistémicos se integran en un matriz (biofísica) y socioeconómicos en otra, son ponderados de acuerdo con las características propias de una determinada 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 dicha actividad, la UPRA adelanta estudios que sirven como referencia para la actividad misional de la unidad o como medio para la validación de las metodologías, lineamientos y criterios propuestos en el marco de las demás actividades. Desde el año 2014, la UPRA ha venido realizando ejercicios de zonificación de cultivos que suman más de 36 cadenas productivas, siendo las agrícolas las siguientes: cacao, palma de aceite, papa, maíz tecnificado de clima cálido, arroz secano mecanizado, aguacate Hass, mango, papaya híbrido Tainung, fresa, piña híbrido MD-2, cebolla de bulbo, ají tabasco, pimentón, algodón, banano de exportación y caña panelera, café, maracuyá, gulupa, granadilla, maíz tradicional y soya; en tanto que la zonificación forestal agrupa las 33 especies que tiene en cuenta el certificado de incentivo forestal (ICR), instrumento del Minagricultura, a la cual se suma el caucho.

Las zonificaciones pecuarias en la UPRA iniciaron con la zonificación de aptitud para la avicultura, en el año 2016, seguida del mapa de zonificación de aptitud para el sector porcícola a nivel nacional en el año 2018, las zonificaciones de aptitud para la producción de carne y leche bovina vacuna en pastoreo y la identificación de zonas potenciales para el establecimiento de ocho grupos de gramínea para el pastoreo; para el 2020 también se inició con la definición de zonas aptas para la producción de búfalos y de ovinos de carne en pastoreo en Colombia, y en el 2021 se realizó la zonificación de caprinos también en pastoreo. En el 2020 la UPRA tomó como base el trabajo en acuicultura realizado en el año 2016 con la participación de la AUNAP, dando inicio el proceso de actualización metodológica de la zonificación de aptitud para el cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.), y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.), en estanques en tierra, con destino al consumo humano en Colombia, a escala 1:100.000.

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

- La elaboración de los lineamientos técnicos y metodológicos para el cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.), en estanques en tierra, con destino al consumo humano en Colombia, a escala 1:100.000, mediante la

definición de los criterios y variables que inciden en la delimitación de áreas con aptitud.

- La definición de los procesos de integración de los distintos criterios para la zonificación, así como la identificación y estandarización de la información geográfica disponible en las bases de datos asociadas.
- La elaboración, con base en la metodología propuesta, del mapa de zonas aptas para el cultivo comercial de las tres especies ícticas nativas, en estanques en tierra, con destino al consumo humano en Colombia, a escala 1:100.000.

La memoria técnica se encuentra dividida en cuatro capítulos: en el primero, se desarrolla un contexto general del tema, que incluye la reseña histórica, origen y clasificación taxonómica, sistemas de producción, aspectos sanitarios, así como la importancia económica del subsector de las especies nativas, a nivel internacional y nacional, y los marcos político y normativo relacionados. El segundo, describe los fundamentos conceptuales de la zonificación de aptitud; el tercero, expone la metodología empleada, incluyendo los criterios usados dentro de los componentes físico, socioecosistémico y socioeconómico, su evaluación y ponderación, para la obtención del mapa de zonificación de aptitud, así como las técnicas de análisis utilizadas. Por último, el cuarto capítulo presenta los resultados obtenidos, para la identificación de las áreas aptas para la producción comercial de tres especies ícticas nativas y se exponen las conclusiones y la bibliografía.

Al final, se presenta el anexo que contiene las fichas metodológicas de cada variable y criterio utilizados en la zonificación, donde se describen y detallan su definición, la importancia, los limitantes de la evaluación, la metodología utilizada, los rangos para la asignación de valores de aptitud, la representación cartográfica y las fuentes de información utilizadas como insumo para su obtención.



1 Antecedentes

1. Antecedentes

La Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA) desde el año 2014, ha realizado diferentes zonificaciones de aptitud a escala 1:100.000 para todo el territorio colombiano entre ellas se pueden mencionar, las plantaciones forestales comerciales, caucho, cacao, palma de aceite, papa genérica, maíz tecnificado de clima cálido, arroz secano mecanizado, aguacate Hass, mango, papaya híbrido Tainung, fresa, piña híbrido MD-2, cebolla de bulbo, ají tabasco, pimentón, algodón, caña de azúcar para la producción de panela, banano de exportación y papa de la variedad Diacol Capiro para uso industrial, café, maracuyá, gulupa, granadilla, maíz tradicional y soya.

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

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

1.1. Antecedentes sobre la zonificación de tres especies ícticas nativas de Colombia (yamú, bocachico y bagre rayado)

La zonificación de la acuicultura para Colombia realizada en el año 2013 en el marco del Plan Nacional de Desarrollo de la Acuicultura Sostenible (PlaNDAS), formulado por Minagricultura y la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP), fue el primer ejercicio elaborado para todo el territorio nacional con el fin de recomendar las zonas aptas y medianamente aptas para realizar la acuicultura continental y marina en Colombia.

Esta zonificación utilizó escala 1:500 000, dando como resultado los mapas de la evaluación de aptitud para especies de aguas frías y cálidas en el país. También incluyó estadísticas por área y por nivel de aptitud. En cuanto a la acuicultura marina a pesar de que existen vacíos de información este trabajo presentó la identificación de áreas potencialmente aptas para la actividad utilizando la información recopilada de los estudios adelantados por el INVEMAR de calidad y contaminación del agua marina; también tuvo en cuenta las áreas naturales protegidas, las cuales fueron excluidas por ser incompatibles con la acuicultura (Hortúa Cortés, 2013).

En el año 2016 se realizó la zonificación de aptitud para el cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.), en estanques en tierra, con destino al consumo humano, a escala 1:100.000 en Colombia en el marco del convenio interinstitucional suscrito entre la AUNAP y la UPRA, con el objetivo de aunar esfuerzos para la formulación del plan nacional de ordenamiento productivo de la acuicultura en Colombia. En este sentido, se elaboró la metodología de zonificación de aptitud para la acuicultura a escala 1:100.000 aplicándola a seis de las ocho principales alternativas productivas identificadas para el sector: trucha, tilapia, cachama, camarón, pirarucú, y las tres especies nativas (yamú, bagre rayado y bocachico).

1.2. Contexto sectorial

A continuación se presentan aspectos generales de la especie así como relacionados con los sistemas actuales de producción.

1.2.1. Reseña histórica

En la década de 1940 inicia a la acuicultura en Colombia con la introducción de la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) y la carpa común (*Cyprinus carpio*), con el fin de aprovechar algunos cuerpos de agua de uso público en clima frío; la carencia de infraestructuras, equipos y desarrollo de tecnología hicieron que esta fuera a paso lento. En la década de 1970 se dieron incentivos de parte del Estado y de organismos internacionales a esta actividad y simultáneamente inician proyectos en convenios con el fin de capacitar al personal; también se crea el Inderena, lo cual la fortalece la actividad de la acuicultura, por lo que en la década de 1980 se logran posibilidades a mercados internacionales para langostino y camarones.

Colombia es un país megadiverso que cuenta con condiciones geográficas, hídricas y climatológicas que favorecen la presencia de innumerables especies ícticas, muchas de

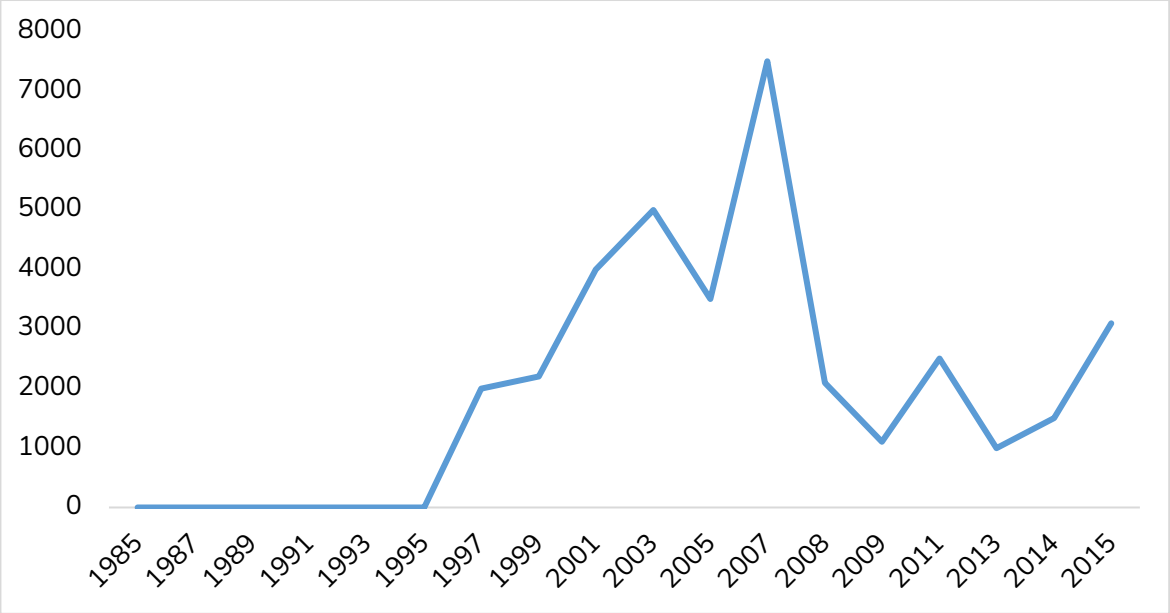
las cuales tienen potencial productivo importante, lo que representa una ventaja excepcional desde el punto de vista productivo. Asimismo, es importante señalar que hasta mediados del siglo XX el suministro de recursos pesqueros en Colombia provenían principalmente de la pesca de captura en el océano Pacífico, el mar Caribe y las áreas de pesca continental; sin embargo, en los últimos 30 años las capturas han ido disminuyendo, pasando de 33.935 t en 1990 a 5523 t en 2016, según estimaciones del SEPEC, mientras que la producción de la acuicultura para el mismo periodo se ha incrementado pasando de 10.400 t en 1990 a 109.300 t en 2016, cubriendo parcialmente la demanda de pescado dejada por la pesca extractiva. En el año 2011 la acuicultura aportó el 51,1 % de la producción pesquera nacional total considerada en 161.867,9 t.

La pesca de captura continental está conformada por aproximadamente 173 especies de peces; no obstante, en el año 2013 el SEPEC registró que el 95 % de los desembarcos lo conforman 27 especies, dentro de las cuales se encuentran el bocachico; y en el restante 5 % está el bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.). Lo anterior destaca la importancia social y económica de las especies ícticas nativas en la seguridad alimentaria de la población colombiana.

En consonancia con lo anterior, se han llevado a cabo algunas aproximaciones al desarrollo de paquetes productivos para algunas especies nativas destacándose el yamú (*Brycon* sp.), el bocachico (*Prochilodus* sp.) y el bagre (*Pseudoplatystoma* sp.), que se vislumbran como fuertes candidatos no solo para actividades de piscicultura, sino también para implementación de posibles programas de repoblamiento. No obstante, aún hace falta estandarizar los procesos de producción, principalmente asegurar una oferta permanente de semilla que garantice la continuidad de los procesos productivos (a excepción de los bocachicos).

Actualmente, no se cuenta con suficiente información de cifras de producción de las especies nativas, además la estadística se infiere a través de la categoría “otras”» del anuario estadístico agropecuario, donde adicional al yamú, bocachico y bagre, se incluye dentro de la categoría a la “carpa” (Figura 1)

Figura 1. Producción histórica de especies ícticas nativas (t)



Fuente: SEPEC-AUNAP (2012); FAO (2022).

La figura 1 indica que para el 2013 la producción de estas especies creció 15,4 %, antecedida por la progresiva disminución desde 2007 y que alcanzó su menor producción en 2013 con 954 t.

Por lo anterior se considera relevante en este tipo de utilización de la tierra el establecimiento de granjas destinadas a la producción de yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.), cuya distribución geográfica natural se encuentra en las principales cuencas hidrográficas del país, aspecto que favorece la implementación de su cultivo en casi todo el territorio nacional. Así mismo, esta condición hace que la escala 1:10000 sea un indicador adecuado para la actividad. Igualmente, dado que las cosechas de estas especies pueden variar entre seis meses a un año, se consideran como cultivos no estacionales y, por consiguiente, se analizan bajo condiciones medias multianuales de temperatura y disponibilidad de agua.

El objetivo principal del cultivo de las especies nativas priorizadas es el de cubrir la demanda del mercado local. En las figuras 2, 3 y 4 se presenta la morfología de las tres especies analizadas.

Figura 2. Yamú (*Brycon amazonicus*)



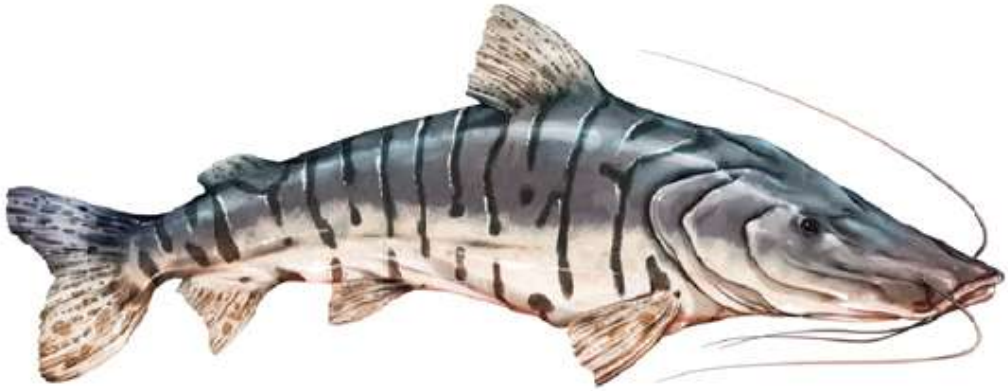
Fuente: https://agroguajira.com/index.php/especies/yamu (2021).

Figura 3. Bocachico (*Prochilodus* sp.)



Fuente: https://agroguajira.com/index.php/especies/bocachico (2021).

Figura 4. Bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.)



Fuente: htts://agroguajira.com/index.php/especies/bagre-rayado (2021).

1.2.2. Origen y clasificación taxonómica de yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.)

Por la ubicación geográfica dentro de la franja intertropical, Colombia tiene un gran potencial económico en la producción acuícola. Se entiende por acuicultura el cultivo de especies hidrobiológicas, mediante técnicas apropiadas en ambientes naturales o artificiales y generalmente bajo control. El desarrollo positivo que ha tenido la acuicultura en Colombia tanto en las costas como en el interior del país se debe al recurso que ofrece el territorio, lo que ha permitido adelantar el cultivo de especies hidrobiológicas como camarón, tilapia, trucha, carpa y nativas como el bocachico y cachama, fundamentados en etapas como la producción de alevinos, las actividades de levante y engorde, el procesamiento o transformación de la producción acuícola y la comercialización.

Uno de los géneros de peces dulceacuícolas neotropicales de talla mediana, con mayor número de especies es el *Brycon* sp. —cerca de 40 se consideran válidas y 20 más han sido propuestas—. Estas especies están ampliamente distribuidas desde el sur de México hasta la parte media de Argentina y constituyen, junto con los géneros *Chilobrycon* y *Henochilus*, la subfamilia Bryconinae. Alrededor de 15 especies han sido reportadas para Colombia, tres de ellas con estudios en biología y piscicultura (Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, 2006).

El yamú (*Brycon amazonicus*) es la especie más común de la Orinoquia colombiana, encontrándose principalmente en el departamento del Meta; se caracteriza por su rápido crecimiento debido a su comportamiento omnívoro. En la actualidad, es considerada como una gran alternativa, por su excelente crecimiento, resistencia a enfermedades y gran adaptación al alimento concentrado. Su clasificación taxonómica se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Clasificación taxonómica del yamú (*Brycon amazonicus*)

Reino	Animalia
Filo	Chordata
Clase	Actinopterygii
Subclase	Neopterygii
Infraclase	Teleostei
Superorden	Ostariophysi

Orden	Characiformes
Familia	Characidae
Género	*Brycon*
Especie	*Brycon amazonicus*

Fuente: elaboración propia.

Por su parte, *Prochilodus* sp. es endémica de la cuenca del río Magdalena; su distribución se encuentra en las zonas bajas de los ríos Magdalena, Sinú y Atrato, hasta los 1000 m. s. n. m., aproximadamente, y en el río Cauca alcanza a remontar a la cuenca alta hasta los 1500 m s. n. m. debido a la suave pendiente. En razón a su gran importancia económica, *P magdalenae* es la especie íctica más investigada en Colombia; no obstante, persisten vacíos de información sobre aspectos reproductivos, genéticos poblacionales, dinámicas poblacional y migratoria en las cuencas del Magdalena y Atrato. Para la cuenca del río Sinú se conoce su dinámica migratoria y la estructura genética de las poblaciones. Su clasificación taxonómica se encuentra en la Tabla 2.

Tabla 2. Clasificación taxonómica del bocachico (*Prochilodus* sp.)

Reino	Animalia
Filo	Chordata
Clase	Actinopterygii
Subclase	Neopterygii
Infraclase	Teleostei
Superorden	Ostariophysi
Orden	Characiformes
Familia	Prochilodontidae
Género	Prochilodus
Especie	*Prochilodus sp.*

Fuente: http://taxonomiaanimal-biologia.blogspot.com/p/bocachico-prochilodus-magdalenae-el.html (2021).

El bagre es una especie que se encuentra en peligro crítico. Los machos pueden llegar alcanzar los 100 cm de longitud total, pero la longitud promedio es de 75,3 cm y el peso promedio de 5 kg. Las hembras se caracterizan por poseer mayor tamaño que los machos. Se distingue de sus congéneres por su proceso occipital largo, que alcanza a unirse con las placas predorsales y por la presencia de una fontanela larga en la región media del cráneo. Su cuerpo es alargado con la cabeza grande y deprimida, y ojos pequeños en posición dorsal.

Es un pez de agua dulce y de clima tropical. Habita en el lecho de los ríos y lagunas de inundación, entre 5 y 200 m s. n. m. Se encuentran en la cuenca del río Magdalena, incluyendo el río Cauca, en Colombia. Su clasificación taxonómica se menciona en la Tabla 3.

Tabla 3. Clasificación taxonómica del bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.)

Reino	Animalia
Filo	Chordata
Clase	Actenepteri
Subclase	Neopterygii
Infraclase	Teleostei
Superorden	Ostariophysi
Orden	Siluriformes
Familia	Pimelodidae
Género	Pseudoplatystoma

Fuente: https://taxonomiaanimal.wordpress.com/2018/07/06/bagre-rayado/ (2021).

La especie se ha catalogado como única en el país, por sus características particulares que la diferencia de las demás; de ahí que la comunidad científica quiso elevarla a la categoría de símbolo nacional, como lo son la palma de cera del Quindío, el café o las esmeraldas.

1.2.3. Sistemas de producción

Los sistemas de cultivo pueden ser de diferentes tipos, atendiendo a la densidad de siembra, o sea cantidad de peces por superficie y el alimento a utilizar, determinando el tamaño del lugar de destino.

- **Sistema de producción extensivo**

Se caracteriza por un bajo costo operacional y el empleo de bajas densidades de siembra. La alimentación que utilizan los animales es natural, es decir, la existente en el cuerpo de agua que generalmente es abundante, son organismos vivos de origen animal o vegetal (plancton en la columna de agua y bentos en el fondo). El rendimiento de este sistema de producción es bajo y su manejo técnico sencillo. Es un cultivo no controlado, es decir, que está sujeto a las variaciones climáticas, al tipo suelo y a la calidad y explotación del agua. Se practica en grandes cuerpos de agua. La productividad del sistema es baja, ya que el alimento es más pobre, oscila como promedio entre 50 y 300 kg/ha/año. Se utiliza el modo de producción de policultivo (con varias especies), para aprovechar todo el alimento presente en el agua.

- **Sistema de producción semiintensivo**

Con este sistema se incrementa la densidad de siembra, se utilizan fertilizantes, el manejo es sistemático y se pueden emplear alimentos de forma complementaria. Generalmente, se opta por el policultivo —siembra de varias especies— y se garantiza un uso adecuado de la cadena alimentaria presente en el agua, incrementada por la acción de los nutrientes aplicados.

El cultivo semiintensivo permite obtener rendimientos favorables en la producción en micropresas y estanques, a partir de siembras en el modo del policultivo, con modos de alimentación diferentes y se incrementa la base alimenticia natural mediante el aporte de nutrientes que ofrecen los fertilizantes. Este sistema de cultivo se practica en los embalses denominados micropresas, tanques y en estanques de tierra mayoritariamente.

Se basa en la siembra de densidades más altas, mayor cantidad de alevinos por unidad de superficie dependiendo de las características de cada especie y ubicación.

- **Sistema de producción intensivo**

Tiene como objetivo desarrollar una alta productividad y eficiencia económica, con las especies endémicas donde se busca evaluar la alternativa de cultivos en jaulas flotantes y *raceways* (canales de corriente rápida). Se utilizan altas densidades, fuerte circulación de agua, alimento artificial de calidad y equipos de aireación, cuando las condiciones del cultivo lo requieren.

En Colombia, los principales sistemas de cultivo son los semiintensivo a nivel de los pequeños productores, con la utilización de fertilizantes orgánicos o inorgánicos y con el suministro de alimentos concentrados comerciales y el uso de productos de la finca para la alimentación de los peces. Sistemas intensivos son practicados por los productores industriales, en estanques en tierra o en balsas jaulas y con el empleo exclusivo de alimento concentrado.

1.2.4. Aspectos sanitarios

La sanidad tiene como objeto proteger la salud de la población animal y, en consecuencia, la humana, previniendo el ingreso de enfermedades a los sistemas productivos, controlando y erradicando las presentes en el país, además es un componente esencial del bienestar animal, al prevenir alteraciones físicas o mentales que puedan conducir en detrimento del estado de salud del animal. Además, juega un papel clave frente a la salud pública tanto en el ámbito del diagnóstico como en la prevención de zoonosis (FAO, 2011)

La falta de un adecuado manejo sanitario “ocasiona importantes pérdidas económicas derivadas en primer lugar por las restricciones al comercio exterior de animales o sus productos y en segundo lugar por las pérdidas a la producción y productividad” (Sáenz, 2010); por tal razón, la prevención y control de las enfermedades animales constituyen un bien público mundial. (OIE, 2018).

La existencia de patógenos causantes de enfermedades en los organismos acuáticos cultivados, silvestres y de ornato, requiere disponer de métodos de prueba adecuados, que permitan la oportuna identificación en el caso de que se presenten brotes o mortalidades en una granja, en los ejemplares capturados del medio natural que son utilizados en la producción. Así mismo, se sabe de la presencia de ejemplares “portadores”, en los que, al no presentar signos aparentes o visibles de la enfermedad, representan un riesgo sanitario, cuando se importan, exportan o movilizan animales.

Las enfermedades en organismos acuáticos se dividen en:

- Enfermedades certificables, son aquellas que actualmente no disponen de tratamiento para su control.
- Enfermedades notificables, en las cuales los patógenos causales de enfermedad, son susceptibles de ser controlados mediante la aplicación de algún medicamento o sustancia química para su tratamiento, aunque son causantes de grandes mortalidades.
- Enfermedades comunes: como su nombre lo indica son muy frecuentes en las granjas y pueden o no causar problemas.

La enfermedad se evidencia por la aparición de anomalías del comportamiento (síntomas) o de la integridad corporal (lesiones), lo que supone un descenso de los rendimientos y, a menudo, la muerte de los peces afectados. Estas manifestaciones mórbidas son debidas a causas de orden físico, químico o biológico, actuando solas o en asociación, que alteran las funciones fisiológicas del animal. Los patógenos que representan las causas biológicas de enfermedad son los virus, las bacterias y los parásitos como protozoarios, crustáceos y nematodos; su fisiología está condicionada por factores físicos y químicos del medio ambiente, pero se requiere identificar con precisión cuál es el agente causal, evitando de esta manera problemas posteriores como resistencia que complique en el futuro su tratamiento. La actividad humana añade nuevos riesgos introduciendo en el medio acuático sustancias peligrosas que no se encontraban originalmente allí, o desarrollando prácticas que aumentan los efectos patógenos de los factores físicos, químicos o biológicos presentes en el medio, haciéndolos inadecuados para los peces.

La forma en que se manifiestan los agentes patógenos depende fundamentalmente de la especie o variedad del pez debido a la susceptibilidad típica, de la patogenicidad del agente infeccioso, de la influencia del medio ambiente (calidad del agua) y del manejo biotecnológico de las especies.

Los agentes infecciosos de los peces se relacionan directamente con el medio ambiente. El fenómeno llamado indiscriminadamente como estrés, se presenta cuando se producen cambios bruscos en uno o más parámetros fisicoquímicos del agua, lo que implica realizar monitoreos hídricos periódicos, observando con especial cuidado los cambios climatológicos (días luz, precipitación pluvial, entre otros) y valorar los procesos de eutroficación, en especial en cultivos intensivos.

En los estanques también cohabitan moluscos, lo cuales hospedan fases larvarias de trematodos digeneos, por lo cual su estudio también es parte de la sanidad piscícola, al igual que los crustáceos y otros invertebrados, donde se desarrollan fases larvarias de cestodos, nemátodos y acantocéfalos.

La higiene es la mejor medida profiláctica para mantener a los peces saludables y en buen crecimiento, incluyendo la calidad del agua, que debe permitir el recambio suficiente y necesario de acuerdo con la especie; así como tener redes en las entradas de agua para evitar el arribo de agentes parasitarios, cultivar tallas homogéneas y densidades apropiadas con relación al tamaño del estanque para evitar el hacinamiento, dar raciones alimenticias adecuadas con la fase de desarrollo del organismo y su talla; al final del ciclo de producción, secar y encalar el estanque para destruir los huevos de parásitos; evitar el uso indiscriminado de químicos, los cuales afectan el medio ambiente y los organismos cultivados.

La vacunación también es una medida profiláctica para evitar la manifestación de los agentes patógenos; una medida preventiva muy valiosa, sobre todo en zonas endémicas. Esta puede aplicarse por vía oral o sanguínea.

1.3 Contexto mundial

El consumo mundial de alimentos acuáticos presentó un aumento anual promedio del 3 % desde 1961 a 2019, con un consumo per cápita de 20,2 kg. Esta clase de alimentos es uno de los más comercializados a nivel mundial. Las políticas comerciales e innovaciones logísticas han abierto una puerta al comercio de algunas especies nativas, favorecido la economía y acelerado la difusión cultural de sus lugares de origen, lo que ha permitido a los productores acceder a mercados más distantes, ofreciendo mayor diversificación a los consumidores (FAO, 2022).

1.3.1. Producción mundial de especies nativas

Dada las características especiales del yamú (*Brycon amaz*onicus), del bocachico (*Prochilodus* sp.) y del bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.), que corresponden a especies nativas de Colombia y países vecinos, no se encuentra suficiente información sobre producción mundial; sin embargo, se registran datos de la producción internacional de bagre fresco o refrigerado pertenecientes a diferentes familias de géneros como *Pangasius* spp., *Silurus* spp., *Clarias* spp. e *Ictalurus* spp., pero del mismo orden taxonómico (Siluriformes), el cual integra a los peces gato, bagres y parientes (Naturalista, 2020). En la Tabla 4 se muestran los principales países exportadores de

los peces gato, bagres y parientes en el periodo comprendido de 2014-2018. Myanmar encabeza la lista como país exportador, siendo el año 2016 el periodo de mayor cantidad exportada con 82.445 toneladas, presentando un decrecimiento a 2018 con 48.164 toneladas. Le siguen Tailandia con 6139 toneladas e India con 815 toneladas exportadas en el año 2018, año de la mayor cantidad exportada por estos países.

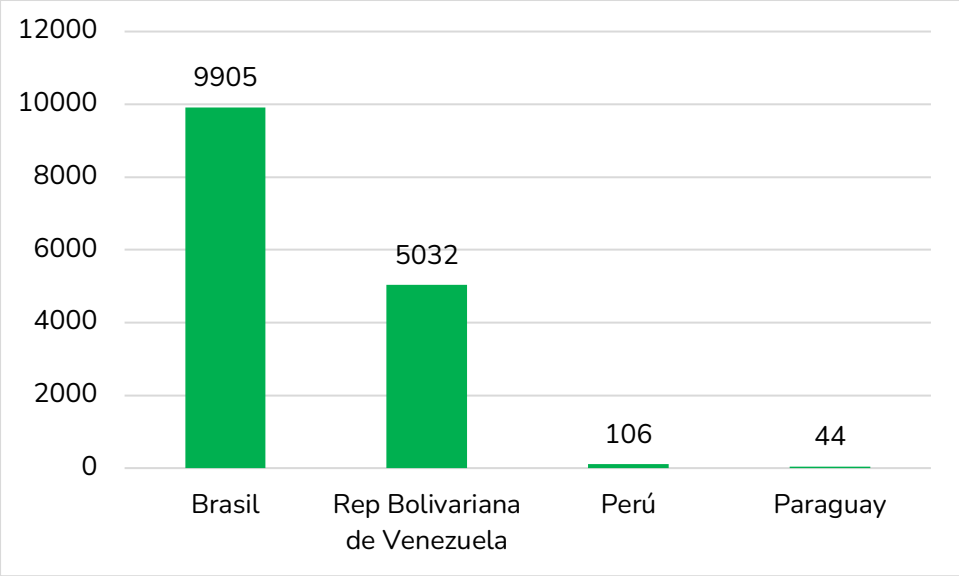
Tabla 4. Países exportadores de bagre fresco o refrigerado (2014-2018)

Países exportadores	Cantidad (toneladas)				
	2014	2015	2016	2017	2018
Myanmar	59.704	71.884	82.445	79.437	48.164
Tailandia	83	23	57	2.647	6139
India	19	7	2	212	815
China-Taiwán	0	0	0	30	185
Estados Unidos de América	18	41	42	114	93
Omán	0	0	0	78	81
España	59	78	28	46	57
Irán	23	0	23	25	50
Otros países	2.886	691	1404	733	161
Mundo	**62.792**	**72.724**	**84.001**	**83.322**	**55.745**

Fuente: Cálculos del ITC basados en estadísticas de UN COMTRADE e del ITC (2021).

En cuanto a Latinoamérica, la FAO reporta entre que 2008 y 2017 el mayor productor fue Brasil (9905 t), seguido por la República Bolivariana de Venezuela (5032 t) y distantemente Perú y Paraguay (106 y 44 t, respectivamente) (Figura 5).

Figura 5. Producción (t) de bagre en Latinoamérica entre 2008 y 2017



Fuente: FAO (2019).

1.4. Contexto nacional

En Colombia, el cultivo de yamú en estanques en tierra de 500-2000 m², se concentra en los departamentos de la Orinoquia (Meta, Casanare, Arauca y Guaviare) y en algunos de la Amazonía (Caquetá y Putumayo). En otros como Valle del Cauca, Antioquia y los departamentos del Eje Cafetero, el yamú incursiona con gran éxito en cultivos para pesca deportiva (Santamaría, 2014, p 104).

La cría de yamú y bocachico obtiene mejores resultados en policultivos con rendimiento superior hasta un 20 % al monocultivo. El bocachico tiene mayor tradición de consumo en Colombia, por su fácil manejo: su alimentación que aprovecha los restos de materia orgánica, alimento y desechos del fondo de los estanques, facilita que se pueda aprovechar en varias zonas tropicales del país (Santamaría, 2014, p 81). El bagre es una de las especies que más se consumen en el país, por su sabor; se adaptan fácilmente a cualquier tipo de estanque y alimentación, al ser animales omnívoros (Santamaría, 2014, p 127).

1.4.1. Producción de especies nativas en Colombia

El mercado de los productos de la acuicultura en el país es muy variado y se realiza de acuerdo con el tamaño de las producciones y la cercanía a las grandes ciudades. En el caso de los pequeños productores estos venden su producción en el poblado más cercano o directamente en sus fincas o granjas a los vecinos de la región. En el caso de

producciones más grandes, el pescado es transportado a las ciudades más cercanas o a los grandes centros urbanos como Bogotá, Medellín, Cali, Barranquilla y Bucaramanga, entre otros; en este caso, el precio comercializado es menor debido a los grandes volúmenes que se manejan. En esas ciudades se comercializan todas las especies provenientes de la acuicultura.

Para 2017, el volumen comercializado de bagre y bocachico, por regiones, se comportó como se observa en la Tabla 5.

Tabla 5. Volumen comercializado de bagre y bocachico por regiones entre julio-diciembre 2017 (toneladas)

Especie	Volumen comercializado por regiones (toneladas)		
	Andina central	Litoral Caribe	Región oriente
Bagre	1.301.449	88.400	2500
Bocachico	1.244.100	1.148.600	10.200

Fuente: Sepec (2018).

Según la información de la base de datos de abastecimiento del DANE de julio a diciembre de 2017; en la región andina en total se comercializó un volumen de 9.182.433 toneladas de productos pesqueros, de las cuales el bocachico representó el 13 %, mientras que el bagre el 14 %; en la región litoral caribe en total se comercializó un volumen de 3.315.700 toneladas de productos pesqueros, de las cuales el bocachico representó el 34 %, y el bagre el 2 %; y en la región oriente en total se comercializaron 27.500 toneladas de productos pesqueros, siendo el bocachico el 37 %, mientras que el bagre, 9 %.

1.4.2. Consumo nacional de especies nativas

En el mercado nacional el bagre (*Pseudoplatystoma* sp.), se destaca porque es considerado como una especie de alto valor comercial. Este pez es típico de las cuencas de los ríos Sinú, Magdalena y Cauca; cuenta con aceptación en el mercado nacional, y se estima que los precios tienden a determinar las cantidades demandadas generando disminución del consumo del producto por el incremento en sus precios.

El bocachico criollo (*Prochilodus magdalenae*) es la especie más reconocida de bocachico, en el ámbito nacional; esta denominación común incluye también otras especies, como *Prochilodus nigricans*. Este alimento es de gran acogida entre los

consumidores, especialmente al interior del país, por considerar que tiene un muy buen sabor.

1.4.3. Importaciones nacionales de especies nativas

Las importaciones de bagre congelado de los géneros *Pangasius* sp., *Silurus* sp., *Clarias* sp. e *Ictalurus* sp., reportaron un incremento en 2016 llegando a más de 12.000 toneladas; sin embargo, empezaron a bajar registrando para el año 2018, aproximadamente 10.959 toneladas, como se observa en la Tabla 6.

Tabla 6. Total de importaciones nacionales de bagre congelado (toneladas)

Exportadores	Cantidad importada en toneladas				
	2014	2015	2016	2017	2018
Mundo	8689	8726	12.183	12.078	10.959

Fuente: Cálculos del CCI basados en estadísticas de la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN) desde enero de 2014.

El mayor proveedor de bagre en el periodo comprendido de 2014 al 2018 fue Vietnam, cuya cantidad representó el 97 % del total de las importaciones realizadas por Colombia, le siguió Canadá con 0,6% y República de Corea del Sur con 0,5%.

Tabla 7. Exportaciones a Colombia de bagre por países, en toneladas

Exportadores	Cantidad importada en toneladas				
	2014	2015	2016	2017	2018
Vietnam	8323	8638	12.067	11.404	10.869
Canadá	278	25		49	
República de Corea del Sur	11		25	254	
Panamá	40	20	19	50	24
Noruega			33	59	27
Dinamarca				100	
China				74	25
Estados Unidos de América		26		50	
Ecuador	25	15	7	15	11
República Bolivariana de Venezuela			25	21	
Uruguay		3	8	3	0
Perú	12				
Brasil					3

Fuente: Cálculos del CCI basados en estadísticas de (DIAN) desde enero de 2017.

1.5. Marco político

Respecto a lineamientos de política pública relacionados con la producción de especies acuícolas en Colombia, se presenta en la Tabla 8, los más relevantes para el sector.

Tabla 8. Marco político para la zonificación de aptitud para el cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú, bocachico y bagre rayado, en estanques en tierra

Marco de política	Lineamientos relacionados	
Plan Nacional de Desarrollo de la Acuicultura Sostenible (PlaNDAS)	Objetivo general: Promover el desarrollo de la acuicultura colombiana, con la participación concurrente de la sociedad y el gobierno, en un marco de sostenibilidad ambiental y equidad social, aprovechando los recursos naturales racionalmente, a través de políticas que promuevan la expansión del subsector para incrementar la producción y el consumo, potenciar las exportaciones y mejorar la calidad de vida de todos los sectores de la sociedad colombiana.	
	Ejes de desarrollo del PlaNDAS	A. Aprovechamiento sostenible de los recursos naturales asociados a la acuicultura.
		B. Fortalecimiento de la institucionalidad y de la articulación interinstitucional y adecuación del marco legal que rige la actividad, para una acuicultura desarrollada y sostenible.
		C. Investigación científica, desarrollo tecnológico, formación de recursos humanos y transferencia de tecnología para el desarrollo de la acuicultura nacional.
		D. Mejoramiento de la sanidad, bioseguridad, bienestar animal, calidad e inocuidad alimentaria en el subsector acuícola nacional.
		E. Mejoramiento tecnológico y de la competitividad en la acuicultura nacional.
		F. Incremento del consumo interno de productos pesqueros y de la acuicultura y fortalecimiento de los mercados interno y de exportación de productos acuícolas nacionales.

Marco de política	Lineamientos relacionados	
		G. Apoyo al desarrollo de los acuicultores de recursos limitados.
		H. Formalización y organización de los eslabones de la cadena de la acuicultura en el ámbito local, regional y nacional.
		I. Creación de un entorno económico y financiero habilitante para el desarrollo de la acuicultura.

Fuente: elaboración propia.

1.6. Marco normativo

El marco normativo hace las referencias a las leyes, decretos, resoluciones y demás, concernientes a los lineamientos relacionados con la normatividad colombiana asociada con la producción acuícola (Tabla 9).

Tabla 9. Normograma para la zonificación de aptitud para el cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú, bocachico y bagre rayado, en estanques en tierra

Marco normativo	Lineamientos relacionados
Resolución AUNAP 124 de 2018	Aplaza indefinidamente la implementación de los salvoconductos.
Resolución AUNAP 1500 de 2017	Modifica la resolución 2281, estableciendo que el salvoconducto o guía de movilización de productos pesqueros o de la acuicultura rige a partir del 01 de febrero de 2018.
Resolución AUNAP 194 de 2017	Establece precio de venta de alevinos de las estaciones de la AUNAP.
Resolución AUNAP 2838 de 2017	Establece directrices y requisitos para repoblamientos.
Resolución AUNAP 2879 de 2017	Establece requisitos para minimizar el riesgo de escape de las especies exóticas, domésticas y trasplantadas.
Resolución ANLA 321 de 2016 en su Artículo 2.2.2.3.2.2 Competencia de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales	La Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) otorgará o negará de manera privativa la licencia ambiental para los siguientes proyectos, obras o actividades, numeral 16: “La introducción al país de parentales, especies, subespecies, razas, híbridos o variedades foráneas con fines de cultivo, levante, control biológico, reproducción y/o comercialización, para establecerse o implantarse en medios naturales o artificiales, que puedan afectar la estabilidad de los ecosistemas o de la vida silvestre; así como el establecimiento de zoocriaderos que impliquen el manejo de especies listadas en los Apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES)”.

Resolución ICA 064 de 2016	Establece requisitos para obtener el registro pecuario de los establecimientos de acuicultura
Resolución AUNAP 1352 de 2016	Por la cual se establece la clasificación de los acuicultores en Colombia de acuerdo con la actividad, el sistema y el volumen de producción.
Resolución AUNAP 2281 de 2016	Implementa el uso de los salvoconductos.
Decreto 1076 de 2015 Presidencia de la República	Compila y racionaliza las normas de carácter reglamentario que rigen el sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.
Decreto Minambiente 1071 de 2015	Único reglamentario del Sector Administrativo Agropecuario, Pesquero y de Desarrollo Rural.
Decreto MADR 1780 de 2015	Determina que la AUNAP podrá declarar como domesticadas las especies de peces que hayan sido introducidas al territorio nacional.
Resolución Minambiente 631 de 2015	Establece los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones.
Resolución AUNAP 2287 de 2015	Declara especies domesticadas a las truchas y a las tilapias roja y plateada.
Resolución AUNAP 1193 de 2014	Minimiza trámites para el permiso de cultivo para los acuicultores de recursos limitados.
Resolución Minambiente 1207 de 2014	Adopta disposiciones relacionadas con el uso de aguas residuales tratadas.
Resolución AUNAP 601 de 2012	Establece requisitos y procedimientos para el otorgamiento de permisos.
Resolución AUNAP 602 de 2012	Establece el valor de tasas y derechos para el ejercicio de la pesca y la acuicultura.
Decreto Presidencial 4181 de 2011	Creación de la AUNAP
Resolución MAVDT 0207 de 2010	Modificó el artículo segundo de la resolución 0848 de 2008 de la siguiente manera: “Prohíbase la introducción al país, con cualquier propósito, de especímenes de especies, subespecies, razas o variedades a que se refiere el artículo anterior. Tratándose de recursos pesqueros y de conformidad con lo dispuesto en los artículos 40.º y 45.º de la Ley 13 de 1990 y los artículos 46.º y 50 º.
Resolución MADS 976 de 2010	Prohíbe la introducción con cualquier propósito de especies exóticas invasoras.
Resolución Incoder 2424 de 2009	Establece normas de ordenamiento que permitan minimizar los riesgos de escape de especies exóticas de peces a medios naturales o artificiales.
Resolución MADS 848 de 2008	Declara trucha, tilapia nilótica y carpas como especies exóticas invasoras.
Ley 373 de 1997	Fija obligaciones sobre ahorro y uso eficiente de agua a quienes administran y/o usan el recurso hídrico.

Ley 388 de 1997	Reglamenta mecanismos que permiten al municipio, en ejercicio de su autonomía, promover el ordenamiento de su territorio, el uso equitativo y racional del suelo, la preservación y defensa del patrimonio ecológico y cultural localizado en su ámbito territorial.
Decreto 245 de 1995	Reestructuró el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y se le asignaron nuevas atribuciones al INPA, hoy AUNAP.
Ley 99 de 1993	Reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y recursos naturales renovables, organiza el Sistema Nacional Ambiental (SINA), crea el Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (Minambiente) y le da facultad a dicho Ministerio de participar en la fijación de las especies y volúmenes de pesca susceptibles de aprovechamiento con base en las cuales la autoridad pesquera fija y otorga las cuotas de pesca para cada tipo de pesquería y permisionario. También asigna a las CAR la función de autorizar el uso, aprovechamiento o movilización de recursos naturales renovables, el ejercicio de actividades que puedan afectar el medio ambiente, otorgar concesiones para el uso de agua y la aplicación de las sanciones a que haya lugar.
Constitución Política de Colombia de 1991, en su artículo 79	Consagra el derecho de todas las personas a gozar de un ambiente sano y a participar en las decisiones que afectan el ambiente, con el correspondiente deber del Estado de proteger su diversidad e integridad, mediante la conservación de las áreas de especial importancia ecológica y el fomento de la educación.
Artículo 46 del Decreto 2256 de 1991	Solamente se podrá efectuar la introducción al país de material parenteral de estas mismas especies cuando tengan como fin la realización de actividades piscícolas o acuícolas debidamente autorizadas por parte de la autoridad pesquera. En todo caso, dicha autoridad exigirá la implementación de medidas de bioseguridad relacionadas con el manejo y control de los establecimientos piscícolas y acuícolas existentes y los que llegaran a establecerse posteriormente.
Ley 13 de 1990	Estatuto general de pesca.
Ley 9 de 1979	Dicta medidas sanitarias, otorgando el control sobre los aspectos estrictamente sanitarios y de salud pública a las autoridades de salud y los demás asuntos relacionados con el tema a las autoridades ambientales, específicamente al Ministerio de Medio Ambiente y las CAR.
Decreto 1681 de 1978 reglamenta la parte X del libro II el Decreto Ley 2811 de 1974	Temas de manejo de las especies hidrobiológicas, su aprovechamiento, la protección y fomento de los recursos hidrobiológicos de su medio ambiente; que comprende el desarrollo de la acuicultura, la regulación de la repoblación, la introducción y trasplante de especies hidrobiológicas.
Decreto 2811 de 1974	Dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.

Fuente: elaboración propia.

1.7. Alcances y limitaciones

El mapa de zonificación de aptitud para el cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.), a escala 1:100.000, fortalece el desarrollo de políticas para el sector acuícola, priorizando la consolidación de posibles núcleos de desarrollo y orientando inversiones a escala nacional o regional. Asimismo, se constituye en una herramienta para la planificación rural agropecuaria y el ordenamiento territorial.

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

La metodología desarrollada para la zonificación del cultivo comerciales de tres especies ícticas nativas a escala 1:100.000 se fundamenta en criterios y enfoques que ha venido ajustando la UPRA de estudios similares realizados por entidades internacional como la FAO y por entidades nacionales como el Ideam, IGAC, Instituto Humboldt y Agrosavia, entre otras. En ese sentido, esta propuesta, fortalece los enfoques existentes incorporando información actualizada, así como otras variables, métodos de evaluación multicriterio y herramientas que facilitan la integración. En consecuencia, la zonificación se desarrolla considerando las siguientes premisas:

- Prioriza las áreas más competitivas para el desarrollo del cultivo de yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus sp.*) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.), por lo cual se identifican los territorios con mejores condiciones en cada criterio de análisis.

- La definición del TUT y de sus requerimientos específicos se realizan a partir de la información existente sobre el cultivo de tres especies ícticas nativas.
- Las áreas con restricción legal son catalogadas como excluyentes y predominan bajo esta clasificación, independientemente de la aptitud identificada en los diferentes criterios.

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

- El cultivo comercial de yamú, bocachico y bagre rayado no pondrá en riesgo áreas naturales, o con potencial como ecosistemas estratégicos para la provisión de servicios ecosistémicos (bosques, subpáramos, páramos, rondas hídricas, zonas de recarga de acuíferos), por lo cual prima para estas, el criterio de exclusión técnica y legal.
- La inclusión de nuevos criterios o variables dentro del proceso de zonificación de aptitud está sujeta a la disponibilidad de información oficial; en este sentido, algunas variables que pueden ser relevantes, no se contemplan en la metodología hasta que la información sea entregada de manera oficial por la entidad encargada de su recolección, custodia y desarrollo.

Finalmente, el mapa de zonificación de aptitud para el cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú, bocachico y bagre rayado en estanques en tierra, con destino al consumo humano, utiliza como base para su elaboración, la información secundaria proveniente de las entidades oficiales, la cual contiene en algunos casos, niveles de generalización que pueden afectar la precisión en la delimitación de algunas unidades. Igualmente, la información disponible no está en su totalidad con corte a un determinado período, lo cual plantea la necesidad de actualizar permanentemente la zonificación de acuerdo con la naturaleza de los criterios, por lo menos cada cinco años mediante un proceso sistemático que facilite esta labor.



2 Marco conceptual

2. Marco conceptual

La gestión sostenible del ambiente, la sociedad y la economía se ha convertido en tema central para el diseño de las políticas y las decisiones de planificación sectorial en la mayor parte del mundo (Rodiek, 2008). Para una planificación efectiva del uso del suelo con fines productivos, los gobiernos y las entidades encargadas de la planificación rural agropecuaria requieren información sobre la capacidad de la tierra para apoyar sus diversos usos (Harms, y otros, 2015), en razón a que este sector representa uno de los más importantes para el bienestar humano toda vez que aumenta los ingresos y mejora la condición social de los productores, sujeto a la distribución y calidad de los recursos disponibles.

El modelo conceptual de la zonificación de aptitud adoptado por la UPRA parte de un enfoque multidisciplinario que toma en consideración para su aplicación los principios y fundamentos del esquema de evaluación de tierras en lo referente a la definición y evaluación de la aptitud, adicionándole dos aspectos fundamentales: la integración de los componentes biofísicos y socioeconómicos, los cuales no solo enmarcan las características particulares de un tipo de utilización de tierras desde el punto de vista de la productividad —a partir de los criterios edafoclimáticos que considera el esquema de la FAO—, sino que también lo fortalece a partir de la incorporación de criterios de competitividad y sostenibilidad, mediante la evaluación de los criterios que involucran los componentes adicionados (Figura 6)

Figura 6. Marco conceptual para la zonificación de cadenas productivas



Fuente: UPRA (2014) actualización 2021.

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

Dentro del proceso metodológico que implica la integración de los mapas, la UPRA utiliza una primera matriz *AHP* para integrar los componentes físicos y socioecosistémicos, denominada integrado biofísico, y 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 pasos para obtener el 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 específicas de las tierras evaluadas, cuya finalidad es proponer sistemas de uso apropiados y sostenibles a largo plazo (FAO, 2007).
A pesar de que el método 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.

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

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

Desde el componente físico, 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 realizados para el cultivo de especies nativas, se han precisado algunas características

desde este componente que identifican criterios y variables para su aplicación, los cuales están agrupados en dos subcomponentes: climático y edáfico.

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

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

Esta visión dentro de la zonificación incorpora los fundamentos para el mantenimiento del capital natural (biodiversidad, integridad ecológica y servicios ecosistémicos, entre otros aspectos), con una distribución más equitativa de sus beneficios, incluyendo a la sociedad, la economía y la cultura en el establecimiento de nuevas actividades hacia la armonización entre la producción y la conservación y la reducción de procesos de degradación del patrimonio natural del país (UPRA, 2017).

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 (municipio) para generar las condiciones de producción que promueven el desarrollo sostenido del sistema productivo y, con ello, permite mejorar de manera permanente las condiciones de vida y bienestar de sus habitantes, en particular de los empresarios y familias dedicados al negocio. Es decir, la competitividad implica que un sistema productivo exige requerimientos y condiciones multidimensionales para desarrollarse; en todo lo anterior se base el componente socioeconómico que hace parte de las zonificaciones de aptitud que adelante la UPRA y que es fundamental para establecer dónde está el negocio y cómo podría moverse en el territorio a través del tiempo.

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

- Considera un enfoque multidisciplinario y sectorial para la zonificación de una cadena productiva.
- Utiliza un enfoque paralelo donde cada criterio se aborda de manera conjunta y se obtiene directamente una clasificación para cada uno.
- Reconoce las múltiples funciones de la tierra no solo para la producción de alimentos, sino también para la conservación del medioambiente.
- Reconoce una variedad de criterios asociados al uso de la tierra que integra características físicas, climáticas, sanitarias, 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 ampliamente la sostenibilidad 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.



3 Marco metodológico

3. Marco metodológico

La zonificación de aptitud para el cultivo de especies nativas en estanques en tierra con destino al consumo humano 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 la 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 especies nativas, una adaptación involucrando otro tipo de técnicas frecuentemente empleadas para la determinación del emplazamiento óptimo para una actividad como lo son los métodos de evaluación multicriterio, los cuales permiten también la obtención de mapas de aptitud.

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

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

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

Un criterio es el atributo complejo (conjunto de variables) de las cualidades de la tierra que actúa independientemente sobre la aptitud para un tipo específico de uso (FAO, 1976) ; por otra parte, las variables son atributos de la tierra que pueden medirse o estimarse y que son utilizadas como un medio para describir 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, donde un factor es un criterio que mejora o reduce la aptitud para el cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú, bocachico y bagre rayado.

- **De exclusión técnica**: zonas en las cuales, por condiciones técnicas de tipo físico o socioecosistémico, no es factible el cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú, bocachico y bagre rayado.

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

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

En la Figura 7 se muestran los tipos de criterios que se abordaron en el desarrollo de la zonificación, y la manera cómo interactúan entre sí.

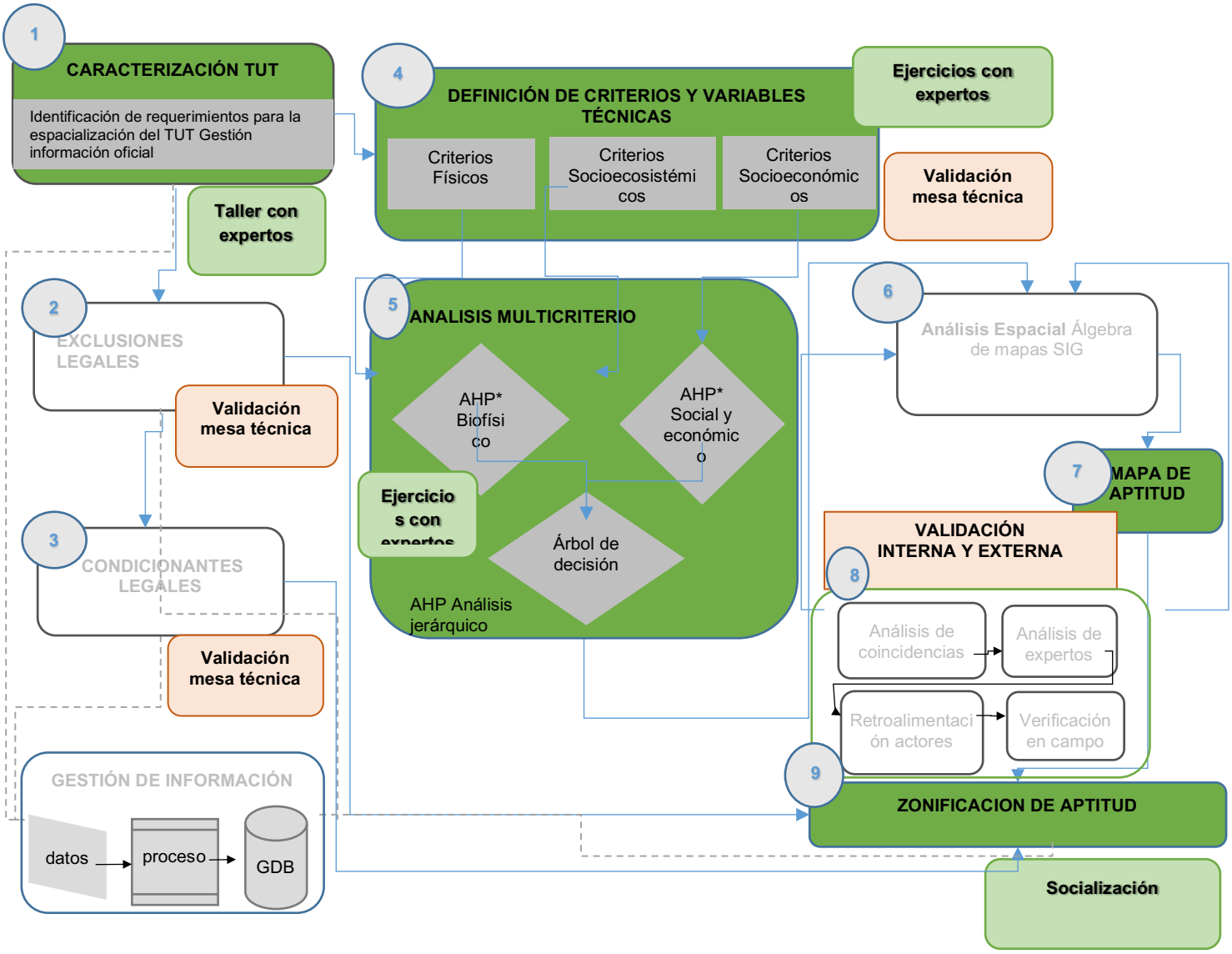
Figura 7. Tipos de criterios usados en la zonificación de aptitud para el cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus sp.*) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma sp.*) en estanques en tierra con destino al consumo humano



Fuente: UPRA (2014).

A continuación, se presentan cada uno de los pasos que conforman el esquema metodológico de la zonificación de aptitud (Figura 8)

Figura 8. Esquema metodológico de la zonificación de aptitud para el cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.) en estanques en tierra con destino al consumo humano



Fuente: UPRA (2018)

Durante el proceso, se contó con el acompañamiento constante del sector acuícola y de diferentes profesionales, quienes aportaron conocimiento y experticia en la definición de los criterios, variables y su importancia dentro de la zonificación.

1. **Definición del tipo de utilización de la tierra (TUT):** en esta fase se define el tipo de uso de la tierra objeto de la zonificación, con base en sus requerimientos

físicos, socioecosistémicos y socioeconómicos. Asimismo, se definen criterios y variables objeto de la cartografía.

2. **Identificación de exclusiones legales:** con fundamento en la normatividad vigente, asociada principalmente al componente socioecosistémico se establecen las diferentes figuras que excluyen la actividad productiva.

3. **Identificación de condicionantes legales:** de conformidad con la normatividad vigente, asociada principalmente al componente socioecosistémico se establecen las diferentes figuras que condicionan la actividad productiva.

4. **Definición y selección de criterios y variables técnicas:** de acuerdo con el TUT planteado, se selecciona una serie de criterios y variables para realizar la zonificación, listado concertado con expertos. Un criterio es "*el conjunto de requisitos, parámetros o variables que definen decisiones de aptitud de uso específico de un territorio rural*".

5. **Análisis multicriterio:** método diseñado para evaluar la importancia de los criterios y ponderarlos dentro del modelo de zonificación de aptitud, a través de matrices de proceso analítico jerárquico (método *AHP*). La primera matriz corresponde al componente biofísico (integrado por criterios físicos y socioecosistémicos) y la segunda, al componente socioeconómico. Una vez ponderados los criterios de cada matriz, se comparan a través de una matriz de paso (árbol de decisión).

6. **Análisis espacial:** paralelamente a las actividades mencionadas, los análisis espaciales forman parte de las diferentes fases, desde la consecución y organización de la información, la normalización y estandarización de los datos, hasta la obtención de los mapas de variables y criterios, además de la aplicación del método jerárquico para la generación de mapas intermedios y final de aptitud para el cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú, bocachico y bagre rayado.

7. **Mapa de aptitud:** resultado de la aplicación de la metodología propuesta, se presentan las zonas aptas y no aptas para el cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú, bocachico y bagre rayado y los resultados de índole nacional, departamental y municipal.

8. **Validación de resultados:** se socializan y validan los resultados de las zonas aptas y no aptas para el cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú, bocachico y bagre rayado en el orden nacional, departamental y municipal.

9. **Resultados:** se obtiene la representación cartográfica de las zonas aptas y no aptas para el cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú, bocachico y bagre rayado con sus respectivas estadísticas de carácter nacional, departamental y municipal.

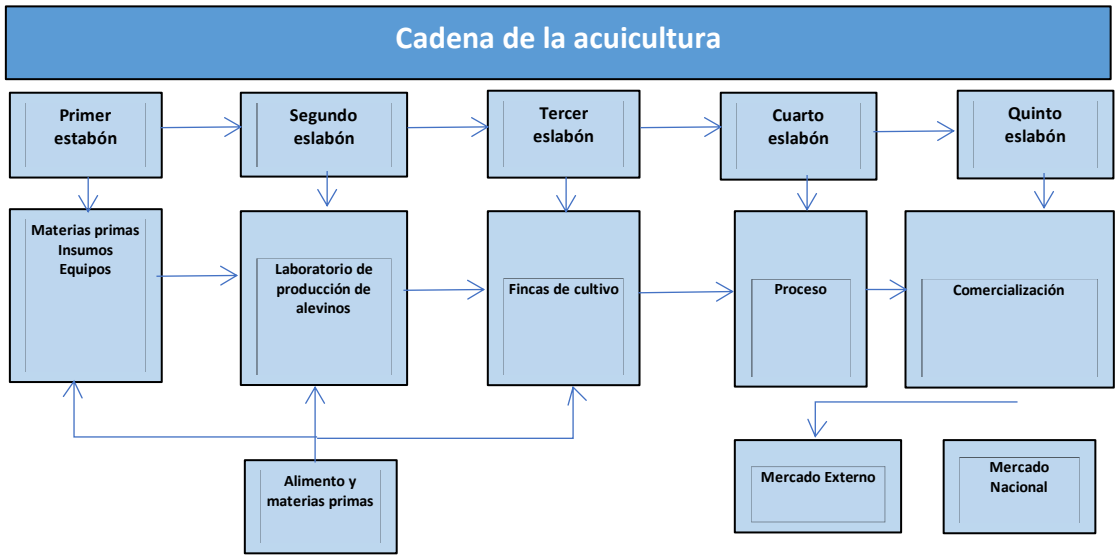
3.1. Definición del tipo de utilización de la tierra (TUT)

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 (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).
También se define 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 especies nativas desde un punto de vista de evaluación de tierras; es decir, que pueden ser expresados como requisitos o requerimientos de uso de la tierra con valores cualificables o cuantificables en el país, o que sirven para delimitar las opciones de uso de la tierra.

El tipo de utilización de la tierra evaluado en el presente documento corresponde a: "Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano".

La cadena productiva acuícola, se resume en la figura 9, donde se ven los distintos actores que intervienen desde la producción primaria hasta la comercialización nacional e internacional, los cuales aplican para la producción de especies nativas en estanques en tierra.

Figura 9. Cadena productiva de la acuicultura



Fuente: Corantioquia y Centro Nacional de Producción Más Limpia (2016).

3.2. Requerimientos físicos, socioecosistémicos y socioeconómicos del TUT

El desarrollo productivo de una actividad involucra que esta debe ser sostenible ambiental, social y económicamente, generando rendimientos monetarios, que van a incidir tanto en la calidad de vida de las comunidades dedicadas a dicha labor, como en el crecimiento económico de las regiones implicadas.

En esta etapa se compila y analiza la información secundaria relacionada con aspectos técnicos, biológicos, ambientales, sociales, normativos e institucionales en los que se enmarca el desarrollo de la actividad productiva seleccionada. Esta información responde a los requerimientos mínimos (físicos, ecosistémicos y socioeconómicos) para el desarrollo del uso sostenible, en los diferentes componentes y además respalda los índices e indicadores y se consolida en un documento de línea base para el análisis.

Su objetivo es identificar y documentar aquellas cualidades que le otorgan aptitud a un territorio para el desarrollo de un desarrollo piscícola y que responden a ambos principios, es decir se buscan cualidades tanto biofísicas como socioeconómicas.

Son varias las condiciones que se deben considerar para determinar la aptitud de un territorio para el establecimiento de un cultivo comercial de especies nativas en

estanques en tierra. Estas condiciones corresponden a factores productivos determinantes en el éxito de la actividad, el cual se basa en factores físicos, socioecosistémicos y socioeconómicos.

Los factores físicos influyen directamente en la factibilidad de un proyecto y determina el tipo de cultivo y tecnologías que se debe emplear. Asimismo, inciden sobre los costos de producción para la acuicultura, específicamente en la construcción y manejo del cultivo.

Desde el punto de vista del terreno, los suelos para construir estanques piscícolas deben ser profundos o muy profundos, siendo inadecuados los de alta permeabilidad, que tengan afloramientos rocosos o piedras de gran superficie, con mantos de grava o suelos rocosos, arenosos u orgánicos. La textura debe contener entre 20 y 30 % de arcilla; para construir el núcleo de arcilla impermeable de un dique de estanque, se debe utilizar un material edáfico cuyo Límite líquido (LL) sea inferior al 60 % y el Límite plástico (LP) inferior al 20 % (Boyd., 2002; FAO, 2006a; FAO, 2006b; Boyd E. , 1995).

La pendiente del terreno más indicada para la ubicación de los estanques está en el rango de 0 a 7 %, siendo moderadamente aptas las pendientes de hasta 25 %. La pendiente es un factor que determina la facilidad y el costo de construcción de los estanques; a mayor pendiente, mayor dificultad y mayor costo. El terreno debe ser adecuado, disminuyendo la pendiente para la construcción de los estanques (DANE, 2014; FAO, 2006C; Boyd E. , 1995).

Se considera que el mejor pH para los suelos del estanque es cercano a neutro. La disponibilidad máxima de fósforo del suelo generalmente ocurre a un pH de 7,0. La mayoría de los microorganismos del suelo, especialmente las bacterias, funcionan mejor a un pH de 7,0 a 8,0. El carbono orgánico debe estar alrededor del 3 % (Boyd., 2002; FAO, 2006a; FAO, 2006b; Boyd E. , 1995).

Los factores ecosistémicos, tienen en cuenta que el desarrollo de la acuicultura se debe impulsar en un marco de equilibrio ambiental, mediante el establecimiento de sistemas productivos que garanticen el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el desarrollo de prácticas responsables y sustentables, que contribuyan a garantizar el equilibrio ecológico y la conservación de la diversidad biológica del país; lo anterior de acuerdo con el PlaNDAS (AUNAP-FAO, 2014) y *El Enfoque Ecosistémico para la Pesca y la Acuicultura* (FAO, 2011).

Los factores socioeconómicos a tener en cuenta son de gran importancia, ya que para un proyecto exitoso y productivo se requiere evitar conflictos sociales, problemas de equidad y desconfianza pública en la sostenibilidad de la acuicultura, además de facilitar el acceso a los procesos de poscosecha, mercadeo y otros servicios comunes (FAO- Banco Mundial, 2015).

Según (Meaden & Kapetsky, 1991), los factores productivos determinantes del éxito de un cultivo son: la disponibilidad y calidad del agua, la presencia de otros usuarios de la misma, los permisos para su uso, la topografía del terreno, la disponibilidad de predios rurales, la tenencia de la tierra, la legalidad del acceso a la misma, su precio, las características físicas y químicas del suelo, el clima de la zona, los usos de suelo en los alrededores y su influencia sobre el cultivo, la cercanía a infraestructura vial, las vías de acceso, la factibilidad de obtención de permisos ambientales, pesqueros y territoriales; de igual manera señalan la importancia de considerar la existencia de la amenaza por inundaciones, mareas, viento y otras fuerzas de la naturaleza, las restricciones ambientales, la cercanía a áreas ambientalmente sensibles, los impactos ambientales, la seguridad y la amenaza de predadores, entre otros (Meaden & Kapetsky, 1991; Urban-Econ Development Economist, 2008).

El agua es el medio donde se desarrollan los peces razón por la cual es considerado el factor productivo más relevante para alcanzar un óptimo desarrollo del cultivo de pirarucú. Las condiciones de calidad y de disponibilidad del recurso hídrico son aspectos que pueden inviabilizar la alternativa productiva.

La calidad del agua, si bien debe cumplir con un mínimo de requerimientos acordes con las condiciones biológicas de la especie a cultivar, es uno de los factores que puede manejarse al interior de la actividad económica. La disponibilidad, por su parte, es restrictiva no solo en cuanto a la cantidad sino también a la cercanía y a la permanencia del recurso a lo largo del ciclo productivo; este último, fuertemente influenciado por las variaciones climáticas del área donde se establece el cultivo y por el tipo de régimen hidrológico predominante en la región.

Otro de los factores a considerar es la temperatura del agua, la cual modula procesos físicos del medio acuático como son, la evaporación y la solubilidad de los gases, procesos biológicos del medio, como la descomposición de la materia orgánica (que se genera en la productividad primaria de los estanques), y principalmente su efecto sobre la biología de los peces condicionando procesos como la maduración gonadal, el tiempo de incubación, el desarrollo larval, la actividad metabólica, el ritmo de crecimiento de

las larvas, alevinos y adultos, debido a que estos no regulan su temperatura corporal y dependen de la temperatura del medio acuático en el que se encuentren.

(Estrada, Beltrán, Padilla, Rodríquez, & Salazar, 2000) equiparan la importancia de la disponibilidad del agua para la acuicultura, con la importancia de la disponibilidad de tierra, especialmente por el hecho de que la acuicultura incorpora suelos no aptos para las actividades agropecuarias tradicionales, logrando mejores rendimientos por unidad de área utilizada. El suelo, por ende, no solo es importante para la instalación de la infraestructura administrativa, sino que es indispensable para la adecuación de la unidad productiva básica, en este caso los estanques en tierra. La construcción de los estanques requiere terrenos que eviten la pérdida de agua por infiltración y favorezcan el equilibrio y estabilidad de las condiciones ambientales del mismo.

Se garantiza el éxito y la sostenibilidad de la acuicultura, al considerar factores ecosistémicos que de acuerdo con la FAO lo que buscan es minimizar el riesgo de enfermedades, facilitar la gestión ambiental eficiente de los recursos naturales, a nivel institucional y privado, evitar los conflictos con otros usuarios por acceso a los recursos acuáticos y uso del espacio con contaminación industrial (FAO- Banco Mundial, 2015).

Sin embargo, no todos estos factores pueden representarse cartográficamente y no todas las espacializaciones permiten identificar áreas con características similares que puedan evaluar su condición para el establecimiento de cultivos acuícolas. Algunos de estos factores, aun cuando son aspectos determinantes para el cultivo, no cuentan con información para su espacialización y no todos ellos son pertinentes para una escala de análisis regional, como lo es la escala de trabajo de esta zonificación, 1:100.000.

Por esta razón, a través de talleres y reuniones realizados en 2015, 2016 y 2017 con acuicultores y profesionales expertos en acuicultura y profesionales de la AUNAP, se identificaron los aspectos mínimos que se deben considerar al momento de seleccionar el sitio para el establecimiento de un cultivo de especies nativas y que pueden cubrirse a una escala general de trabajo 1:100.000.

Desde el aspecto físico, se requiere:

- Territorio con agua disponible para el cultivo; sobre el cual se aplican las medidas de manejo necesarias para garantizar la calidad de esta.
- Agua disponible en el rango de temperatura que garantice un rendimiento óptimo del cultivo de la especie.
- Terreno para la construcción de la infraestructura del cultivo (estanques en tierra).

- Topografía que permita el establecimiento del cultivo.
- Ninguna exposición del cultivo a desastres naturales que puedan destruir la infraestructura, afectar la producción o poner en riesgo a las personas.

Desde el enfoque ecosistémico, se requiere:

- Minimizar el riesgo por predadores, especialmente de aves.
- Garantizar el equilibrio ecológico.
- Facilitar la gestión ambiental eficiente de los recursos naturales, a nivel institucional y privado.
- Evitar los conflictos con otros usuarios por acceso a los recursos acuáticos y uso del espacio con contaminación industrial.
- Aprovechar el potencial biológico natural del país.

Desde los factores socioeconómicos, se requiere:

- Contar con insumos para la producción (semilla, alimento, medicinas, redes, tuberías, entre otros), al menor costo posible.
- Contar con medios de transporte que permitan llegar a los centros de comercialización de la producción.
- Disponer de personal calificado para la producción, desde las personas que realizan las labores del cultivo, hasta los profesionales especialistas en el material genético, manejo de semillas y de enfermedades.
- Territorio con condiciones de seguridad.
- Infraestructura de apoyo para la acuicultura, como son los centros de almacenamiento y refrigeración de productos pesqueros.
- Núcleos de producción o clústeres productivos, debido a que favorecen el apoyo entre los productores, ya que se ha asociado a esta actividad la oferta de servicios especializados como transporte, venta de insumos y mano de obra calificada y no calificada, que facilitan la operación y óptimo funcionamiento de las granjas acuícolas.
- Apoyo de las instituciones relacionadas con el cultivo, es decir las que emiten el permiso de cultivo, de captación, vertimientos, ocupación de cauce, y el monitoreo de la sanidad del producto para la venta.

3.3. Criterios de análisis jerárquico

El criterio es un atributo de las cualidades de la tierra que actúa independientemente sobre la aptitud para un tipo específico de uso (FAO, 1976); o también se puede denominar como el conjunto de propiedades de la unidad de tierra que responde integralmente a un requerimiento de un tipo de utilización. Los criterios de análisis

jerárquico se entienden como factores para los cuales se definen los niveles de aptitud, donde un factor es un criterio que mejora o reduce la aptitud para la producción de especies nativas; las variables se consideran como atributos de la tierra que pueden medirse o estimarse y son utilizadas como un medio para describir las cualidades de la tierra o los criterios.

A continuación, se presentan los criterios y variables de los componentes físico, socioecosistémico y socioeconómico que generan aptitud para para el cultivo comercial de las tres especies ícticas nativas seleccionadas: yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.), a escala 1:100.000, en Colombia; dicha información está contenida en las fichas metodológicas de criterios y variables que contienen información relacionada con la definición, importancia, rangos de evaluación, limitantes, metodología utilizada para su procesamiento, representación cartográfica y las fuentes de información, las cuales se encuentran en los anexos del presente documento.

3.3.1. Criterios físicos

Hacen referencia a las condiciones generadas por el ambiente, enfatizando en el clima y el suelo, enmarcados en los conceptos de productividad y sostenibilidad que son orientados a través de la metodología de evaluación de tierras de la FAO, definida como "la evaluación de la aptitud de la tierra cuando se utiliza para propósitos específicos, involucrando estudios de suelos, de vegetación, de clima y otros aspectos de la tierra. El principal objetivo de dicha evaluación es definir los mejores usos posibles para cada unidad de tierra definida, tomando en cuenta la conservación de los recursos ambientales para su uso futuro" (FAO, 1976).

Los criterios físicos buscan especializar los requerimientos relacionados con las características fisiográficas, físicas y químicas del agua, del aire y de la tierra, con base en los requerimientos priorizados para los cultivos de yamú, bocachico, y bagre rayado. En tal sentido, la metodología busca la mayor producción bajo la menor inversión de capital y la menor afectación de los recursos naturales. Está definido por los siguientes criterios: disponibilidad de agua superficial, calidad del suelo para la productividad natural, condiciones del terreno para la construcción y manejo de estanques piscícolas, condiciones térmicas y susceptibilidad a amenazas naturales (Figura 10).

Figura 10. Criterios y variables del componente físico



Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 10 se definen los criterios y las variables del componente físico.

Tabla 10. Definición de criterios y variables del componente físico

Criterios	Definición	Descripción de las variables
Disponibilidad de agua superficial	Áreas que, en condiciones naturales, tienen mayor probabilidad para captar agua superficial, como recurso para recarga de los estanques acuícolas y para el uso en las instalaciones.	**Índice climático de humedad para estanques:** índice de la relación mensual entre la precipitación y la evaporación del agua libre en un cuerpo de agua, refiriéndose al potencial de agua que se podría suministrar por la precipitación.
		Índice topográfico de humedad: relación de almacenamiento/área de contribución, derivada analíticamente de la estructura topográfica de una unidad dentro de una cuenca (Beven, & Kirkby, 1979)
		Drenaje natural: frecuencia y duración de los períodos de humedad en

		condiciones similares a aquellas bajo las cuales se desarrolló el suelo. La alteración del régimen hídrico por parte de los humanos, ya sea a través del drenaje o el riego, no es una consideración a menos que las alteraciones hayan cambiado significativamente la morfología del suelo (Soil Science Society of America, 2018).
		Cercanía a drenajes dobles y cuerpos de agua: distancia en metros desde las fuentes de agua, como los cuerpos de agua y de los ríos dobles, hasta los estanques acuícolas.
Calidad del suelo para la productividad natural	Cualidad de un suelo que le permite proporcionar compuestos en cantidades adecuadas y en un balance apropiado para el crecimiento de microrganismos específicos (zooplancton y fitoplancton), cuando otros factores de crecimiento tales como la luz, la humedad, la temperatura y la condición física del suelo son favorables (USDA, 1961).	**Saturación de aluminio:** proporción de Al^{+++} en el complejo de cambio y en la solución del suelo. Se debe a los iones Al^{+++} y H^{+} intercambiables (desplazables) con una sal neutra (KCl); también incluye pequeñas cantidades de hierro, manganeso y zinc intercambiables (Garavito, 1979).
		Capacidad de intercambio catiónico (CIC): de acuerdo con Chapman (Malagón & Montenegro, 1990), los cationes retenidos en la superficie de minerales del suelo y dentro del enrejado cristalino de algunos minerales y los que hacen parte de ciertos compuestos orgánicos pueden ser reversiblemente reemplazados por aquellos de soluciones salinas y ácidas. La suma de estos cationes se define como la capacidad de intercambio catiónico, 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
		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 CIC 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)
		Carbono orgánico: 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). Es el principal elemento que forma parte de la materia orgánica, por esto es común que ambos términos se confundan o se hable indistintamente de uno u otro.
		Concentración de sales, sodio y materiales sulfídicos: contenido alto de sales solubles y/o sodio intercambiable en el suelo. El contenido de sales se determina normalmente en términos de la conductividad eléctrica (CE), pero puede expresarse como 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). Los materiales sulfídicos contienen compuestos de azufre oxidables (S elemental o más comúnmente materiales sulfídicos, como pirita o como el monosúlfido de hierro). Son materiales orgánicos o minerales de suelo con un valor de pH mayor de 3.5, y que se vuelven significativamente más ácidos cuando se oxidan (Soil Survey Staff, 2014).
Condiciones del terreno para la construcción y manejo de estanques piscícolas	Capacidad que tiene el terreno para la construcción, el soporte de la infraestructura y del agua, así como el manejo de los estanques en tierra para la acuicultura.	**Profundidad del sustrato:** espacio del suelo que se puede penetrar o excavar sin mayores dificultades, para construir los estanques y las instalaciones piscícolas (USDA, 1961).
		Drenaje natural: frecuencia y duración de los períodos de humedad en condiciones similares a aquellas bajo los cuales se desarrolló el suelo. La alteración del régimen hídrico por

		parte de los humanos, ya sea a través del drenaje o el riego, no es una consideración a menos que las alteraciones hayan cambiado significativamente la morfología del suelo (Soil Science Society of America, 2018)
		Pedregosidad: cantidad de fragmentos de roca (> 2 mm) presentes en el suelo (Van Wambeke & Forbes, 1987).
		Pendiente: grado de inclinación de una superficie desde la horizontal, generalmente expresada en porcentaje o grados (Soil Science Society of America, 2018).
		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 & Montenegro, 1990).
Condiciones térmicas	Condiciones del estado térmico promedio anual del agua en un estanque para la producción acuícola, a través de la medida del contenido de energía térmica interna de un cuerpo de agua (Boyd y Lichtkoppler, 1979).	**Temperatura media del agua:** medida del contenido de energía térmica interna de un cuerpo de agua, es una propiedad que se puede medir directamente con un termómetro o estimarse. El contenido de calor generalmente se considera como la cantidad de energía por encima de la contenida por el agua líquida a 0 °C; es una función de temperatura y volumen. Un litro de agua hirviendo en un vaso tiene una temperatura alta, pero pequeño contenido de calor, en comparación con el agua a 20 °C en un depósito de cinco millones de m^3 de volumen (Boyd, 2015)
Susceptibilidad a amenazas naturales	Conjunto de eventos naturales que ponen en condición de peligro a los estanques piscícolas; estos pueden ocasionar pérdidas parciales o totales de las especies, las instalaciones, los equipos y de los insumos (FAO, 2009; MADR, 2014).	**Susceptibilidad a la pérdida de suelos:** grado o nivel de vulnerabilidad de las tierras a ser afectadas por los agentes erosivos. Aunque suele ser un proceso natural, puede incrementarse con el uso y manejo inadecuado, originando una disminución de la productividad (FAO, 1976; FAO, 1995).
		Susceptibilidad a inundaciones: condición por la cual un área del suelo

		se cubre temporalmente de agua causada por el desborde de las corrientes (IGAC, 2010).
		Exposición a mareas: condición por la cual un área costera se cubre temporalmente de agua causada por una marea, es decir, por la elevación y descenso periódicos del agua en los mares o en grandes lagos debidos a la atracción gravitatoria de la luna y el sol (OMM-UNESCO. , 2012).

Fuente: elaboración propia.

3.3.2. Criterios socioecosistémicos

Estos criterios se definen desde la visión sectorial agropecuaria, buscando el establecimiento de sistemas de producción con la capacidad de perdurar en el tiempo —enfoque de sostenibilidad—, gracias a la integración con su entorno territorial, contribuyendo así a la conservación del capital natural que soporta la producción agropecuaria (Corrales, 2002; MADR, 2008). De esta forma, los sistemas de producción y el territorio bajo el enfoque socioecosistémico, se retroalimentan positivamente para el mantenimiento de la producción y la conservación de los agroecosistemas y ecosistemas vinculados.

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 la prestación de bienes y servicios ecológicos que proveen los ecosistemas o bien, los potencializan mediante el mejoramiento y la probabilidad de mantenerlos sin afectar el desempeño del sistema productivo.

Los criterios y variables socioecosistémicos contribuyen al análisis del territorio que acoge el sistema productivo descrito en el TUT, para propender por la sostenibilidad tanto de la actividad productiva como del territorio que lo recibe. Con este fin se definieron nueve variables agrupadas en cuatro criterios (Figura 11).

Figura 11. Criterios y variables del componente socioecosistémico



Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 11 se presentan elementos técnicos relacionados con la definición de los criterios y variables socioecosistémicas.

Tabla 11. Definición de criterios y variables del componente socioecosistémico

Criterios	Definición	Descripción de las variables
Distribución geográfica de la especie	Evalúa la oferta natural de recursos hidrobiológicos presentes en las zonas hidrográficas del país y áreas de tierra firme, como uno de los principales insumos para el desarrollo sostenible y competitivo del cultivo comercial de especies nativas en estanques en tierra, para lo cual analiza y evalúa integralmente la distribución geográfica de	**Distribución geográfica natural:** evalúa la oferta natural de recursos hidrobiológicos de las zonas hidrográficas del país, como uno de los principales insumos (pie parental-producción de semilla) para el desarrollo de la acuicultura.
		Trasplante a cultivos: identifica zonas donde se han instalado cultivos de especies nativas (yamú, bocachico, bagre rayado), los cuales podrían ser insumo (pie parental-

Criterios	Definición	Descripción de las variables
	especies nativas (yamú, bocachico, bagre rayado), reportes de trasplante de estas especies en las zonas hidrográficas del país y áreas de cultivo en tierra.	producción de semilla) para el desarrollo de nuevos cultivos.
		Trasplante a fuentes naturales: permite identificar las zonas hidrográficas del país donde no hay reportes de la presencia de especies nativas (yamú, bocachico, bagre rayado), con el fin de evitar su llegada a estos ecosistemas por causa de la acuicultura.
Integridad ecológica	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 (Ciontescu, 2012).	**Conectividad estructural de coberturas naturales (CECN):** se analiza a partir de la fragmentación y la heterogeneidad del paisaje (MacArthur, R. H. & Wilson, 1967; Tischendorf, L. & Fahrig, 2000; Correa , 2009). Por tanto, la variable parte del análisis 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.
		Índice de naturalidad (INAT): está referido a las coberturas naturales en las cuales se desarrollan los procesos ecológicos esenciales que son necesarios para sustentar la vida. 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

Criterios	Definición	Descripción de las variables
		recursos en el mismo territorio (Vélez & Gómez, 2008).
		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 (AC) sobre agroecosistemas. De igual forma, se integran las Áreas de Importancia para la Conservación de Aves Silvestres (AICAS). En este TUT se incluyen las áreas clave para la conservación de la biodiversidad dulceacuícola (moluscos, cangrejos, peces, tortugas, crocodílidos, aves y mamíferos), del (IAvH , 2017).
Apropiación y calidad de agua	Hace referencia a la oferta y calidad de agua por subzona hidrográfica con base en el análisis del estado actual del recurso hídrico en el país, teniendo en cuenta balances hídricos nacionales y regionales, así como restricciones para el uso del agua por presiones sobre la calidad del recurso y por efecto de la regulación hídrica. Análisis a partir del Estudio Nacional del Agua (ENA) del (Ideam, 2019).	**Apropiación de agua:** corresponde al balance entre la oferta y la demanda hídrica de una subzona hidrográfica (cantidad de agua que contiene la subzona hidrográfica que sostiene el consumo de todos los sectores, sin contar con el uso actual acuícola, con el fin de determinar la oferta de agua que podría estar disponible para el establecimiento de cultivos comerciales de especies nativas (yamú, bocachico, bagre rayado).
		Presión por calidad hídrica sectorial: la calidad del agua es un indicativo de su evaluación física, química y biológica, permitiendo identificar problemas de contaminación en los puntos

Criterios	Definición	Descripción de las variables
		monitoreados en un tiempo específico, representando el estado general de la misma y las posibilidades o limitaciones para determinados usos (CRQ, 2017). De acuerdo con (Rodríguez & Anzola, SF) la calidad del agua para la actividad acuícola, involucra un conjunto de propiedades químicas y físicas que interactúan con los organismos.
Cambio de cobertura	Aptitud del territorio al cambio de cobertura existente que podría ser producido por el establecimiento de granjas destinadas al cultivo comercial de especies nativas (bocachico, yamú y bagre rayado) en estanques en tierra, 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: • 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 de la tierra.	

Fuente: elaboración propia.

El componente socioecosistémico resalta la importancia de incorporar en los procesos de planeación agropecuaria y de zonificación de aptitud, las demandas de agua y los cambios en el uso del suelo, factores que pueden verse afectados a lo largo del tiempo.

3.3.3. Criterios socioeconómicos

La competitividad es la capacidad para la producción de bienes y servicios de mayor calidad y menor precio frente a otros productores nacionales e internacionales y se define por la eficiencia 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— y la eficiencia con la que se pueden producir (Porter, 1985).

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

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

Con respecto a la zonificación de aptitud del territorio rural para el cultivo comercial de especies nativas en estanques en tierra, la competitividad se expresa como la capacidad de una región (o municipio) para generar las condiciones de producción que promuevan el desarrollo sostenido de las granjas dedicadas al cultivo de especies nativas con fines comerciales; esto permite mejorar de manera permanente las condiciones de vida y bienestar de sus habitantes y en particular, de los empresarios.

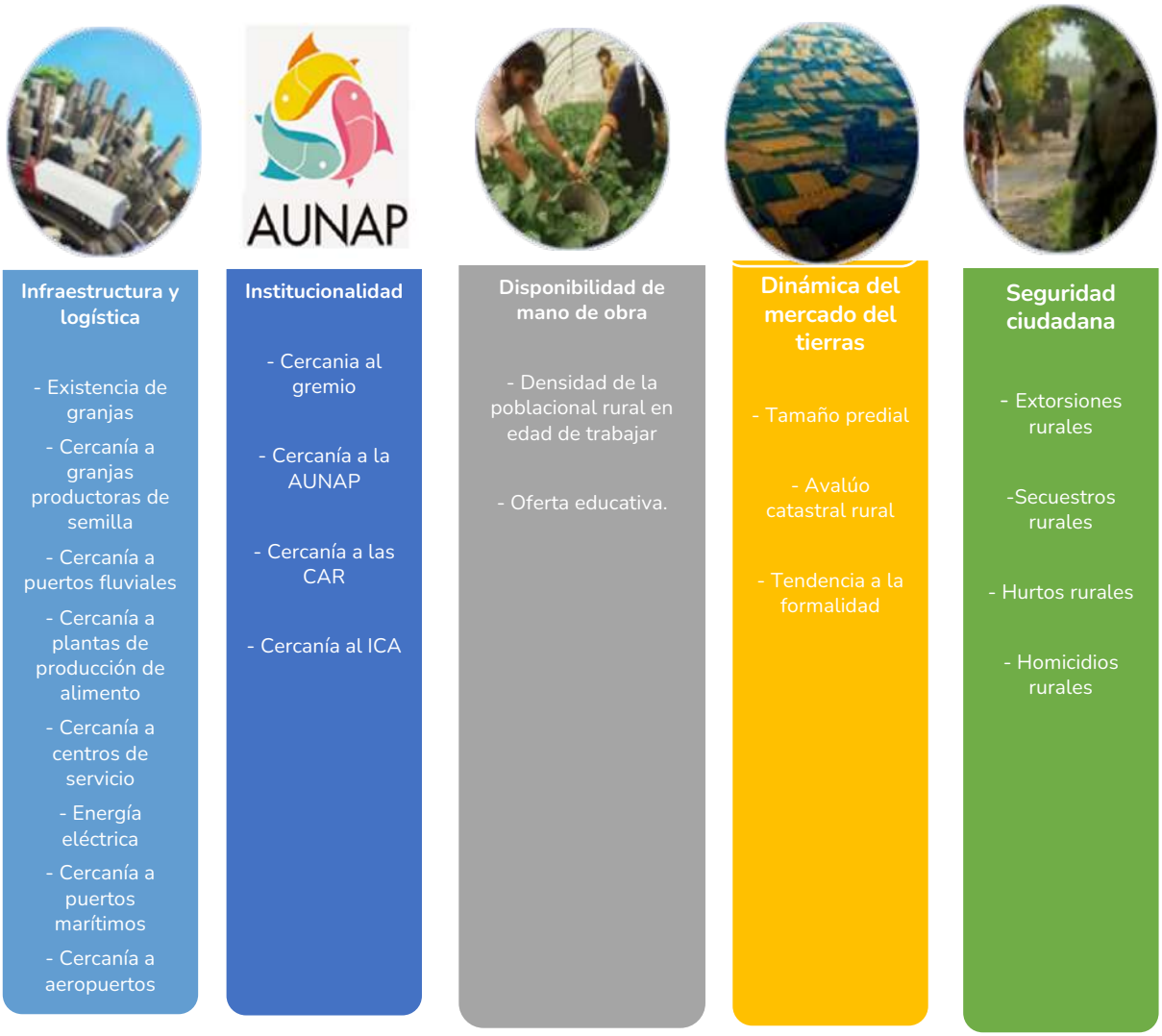
Con base en la definición planteada, la competitividad del cultivo de especies nativas con fines comerciales implica un proceso que tiene en cuenta los requerimientos y condiciones multidimensionales para desarrollar su producción. Estos requerimientos y condiciones son los criterios y variables estructurales que conducen hacia la competitividad, cuyo logro se traduce en mejores condiciones de vida para las comunidades.

Para un mercado competitivo se requiere de mejores vías terrestres, precios y condiciones favorables de la tierra, seguridad pública estable, mercado laboral disponible, con buena mano de obra calificada y no calificada, generación de riqueza y apalancamientos financieros, lo cual repercute en beneficio del productor y las comunidades locales en mejores condiciones de vida.

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

En la Figura 12 y en la Tabla 12 se presentan los criterios y las variables que hacen parte del componente socioeconómico.

Figura 12. Criterios y variables del componente socioeconómico



Fuente: elaboración propia.

Tabla 12. Definición de criterios y variables del componente socioeconómico

Criterios	Definición	Descripción de las variables
Infraestructura y logística	Conjunto de medios técnicos, bienes, servicios e instalaciones necesarios para el desarrollo de las actividades de producción, comercialización y distribución, con los que cuenta una región como factores que determinan el desarrollo competitivo del cultivo comercial de	**Existencia de granjas:** corresponde a predios georreferenciados con explotaciones de especies nativas (yamú, bocachico y bagre rayado) y sus dos colindantes, siendo estos últimos únicamente predios de propiedad privada y con destino económico agropecuario.
		Cercanía a granjas productoras de semilla: facilidad con la que se puede acceder a una granja productora de semilla desde otros puntos en el territorio. Es este sitio se agrupan las ovas, larvas y alevinos de las especies acuícolas; se

Criterios	Definición	Descripción de las variables
	especies nativas (yamú, bocachico y bagre rayado).	orienta a los cultivos comerciales y a programas de repoblamiento.
		Cercanía a puertos fluviales: facilidad con la que se puede alcanzar un sitio (puerto fluvial) desde otros puntos en el territorio. Sintetiza las facilidades de desplazamiento del aparato productivo. Para efectos de la zonificación esta variable se incorpora como el área de influencia para un tiempo de desplazamiento (isócronas) hasta los puertos fluviales.
		Cercanía a plantas de producción de alimento: facilidad con la que se accede a una planta de producción de alimentos balanceados para animales desde otros puntos en el territorio. La planta de producción de alimento es la fábrica que cuenta con la infraestructura y los equipos necesarios para la producción de los alimentos concentrados; están especialmente diseñadas para el sector pecuario con la finalidad de la producción de alimentos para animales.
		Cercanía a centros de servicios: facilidad con la que se puede alcanzar áreas donde existe oferta de bienes y servicios para abastecer las necesidades de la producción de especies nativas. Los centros de servicios son municipios que cuentan con una población mayor a 30.000 habitantes para el año 2018 y los municipios productores de especies nativas (yamú, bocachico y bagre rayado).
		Energía eléctrica: nivel de favorabilidad para el acceso al servicio público de energía eléctrica en las zonas rurales del país, en el que se evalúa tanto la cobertura porcentual de este servicio en el área rural de cada municipio como la tarifa media cobrada por los prestadores del servicio residencial.
		Cercanía a puerto marítimos: facilidad con la que se puede alcanzar un sitio (puerto marítimo) desde otros puntos en el territorio. En este sentido, sintetiza las posibilidades de desplazamiento del aparato productivo hacia puertos marítimos para realizar operaciones de

Criterios	Definición	Descripción de las variables
		comercio internacional (exportaciones e importaciones). Para efectos de la zonificación, esta variable se incorpora como el área de influencia para un tiempo de desplazamiento (isócronas) desde los puertos marítimos.
		Cercanía a aeropuertos: facilidad con la que se alcanza los servicios aeronáuticos útiles para el transporte de carga nacional e internacional. Estos servicios son: controles migratorios, aduana, policía, controles fitosanitarios y zoosanitarios, así como servicios de sanidad general. Para efectos de la zonificación, esta variable se incorpora como el área de influencia para un tiempo de desplazamiento (isócronas) desde los aeropuertos.
Institucionalidad	Facilidad con la que se puede acceder desde otros puntos en el territorio, a la institucionalidad gremial, y a entidades que soportan la sanidad, y la investigación y transferencia de tecnología pecuaria, que está directamente relacionadas con la administración, fomento y control de la acuicultura.	**Cercanía al gremio:** facilidad con la que se puede alcanzar, desde otros puntos en el territorio, a una sede de la Federación Colombiana de Acuicultores (Fedeacua), organización gremial de orden nacional y a la sede de Ceniacua, que es la entidad encargada de generar el conocimiento científico y tecnológico aplicable a la acuicultura.
		Cercanía a la AUNAP: facilidad con la que se puede alcanzar, desde otros puntos en el territorio, a una oficina de la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP), institución encargada de ejercer la autoridad pesquera y de la acuicultura en Colombia (Decreto 4181 de 2011).
		Cercanía del ICA: facilidad con la que se puede alcanzar, desde diferentes puntos del territorio, a una oficina del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), institución encargada de contribuir al desarrollo sostenido del sector agropecuario, pesquero y acuícola, mediante la prevención, vigilancia y control de los riesgos sanitarios, biológicos y químicos para las especies animales y vegetales y la investigación aplicada, con el fin de proteger la salud de las personas, los animales y las plantas y asegurar las condiciones del comercio.
		Cercanía a las CAR: facilidad con la que se puede alcanzar desde otros puntos en el territorio a una oficina de la autoridad ambiental regional,

Criterios	Definición	Descripción de las variables
		teniendo en cuenta que el primer requisito que se debe cumplir para el establecimiento de una granja destinada a la acuicultura es el contar con la concesión de agua, ya sea superficial o subterránea, así como con el permiso de vertimientos, autorizaciones que son competencia de las corporaciones autónomas regionales y de desarrollo sostenible, de acuerdo con lo señalado en la Ley 99 de 1993, articulo 31 numerales 9 y 12.
Disponibilidad de mano de obra	Identifica las condiciones que afectan la disponibilidad de mano de obra rural para la producción acuícola en un municipio, teniendo en cuenta su nivel de cualificación y las posibilidades de acceso a programas de formación académica, acorde a las necesidades de los productores de especies nativas (yamú, bocachico y bagre rayado).	**Densidad de la población rural en edad de trabajar:** número de personas rurales en edad de trabajar/km^2 comparado con las necesidades técnicas del cultivo. El rango etario de 20 a 64 años responde a la disponibilidad de información por lustros de edades, buscando medir los habitantes que se consideran en capacidad de trabajar según las series de población estimadas por el DANE (2018).
		Oferta educativa: nivel de cobertura espacial y facilidad de acceso a los programas de educación superior a niveles académicos técnico, tecnológico y universitario, formación pregrado y posgrado oficialmente aprobados, activos y relacionados con la producción acuícola, que facilitan la capacitación de la población y mejoran la competitividad sectorial del territorio.
Dinámica del mercado de tierras	Expone la situación y comportamiento de los municipios en torno a la dinámica de la tierra, esto desde tres variables que permiten comprender la capacidad y limitantes del factor de producción agropecuaria por excelencia para el desarrollo del cultivo, al mostrar el impacto del tamaño, la formalidad y el precio de los predios a través de la utilización del avalúo catastral como un *proxi* de la tendencia del mismo, con el fin de focalizar las posibles inversiones en	**Tamaño predial:** superficie de terreno en rangos de tamaños, definidos de acuerdo con el comportamiento medio del cultivo y las dimensiones consideradas óptimas para una productividad competitiva. Para efectos de la presente zonificación de aptitud, se considera el tamaño de los predios en hectáreas, en una aptitud determinada, asignada a partir de la información catastral vigente con información predio a predio del ámbito rural.
		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 (IGAG, 2011).

Criterios	Definición	Descripción de las variables
	acceso a tierra para en el sector de las especies nativas.	**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.
Seguridad ciudadana	Ausencia de peligro o afectaciones a la integridad física, así como de riesgo de pérdida de la libertad y del patrimonio por situaciones adversas. Es una situación donde las personas pueden vivir libres de la violencia y el delito (Comisión Interamericana de Derechos Humanos, 2009).	**Extorsiones rurales:** consiste en obligar a una persona, a través de la utilización de violencia o intimidación, a realizar u omitir un acto o negocio jurídico con ánimo de lucro y con la intención de producir un perjuicio de carácter patrimonial y está definido en el código penal como "*El que constriña a otro a hacer, tolerar u omitir alguna cosa, con el propósito de obtener provecho ilícito o cualquier utilidad ilícita o beneficio ilícito, para sí o para un tercero*".
		Secuestros rurales: detener ilegalmente a una o más personas en contra de su voluntad, mediante el empleo de la fuerza, amenazas, el engaño, el incentivo, con el propósito de exigir una ganancia ilícita o económica a cambio de la liberación de la persona secuestrada; o para obligar a alguien a hacer o a no hacer algo (Ley 599 de 2000).
		Hurtos rurales: apoderarse de una cosa mueble ajena, con el propósito de obtener provecho para sí o para otro (Artículos 239 y 240 de la Ley 599 de 2000).
		Homicidios rurales: la palabra *homicidio* deriva del vocablo latino *homicidĭum* 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 (culpabilidad)* (Instituto Nacional de medicina Legal y Ciencias Forenses, 2013).

Fuente: elaboración propia.

3.4 Rangos de aptitud y exclusiones técnicas

Para efectos de la zonificación de aptitud para el cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.*)* y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.*)* en estanques en tierra, se tomaron como referencia las categorías que la UPRA ha utilizado en los ejercicios de zonificación desarrollados hasta el año 2020, las cuales corresponden a categorías de aptitud competitiva: aptitud alta (A1), aptitud media (A2), aptitud baja (A3) y no apto (N1). Asimismo, se tienen en cuenta las categorías de exclusiones legales y condicionantes legales (Tabla 13).

Tabla 13. Categorías de aptitud para el cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.) en estanques en tierra con destino al consumo humano

Clase		Definición de la zona
Apto	**Alta (A1)**	Zonas con las mejores condiciones desde el punto de vista físico, socioecosistémico y socioeconómico
	Media (A2)	Zonas con limitaciones moderadas de tipo físico, socioecosistémico o socioeconómico.
	Baja (A3)	Zonas con fuertes limitaciones de tipo físico, socioecosistémico o socioeconómico las cuales podrían adecuarse con grandes inversiones o el desarrollo de nuevas tecnologías.
No apto (N1)		Zonas con restricciones físicas y socioecosistémicas que imposibilitan el desarrollo de la actividad
Exclusión legal (N2)		Zonas en las cuales, por mandato legal, no se permite el desarrollo de la actividad productiva.
Condicionante legal (C1)		Zonas que, independientemente de la categoría de aptitud, requieren de un análisis complementario de tipo legal, social, cultural o ambiental para el desarrollo de la actividad productiva.

Fuente: UPRA (2016).

3.4.1 Criterios y variables del componente físico

Desde el componente físico se definieron las áreas de aptitud, diferenciando las óptimas (A1), las moderadas (A2) y aquellas con aptitud baja (A3), así como las

exclusiones técnicas (N1), donde dado los requerimientos específicos del TUT en términos de clima y suelos, se presentan restricciones que imposibilitan el desarrollo de la actividad. En la Tabla 14 se presenta la calificación de las variables físicas para la zonificación de aptitud.

Tabla 14. Rangos de aptitud del componente físico para la zonificación de aptitud para el cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.) en estanques en tierra con destino al consumo humano

Criterios	Variables	Unidad de medida	Categorías de aptitud			
			Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apto (N1)
Disponibilidad de agua superficial	Índice climático de humedad para estanques	Rangos de índice	>0,90	0,77-0,90	0,40-0,77	<0,40
	Índice topográfico de humedad	Rangos de índice	>10	7,5-10	< 7,5	-
	Drenaje natural	Clases de drenaje	Muy pobre, pobre	Moderado, imperfecto	Bueno, excesivo	-
	Cercanía a drenajes dobles y cuerpos de agua	Buffer en metros	≤500	500-1000	>1000	-
Calidad del suelo para la productividad natural	Saturación de aluminio	Porcentaje (%)	<15	15-30	>30	-
	Saturación de bases	Órdenes y subórdenes taxonómicos de los suelos	Usteps (menos los Dystric), Eutroficos de Udepts, Molisoles, Vertisoles, Aridisoles, Alfisoles	Los Dystroficos de los Udepts (menos los Eutric), Andisoles	Spodosoles, Histosoles, Oxisoles, Ultisoles, Oxic, Plintic	-
	Carbono orgánico	Órdenes y subórdenes taxonómicos de los suelos	Resto de taxonomías	Resto de Andisoles; Histic, Oxic	Melanicos, Fulvudands, Pachic, Psamments, Oxisoles, Ultisoles	Histosoles
	Capacidad de intercambio catiónico (CIC)	Órdenes y subórdenes taxonómicos de los suelos y cmol/kg de suelo.	Todas las demás taxonomías (>24 cmol/kg)	-	Oxic (<24 cmol/kg) Oxisoles, Ultisoles, Espodosoles, Psamments	-
	Concentración de sales, sodio, y materiales sulfídicos	Órdenes y subórdenes taxonómicos de los suelos	Resto de taxonomías	-	Salic, Calcic, Rendolls Natric, Sodic Sulf	-

Criterios	Variables	Unidad de medida	Categorías de aptitud			
			Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apto (N1)
Condiciones del terreno para la construcción y manejo de estanques piscícolas	Pendiente	Porcentaje (%)	≤ 7	7-12	12-25	>25
	Textura	Órdenes y subórdenes taxonómicos de los suelos	Resto (demás taxonomías)	Fragic, Vertisoles	Arenic, Grossarenic, Petronodic, Vitric, Andisoles	Psamment, Psammentic, Histosoles
	Pedregosidad	Fase cartográfica	Sin fase de pedregosidad	-	Con fase de pedregosidad	-
	Profundidad del sustrato	Centimetro (cm)	Profundo, muy profundo (> 100)	Moderadamente profundo (50-100)	Superficial, muy superficial (< 50)	Lithic, Petroferric, Petrocalcic, Petrogypsic, (consociaciones) no suelo
	Drenaje natural	Clase de drenaje	Moderado, bueno	Imperfecto	Muy pobre, pobre, excesivo	-
Condiciones térmicas	Temperatura media del agua	Grados centígrados (°C)	>25	24-25	22-24	<22
Susceptibilidad a amenazas naturales	Susceptibilidad a la pérdida de suelos	Clases por susceptibilidad	Baja susceptibilidad a la pérdida de suelos, para el establecimiento de estanques acuícolas.	Moderada susceptibilidad a la pérdida de suelos, para el establecimiento de estanques acuícolas	Fuerte susceptibilidad a la pérdida de suelos, para el establecimiento de estanques acuícolas	Restricciones por susceptibilidad a la pérdida de suelos, que imposibilitan el establecimiento de estanques acuícolas
	Susceptibilidad a inundaciones	Duración	No hay, cortas	Largas	Muy largas	-
	Exposición a mareas	Áreas expuestas al ascenso del nivel del mar	Áreas sin influencia de ascenso del nivel del mar	-	-	Áreas de ascenso del nivel del mar

Fuente: elaboración propia.

3.4.2. Criterios y variables del componente socioecosistémico

Desde el componente socioecosistémico, en el criterio de cambio de cobertura, se identificaron áreas de exclusión técnica (N1), las cuales fueron definidas bajo los siguientes parámetros:

a. Coberturas que no hacen parte de la frontera agrícola nacional: se toma como primer referente de exclusión, todas aquellas coberturas que no son parte de la frontera agrícola (Resolución Minagricultura No. 261 de 2018), las cuales se relacionan a continuación (Tabla 15):

Tabla 15. Coberturas excluidas de la frontera agrícola nacional

Leyenda		
1.1.1. Tejido urbano continuo	3.1.1.1.1. Bosque denso alto de tierra firme	3.2.2.1. Arbustal denso
1.1.2. Tejido urbano discontinuo	3.1.1.1.2. Bosque denso alto inundable	3.2.2.2. Arbustal abierto
1.2.1. Zonas industriales o comerciales	3.1.1.1.2.1. Bosque denso alto Inundable heterogéneo	3.2.2.2.1. Arbustal abierto esclerófilo
1.2.1.1. Zonas industriales	3.1.1.1.2.2. Manglar denso alto	3.2.2.2.2. Arbustal abierto mesófilo
1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	3.1.1.1.2.3. Palmares	3.3.1. Zonas arenosas naturales
1.2.3. Zonas portuarias	3.1.1.2. Bosque denso bajo	3.3.1.1. Playas
1.2.4. Aeropuertos	3.1.1.2.1. Bosque denso bajo de tierra firme	3.3.1.2. Arenales
1.2.4.1. Aeropuerto con infraestructura asociada	3.1.1.2.2. Bosque denso bajo inundable	3.3.1.3. Campos de dunas
1.2.5. Obras hidráulicas	3.1.2. Bosque abierto	3.3.2. Afloramientos rocosos
1.3.1. Zonas de extracción minera	3.1.2.1.1. Bosque abierto alto de tierra firme	3.3.5. Zonas glaciares y nivales
1.3.1.2. Explotación de hidrocarburos	3.1.2.1.2. Bosque abierto alto inundable	3.3.5.2 Zonas nivales
1.3.1.3. Explotación de carbón	3.1.2.2.1. Bosque abierto bajo de tierra firme	4.1.1. Zonas pantanosas
1.3.1.5. Explotación de materiales de construcción	3.1.2.2.2. Bosque abierto bajo inundable	4.1.2. Turberas
1.3.1.6. Explotación de sal	3.1.3. Bosque fragmentado	4.1.3. Vegetación acuática sobre cuerpos de agua
1.3.2. Zona de disposición de residuos	3.1.3.1. Bosque fragmentado con pastos y cultivos	4.2.1. Pantanos costeros

1.4.1. Zonas verdes urbanas	3.1.3.2. Bosque fragmentado con vegetación secundaria	4.2.2. Salitral
1.4.1.1. Otras zonas verdes urbanas	3.1.4. Bosque de galería y ripario	4.2.3. Sedimentos expuestos en bajamar
1.4.1.2. Parques cementerio	3.2.1.1.2.3. Arracachal	5.1.4.2. Lagunas de oxidación
1.4.2. Instalaciones recreativas	3.2.1.2. Herbazal abierto	5.2.2. Mares y océanos
1.4.2.2. Áreas deportivas		5.2.2.2 Fondos coralinos someros
1.4.2.3. Áreas turísticas	3.2.1.2.1. Herbazal abierto arenoso	
3.1.1.1. Bosque denso alto	3.2.1.2.2. Herbazal abierto rocoso	

Fuente: UPRA (2018).

b. Coberturas incompatibles con el TUT: además de las coberturas que no son parte de la frontera agrícola, se incluyen otras coberturas y biomas-coberturas que, por sus características son incompatibles con el desarrollo de la producción de tilapia en estanques en tierra. Se enlistan a continuación (Tabla 16):

Tabla 16. Coberturas incompatibles con el TUT

Coberturas
3.3.3. Tierras desnudas y degradadas
5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales
5.1.3. Canales
5.1.4. Cuerpos de agua artificiales
5.1.4.1. Embalses

Fuente: elaboración propia.

c. **Bosques naturales 2010**: la capa de bosques naturales al año 2010 se obtuvo del mapa bosque/no bosque para Colombia, área continental (Imágenes escala fina Landsat escala 1:100.000) del (Ideam, 2016). Esta capa permite precisar las áreas con coberturas en bosques naturales y descontar dichas áreas del mapa obtenido de áreas transformadas para actividades agropecuarias (UPRA, 2018), generando exclusión técnica (N1). Esta capa responde a los compromisos adquiridos en el Acuerdo de París por parte de Colombia y a la Estrategia integral de control a la deforestación y gestión de los bosques. El año 2010 corresponde al año del punto de referencia para el corte de la medición de los Gases Efectos Invernadero (GEI), a partir del cual, se proyectó la

meta de reducción de emisiones GEI en Colombia para el año 2030. También en el 2010 se presentó un cambio en el comportamiento de la deforestación.

A continuación, se presentan los rangos de aptitud del componente socioecosistémico para la zonificación de aptitud para el cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.*)* y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.), en estanques en tierra, con destino al consumo humano, en estanques en tierra con destino al consumo humano en Colombia (Tabla 17).

Tabla 17. Rangos de aptitud del componente socioecosistémico para la zonificación de aptitud para el cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.), en estanques en tierra, con destino al consumo humano

Criterios	Variables	Unidad de medida	Categorías de aptitud			
			Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apto (N1)
Distribución geográfica de la especie	Distribución geográfica natural	Presencia	Drenajes dobles asociados a las zonas hidrográficas con presencia natural de especies nativas (yamú, bocachico, y bagre rayado)	Drenajes sencillos asociados a las zonas hidrográficas con presencia natural de especies nativas (yamú, bocachico y bagre rayado)	Áreas diferentes a los drenajes dobles y sencillos asociados a las zonas hidrográficas con presencia natural de especies nativas (yamú, bocachico y bagre rayado)	–
	Trasplante a fuentes naturales	Presencia	Drenajes dobles asociados a las zonas hidrográficas con presencia de especies nativas (yamú)	Drenajes sencillos asociados a las zonas hidrográficas con presencia de especies nativas (yamú)	Áreas diferentes a los drenajes dobles y sencillos asociados a las zonas hidrográficas con presencia de	-

Criterios	Variables	Unidad de medida	Categorías de aptitud			
			Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apto (N1)
			diferentes a su distribución natural	diferentes a su distribución natural	especies nativas (yamú) diferentes a su distribución natural	
	Trasplante a cultivos	Presencia	Cultivos presentes en áreas diferentes a las zonas hidrográficas con presencia de especies nativas (yamú, bocachico, bagre rayado) que no corresponden a su distribución natural	_	_	_
Integridad ecológica	Conectividad estructural de las coberturas naturales (CECN)	Categoría de costo-distancia acumulada	Conectividad baja (>17.500)	Conectividad media (0-17.500)	Conectividad alta (0)	-
	Índice de naturalidad (INAT)	Proporción de área de la unidad biogeográfica (%)	INAT muy baja-vital, baja-estratégica y moderada (<50)	INAT alta (50-75)	INAT muy alta-protección (75-100)	-
	Áreas de concentración de especies	Cualitativa Requiere asignación de pesos para integrar	2,27-3,0	1,6-2,27	<1,6	-

Criterios	Variables	Unidad de medida	Categorías de aptitud			
			Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apto (N1)
	sensibles (ACES)	especies sensibles en AICAS y APC; riqueza potencial de especies migratorias				
Apropiación y calidad de agua	Apropiación de agua	Millones de m^3 por año (Mm^3/año)	>4000	1000-4000	<1000	-
	Presión por calidad hídrica sectorial	Cualitativa	Baja y moderada >2261	Media alta y alta 1172-2261	Muy alta <1172	-
Cambio de cobertura	Cambio de cobertura de la tierra	Categoría de favorabilidad del cambio de cobertura para el establecimiento de granjas destinadas al cultivo comercial de especies nativas (yamú. bocachico y bagre rayado) en estanques en tierra.	Zonas de alta favorabilidad para el establecimiento de granjas destinadas al cultivo comercial de especies nativas en estanques en tierra, donde los cultivos confinados, mosaicos de cultivos, mosaicos de pastos y cultivos, tierras desnudas y degradadas, predominan;	Zonas de moderada favorabilidad para el establecimiento de granjas destinadas al cultivo comercial de especies nativas en estanques en tierra, dedicadas a usos agrícolas, donde predominan otros cultivos transitorios, palma de aceite, cultivos agroforestal	Zonas con favorabilidad marginal para el establecimiento de granjas destinadas al cultivo comercial de especies nativas en estanques en tierra, corresponde a coberturas en donde predominan los cultivos de ciclo corto o permanentes, dedicados a la producción de alimentos	Zonas no favorables para el establecimiento de granjas destinadas al cultivo comercial de especies nativas en estanques en tierra, son aquellas excluidas técnicamente y están referidas, principalmente, a las coberturas naturales y seminaturales, las áreas húmedas, las

Criterios	Variables	Unidad de medida	Categorías de aptitud			
			Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apto (N1)
			además áreas de pastos, limpios, enmalezados y arbolados y zonas quemadas.	es y áreas de mosaicos con espacios naturales	humanos, plantaciones forestales y áreas seminaturales; también incluye algunas unidades de coberturas naturales como los herbazales densos de tierra firme y herbazales inundables	superficies de aguas y los territorios artificializados

Fuente: elaboración propia.

3.4.3. Criterios y variables del componente socioeconómico

En el componente socioeconómico, la aptitud se distribuyó en las tres categorías: alta (A1), media (A2) y baja (A3). No se presentaron no aptos (N1). En la Tabla 18 se registran los rangos de aptitud desde el componente socioeconómico.

Tabla 18. Rangos de aptitud del componente socioeconómico para la zonificación de aptitud para el cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú *(Brycon amazonicus*), bocachico *(Prochilodus* sp.*)* y bagre rayado *(Pseudoplatystoma* sp.), en estanques en tierra, con destino al consumo humano

Criterios	Variables	Unidad de medida	Categorías de aptitud		
			Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)
Infraestructura y logística	Existencia de granjas	Predios	El predio con cultivo	Los dos colindante al predio.	Resto
	Cercanía a granjas productoras de semilla	Tiempo de desplazamiento (hora)	< 1	1-2	> 2

	Cercanía a puertos fluviales	Tiempo de desplazamiento (hora)	< 1	1-3	> 3
	Cercanía a plantas de producción de alimento	Tiempo de desplazamiento (hora)	< 1	1-2	> 2
	Cercanía a centros de servicios	Tiempo de desplazamiento (hora)	< 1/2	1/2-2	> 2
	Energía eléctrica	Favorabilidad en el acceso	Municipios > 2,3	Municipios 1,7 - 2,3	Municipios < 1,7
	Cercanía a puertos marítimos	Tiempo de desplazamiento (hora)	< 2	2-4	> 4
	Cercanía a aeropuertos	Tiempo de desplazamiento (hora)	< 1/2	1/2-1	> 1
Institucionalidad	Cercanía al gremio	Tiempo de desplazamiento (hora)	< 1	1-2	> 2
	Cercanía a la AUNAP	Tiempo de desplazamiento (hora)	< 1	1-2	> 2
	Cercanía a las CAR	Tiempo de desplazamiento (hora)	< 1	1-2	> 2
	Cercanía al ICA	Tiempo de desplazamiento (hora)	< 1	1-2	> 2
Disponibilidad de mano de obra	Densidad de la población rural en edad de trabajar	Número de habitantes rurales en edad de trabajar / km^2	> 28,53	12,15-28,53	< 12,15
	Oferta educativa	Tiempo de desplazamiento (hora)	< 1	1-2	> 2
Dinámica del mercado de tierras	Tamaño predial	Predios (ha)	>31	3-31	< 3
	Avalúo catastral rural	Millones de pesos/ha	< 4	4-19	> 19

	Tendencia a la formalidad	Predios	Predios con matrícula inmobiliaria sin presunción de informalidad	-	Predios sin interrelación catastro-registro; predios sin matrícula inmobiliaria; predios con falsa tradición; predios con mejoras y predios con resolución de inscripción en el registro 1 de la Ley de tierras despojadas y abandonadas forzosamente.
Seguridad ciudadana	Extorsiones rurales	Tasa de extorsiones rurales por cada 1000 habitantes	Sin ocurrencia del delito	≤0,2227	> 0,2227
	Secuestros rurales	Tasa de secuestros rurales por cada 1000 habitantes	Sin ocurrencia del delito	≤ 0,0719	> 0,0719
	Hurtos rurales	Tasa de hurtos rurales por cada 1000 habitantes	Sin ocurrencia del delito	≤4,8302	> 4,8302
	Homicidios rurales	Tasa de homicidios rurales por cada 1000 habitantes	Sin ocurrencia del delito	≤0,5308	> 0,5308

Fuente: elaboración propia.

3.5. Exclusiones legales y condicionantes legales

En esta fase de la metodología se identificó la normatividad que regula la realización de actividades productivas agropecuarias, en este caso en particular para el cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.), en estanques en tierra, ya sea de forma excluyente o condicionante. Los lineamientos corresponden a las directrices o reglas que orientan o excluyen un uso determinado del territorio rural, lo que implicó, en este caso, restricciones legales o condicionantes para el uso. El carácter excluyente se refiere a aquellas áreas sobre las cuales está prohibida la realización de proyectos

productivos, mientras que los condicionantes legales se refieren a impedimentos directamente relacionados con la normatividad que limita el uso del suelo por interés ambiental, cultural y social.

Los condicionantes legales agrupan todos aquellos factores de orden ecológico o social cuyo soporte implica que se supediten o puedan modificar algunos elementos de la producción comercial, sin que ello represente una restricción misma al uso o la reducción de la aptitud del territorio para su implementación. Por este motivo, requieren detalles adicionales que deben ser estudiados en conjunto con las autoridades ambientales competentes o con las comunidades allí establecidas.

Por lo tanto, las áreas bajo condicionantes legales podrán ser reclasificadas en la zonificación de aptitud, dependiendo del nivel de conocimiento que se tenga en el futuro, de solicitudes expresas de autoridades de ciertas áreas (territorios indígenas y afrocolombianos) o de aclaración de determinantes legales que puedan ser incluidos en la evaluación; como es el caso de la resolución 2879 de 2017 de la AUNAP en la cual “se establecen los requisitos que deben cumplir los establecimientos dedicados a la acuicultura en el país, para minimizar los riesgos de escape de especímenes de recursos pesqueros ícticos de especies exóticas, domésticas y/o trasplantadas y de camarón marino a cuerpos de agua naturales o artificiales”. En ese sentido, el mapa de la figura 19, señala que las áreas achuradas corresponden a las cuencas fuera de la distribución natural de yamú, bocachico y bagre rayado, en las cuales se deben considerar los requisitos del artículo tercero de dicha resolución, para el establecimiento de actividades acuícolas en estas zonas.

Desde los puntos de vista socioecosistémico y socioeconómico, en las áreas definidas por su importancia biológica, la producción comercial ha de proceder a través de mecanismos de consulta u otros que determine la legislación ambiental colombiana. Igualmente, se aplica este principio dado el compromiso internacional adquirido y ratificado por el país para la protección y la conservación de la biodiversidad, así como se considera la preexistencia de comunidades humanas que representan un patrimonio étnico de interés para el país, cuyos principios de vida, cultura y relacionamiento con el entorno natural, han de respetarse para no ponerse en riesgo. En estos lugares, la producción comercial debe proceder a través de mecanismos de consulta u otros que determine la legislación ambiental colombiana.

La Tabla 19 presenta las exclusiones legales para el cultivo comercial de especies nativas en estanques en tierra.

Tabla 19. Exclusiones legales de la zonificación de aptitud para el cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.), en estanques en tierra con destino al consumo humano

Variable	Áreas de exclusión
Ecosistemas estratégicos	**Páramos:** el Consejo de Estado indica, en la Providencia del 9 de marzo de 2015, que están absolutamente prohibidas las concesiones mineras, títulos mineros y actividades agropecuarias en los páramos colombianos; asimismo, faculta al Gobierno para cerrar las actividades de explotación minera y agropecuaria que se desarrollan en estos ecosistemas y que van en detrimento de estos. Señala que "el objetivo central de las normas ambientales es subordinar el interés privado, que representa la actividad económica, al interés público o social, que exige la preservación del ambiente". La providencia explicó que los ministerios de Ambiente, Agricultura y de Minas, están obligados a iniciar programas de sustitución y capacitación ambiental o de reconversión para las actividades agropecuarias que se desarrollaban en los páramos, antes de la entrada en vigor de la Ley 1450 del 2011. Sin embargo, si alguna de dichas labores pone en riesgo el ecosistema, el Estado podrá expropiar el predio para buscar la restauración y conservación ambiental. En los ecosistemas de páramos no se podrán adelantar actividades agropecuarias, ni de exploración o explotación de hidrocarburos y minerales. Para tales efectos, se considera como referencia mínima la cartografía contenida en el *Atlas de páramos de Colombia*, del IAVH, hasta tanto se cuente con cartografía a escala más detallada (Ley 1450 de 2011, artículo 202, parágrafo 1). La Sentencia C-035 de 2016 proferida por la Corte Constitucional establece que, ante la vulnerabilidad, fragilidad y dificultad de recuperación de los ecosistemas de páramo, el Estado tiene a su cargo la obligación de brindar una protección más amplia y especial, dirigida específicamente a preservar este tipo de ecosistema. Lo anterior no solo porque es un tipo de bioma que no es común en el mundo, sino también debido a los importantes servicios ambientales que presta, sumado al hecho que en la actualidad es un ecosistema sometido a intervenciones negativas o disturbios que afectan su supervivencia. De acuerdo con la Resolución 886 de 2018 del MADS, "Por la cual se adoptan los lineamientos para la zonificación y régimen de usos en las

Variable	Áreas de exclusión
	áreas de páramos delimitados y se establecen las directrices para diseñar, capacitar y poner en marcha programas de sustitución y reconversión de las actividades agropecuarias y se toman otras determinaciones", se viene avanzando en la zonificación de los páramos delimitados en relación con las actividades agropecuarias que se venían desarrollando con anterioridad al 16 de junio de 2011 de estas áreas, mediante el diseño de los programas de sustitución y reconversión de las actividades agropecuarias, la capacitación y puesta en marcha de estos programas a cargo del Minagricultura a través de la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), la Agencia Nacional de Desarrollo Rural (ADR), la Agencia Nacional de Tierras (ANT) y demás entidades adscritas y vinculadas.
Áreas protegidas	**Áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales:** forman parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (Sinap) y están integradas por los tipos de áreas consagradas en el artículo 329 del Decreto Ley 2811 de 1974 y el Decreto 2372 de 2010, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, que reglamenta el Sinap. Este incluye las figuras de: los parques nacionales naturales, el área natural única, las reservas naturales, de los santuarios de fauna, santuarios de fauna y flora y la Vía Parque. De conformidad con el artículo 30 del Decreto 622 de 1977, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, esta categoría es totalmente incompatible con las actividades agropecuarias e industriales.
	Parques naturales regionales: de conformidad con el Decreto 2372 de 2010, se considera un espacio geográfico en el que paisajes y ecosistemas estratégicos, en la escala regional, mantienen la estructura, la composición y la función, así como los procesos ecológicos y evolutivos que los sustentan y cuyos valores naturales y culturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlas a su preservación, restauración, conocimiento y disfrute.
	Reservas forestales protectoras: según el Decreto 2372 de 2010, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, se considera como espacios geográficos en los que los ecosistemas de bosque mantienen su función, aunque su estructura y composición hayan sido modificadas y los valores naturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su preservación, uso sostenible, restauración, conocimiento y disfrute. Estas zonas de propiedad pública o privada se reservan para destinarlas al establecimiento o mantenimiento y utilización sostenible de los bosques y demás coberturas vegetales naturales.

Variable	Áreas de exclusión
	Zonas de preservación y recuperación para la preservación del AMEM: según el Decreto 1989 de 1989 "por el cual se declara Área de Manejo Especial La Macarena, la Reserva Sierra de la Macarena, se clasifica y zonifica su territorio y se fijan sus límites reales", entre su zonificación se definen zonas para la preservación y recuperación para la preservación en los Distritos de Manejo Integrado que hacen parte del AMEM. Las zonas identificadas como exclusiones son: a) Recuperación para la preservación sur, b) Recuperación para la preservación norte, c) vertiente oriental y d) Serranía de La Lindosa. Se detallan los siguientes polígonos de zonificaciones: DMI Macarena Norte: • Zona de recuperación para la producción: áreas de uso de preservación • Zona de recuperación para la preservación: áreas de uso de preservación y áreas de uso de restauración DMI Losada-Perdido: • Zona de recuperación para la producción: áreas de uso de preservación
	Distritos de Manejo Integrado: de acuerdo con el artículo 14 del Decreto 2372 de 2010, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector Ambiental, corresponden a espacios geográficos en los que los paisajes y ecosistemas mantienen su composición y función, aunque su estructura haya sido modificada, y cuyos valores naturales y culturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su uso sostenible, preservación, restauración, conocimiento y disfrute. Se tienen en cuenta en esta categoría las zonas de preservación, restauración para la preservación y uso público (subzonas para la recreación y alta densidad de uso) identificadas en la zonificación descrita en los Planes de Manejo de los Distritos Regionales de Manejo Integrado (DRMI) La Tatacoa y Serranía de Peñas Blancas, elaborados por la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM) y adoptados por los acuerdos 012 de 2015 y 015 de 2020, respectivamente.
Planes de ordenación forestal	El decreto 1076 de 2016, recopila lo establecido en el decreto 1791 de 1996 el cual dictamina que las Corporaciones Autónomas Regionales deben contar con un plan de ordenación forestal, en el cual se definan las áreas boscosas pertenecientes a su jurisdicción y su respectivo manejo. En ese sentido el Plan de ordenación forestal es un documento desarrollado

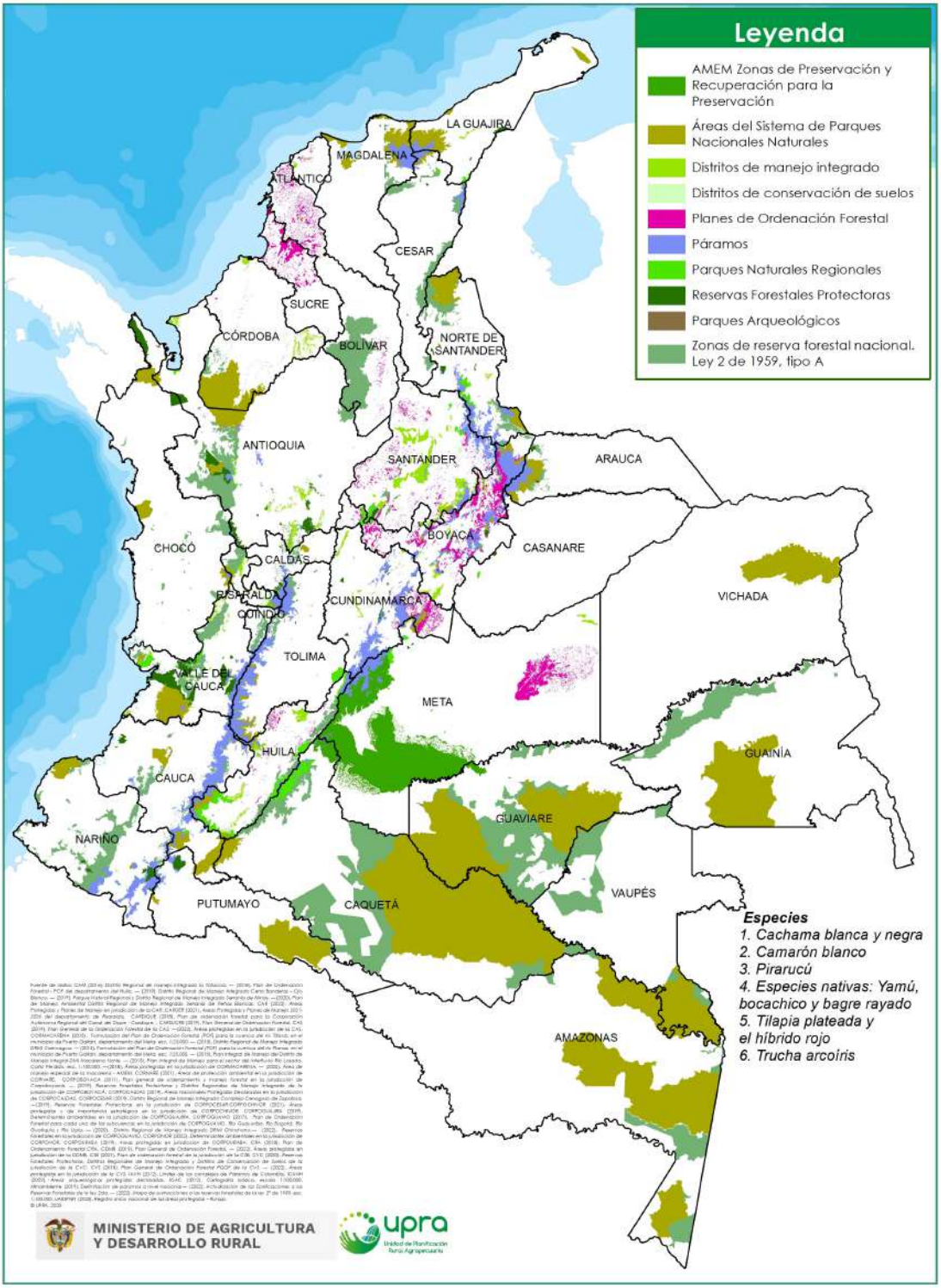
Variable	Áreas de exclusión
	por las Corporaciones Autónomas Regionales (CARS), fundamentado en la descripción de los aspectos bióticos, abióticos, sociales y económicos, de la zona, permitiendo ordenar las áreas forestales que se encuentran en el territorio, teniendo por objeto lograr el uso de los recursos forestales de manera planificada y asegurando la sostenibilidad en su aprovechamiento, por tanto se definen posibles usos, en función de su uso principal, uso condicionado y uso prohibido. Las exclusiones legales pertenecientes a los POF de la Corporación autónoma regional del alto Magdalena-CAM, Corporación autónoma regional del Canal del Dique-Cardique, Corporación para el desarrollo sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena (Cormacarena), para las cuenca del río Planas y del río Tillavá en el municipio de Puerto Gaitán, departamento del Meta, Corporación autónoma regional de Boyacá (Corpoboyacá), Corporación autónoma regional del Guavio (Corpoguavio, Corporación autónoma regional del Atlántico (CRA), Corporación Autónoma Regional de Sucre (Carsucre), Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB), Corporación Autónoma Regional del Sur de Bolívar (CSB), Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge (CVS) y Corporación Autónoma Regional de Santander (CAS), se relacionan con los usos prohibidos de las áreas forestales protectoras, áreas para la preservación, áreas forestales de protección para la preservación y restauración, áreas de protección para la conservación de la biodiversidad, suelos y recurso hídrico, Macro unidades de manejo forestal para la conservación de cuerpos de agua, restauración ecológica de rondas y para la conservación.
Parques arqueológicos	Los Parques arqueológicos son áreas arqueológicas protegidas, declarados mediante una resolución, los cuales han sido adaptados para recibir visitantes y que se encuentran bajo tutela del Instituto Colombiano de Antropología e Historia (Icanh), ello permite realizar labores de conservación e investigación. La declaratoria de un polígono como área arqueológica protegida genera un marco de protección sobre el área marcada y el encargado de ejecutar el plan de manejo arqueológico cuenta con el apoyo de entidades estatales para asegurar la conservación de estos espacios patrimoniales (Icanh, 2018).
Zonas de Reserva Forestal Nacional de	Las Zonas de Reserva Forestal Nacional (ZRFN) fueron creadas para el desarrollo de la economía forestal y protección de los suelos, las aguas y la vida silvestre, mediante la Ley 2.ª de 1959. Se compone de siete reservas forestales nacionales: ZRFN del Pacífico, ZRFN Central, ZRFN del Río

Variable	Áreas de exclusión
Ley 2.ª, zonas tipo A	Magdalena, ZRFN de la Sierra Nevada de Santa Marta, ZRFN de la Serranía de los Motilones, ZRFN del Cocuy y ZRFN de la Amazonia.
	La zonificación adelantada por el MADS en las Zonas de Reserva Forestal Nacional definió tres zonas tipo, denominadas A, B y C, donde se establece que las tipo A, son "las zonas que garantizan el mantenimiento de los procesos ecológicos básicos necesarios para asegurar la oferta de servicios ecosistémicos, relacionados principalmente con la regulación hídrica y climática; la asimilación de contaminantes del aire y del agua; la formación y protección del suelo; la protección de paisajes singulares y de patrimonio cultural; y el soporte a la diversidad biológica". El MADS adopta la zonificación y ordenamiento de las Reservas Forestales Nacionales, mediante las siguientes resoluciones: a. N.° 1922 de 2013, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal Central, establecida en la Ley 2 de 1959. b. N.° 1923 de 2013, adopta la zonificación y ordenamiento de la Reserva Forestal de la Serranía de los Motilones, establecida en la Ley 2 de 1959. c. N.° 1924 de 2013, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del Río Magdalena, establecida en la Ley 2 de 1959 d. N.° 1925 de 2013, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Amazonía, establecida en la Ley 2 de 1959, en los departamentos de Caquetá, Guaviare y Huila. e. No. 1926 de 2013, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del Pacífico, establecida en la Ley 2 de 1959 f. No. 1275 de 2014, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del Cocuy, establecida en la Ley 2 de 1959. g. No. 1276 de 2014, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Sierra Nevada de Santa Marta, establecida en la Ley 2 de 1959. h. No. 1277 de 2014, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Amazonía, establecida en la Ley 2 de 1959, en los departamentos de Amazonas, Cauca, Guainía, Putumayo y Vaupés.

Fuente: elaboración propia.

La Figura 13 corresponde al mapa de exclusiones legales para el cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú, bocachico y bagre rayado, en estanques en tierra.

Figura 13. Mapa de exclusiones legales de la zonificación de aptitud para el cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.), en estanques en tierra con destino al consumo humano



Fuente: elaboración propia.

En la siguiente tabla, se presentan los condicionantes legales definidos para la presente zonificación de aptitud.

Tabla 20. Condicionantes legales de la zonificación de aptitud para el cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano

Traspaso de cuencas	Define áreas en donde se debe promover la implementación de medidas de bioseguridad definidas en la resolución 02879 de 2017 del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y la Autoridad Nacional de Acuicultura y pesca (AUNAP) en la cual se establecen los "requisitos que deben cumplir los establecimientos dedicados a la acuicultura en el país para minimizar los riesgos de escape de especímenes de recursos pesqueros ícticos de especies exóticas, domésticas y/o trasplantadas y de camarón marino a cuerpos de agua naturales o artificiales", considerando que el traspaso de una especie nativa local a otro hábitat o cuenca, es la segunda causa más importante de pérdida de biodiversidad (Mojica *et al*., 2012), debido a que la especie puede convertirse en invasora y afectar a las especies nativas (Gutiérrez *et al*., 2012). Por lo tanto, el establecimiento de explotaciones acuícolas en estas zonas ajenas a la distribución natural de la especie de interés, deben considerar los requisitos del artículo tercero descritos en la resolución 02879, tanto para actividades de acuicultura en estanques (tierra, cemento, geomembrana y otros materiales), como en jaulas flotantes o jaulones.
Ecosistemas estratégicos (manglares, humedales, rondas hídricas y bosque seco tropical)	**Manglares:** se definen como ecosistemas de zonas costeras en los que se relacionan especies arbóreas de diferentes familias denominadas mangle, con otras plantas, con animales que allí habitan permanentemente o durante algunas fases de su vida, y con las aguas, los suelos y otros componentes del ambiente (Resolución 1602 de 1995 de Minambiente). Para su conservación el Minambiente desarrolló el "Programa Nacional para el Uso Sostenible, Manejo y Conservación de los Ecosistemas de Manglar", en el año 2002. En estos ecosistemas se prohíbe cualquier obra, industria o actividad que se localice dentro del área del manglar, y que destruya su cobertura forestal o altere los procesos ecológicos del ecosistema, exceptuando las labores comunitarias de acuicultura artesanal que no causen detrimento al manglar, y que sean debidamente aprobadas por las entidades administrativas de los recursos naturales competentes (Resolución 1602 de 1995 de Minambiente).
	Humedales: ecosistemas estratégicos de gran importancia ecológica ya que ofrecen una gran variedad de bienes y servicios a las comunidades aledañas. Estos ecosistemas han ido desapareciendo debido a diversos factores que alteran sus características físicas, biológicas y químicas, afectando así la flora y la fauna presente en ellos. El Decreto 1640 de 2012 plantea, en el artículo 2º, 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.

	Rondas hídricas: el artículo 3 del Decreto 1449 de 1977, "por el cual se reglamentan parcialmente el inciso 1 del numeral 5 del artículo 56 de la Ley número 135 de 1961 y el Decreto Ley número 2811 de 1974", compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, establece que los propietarios de los predios rurales tienen la obligación de mantener en cobertura boscosa dentro del inmueble respectivo, las áreas forestales protectoras, entendiéndose por estas, entre otras, "una faja no inferior a 30 metros de ancha, paralela a las líneas de marea máximas, a cada lado de los cauces de los ríos, quebradas y arroyos, sean permanentes o no, y alrededor de los lagos o depósitos de agua". La ronda, de conformidad con el artículo 10 de la Ley 388 de 1997, es una determinante ambiental que debe ser tenida en cuenta como norma de superior jerarquía por los municipios y distritos (Consulta 4120-E1-11525 del 7 de febrero de 2007 por el MADS). El Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección del Medio Ambiente, Decreto 2811 de 1974, establece una regulación en términos de propiedad en relación con las zonas paralelas a los cauces permanentes. En el artículo 83, literal "d", consagra que la faja paralela a las líneas de mareas máximas o al cauce permanente de ríos y lagos de hasta 30 m es un bien inembargable e imprescriptible del Estado, excepto si existen derechos adquiridos. En este sentido, el Decreto 3600 de 2007, que regula sobre los determinantes para el ordenamiento del suelo rural, en el artículo 4º señala que las rondas hidráulicas hacen parte de la categoría de áreas de conservación y protección ambiental, como áreas de especial importancia ecosistémica.
	Bosques secos tropicales: hacen parte de las zonas secas donde dominan especies con características morfofisiológicas con notable adaptación a la sequía. En estas zonas las sequías son pronunciadas (baja humedad atmosférica) y la evapotranspiración potencial es alta, a menudo asociada con escasez de nutrientes en el suelo. Estas zonas están sufriendo una rápida pérdida, fragmentación y degradación de sus ecosistemas, por 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.
Áreas protegidas	**Distritos de manejo integrado (DMI):** de conformidad con el artículo 14 del Decreto 2372 de 2010, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, son espacios geográficos en los que los paisajes y ecosistemas mantienen su composición y función, aunque su estructura haya sido modificada, y cuyos valores naturales y culturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su uso sostenible, preservación, restauración, conocimiento y disfrute.

	Zonas de producción y recuperación para la producción del AMEM: de acuerdo con el Decreto 1989 de 1989 “por el cual se declara Área de Manejo Especial La Macarena, la Reserva Sierra de la Macarena”, se clasifica y zonifica su territorio y se fijan sus límites reales; entre su zonificación se definen las zonas a) recuperación para la producción occidente, b) preservación vertiente oriental, c) producción Ariari-Guayabero, d) recuperación para la preservación sur y e) recuperación para la producción sur. Se consideran condicionantes. DMI Macarena Norte: • Zona de recuperación para la producción: áreas de uso de restauración y áreas de uso sostenible (áreas de uso para el desarrollo y áreas de uso para el aprovechamiento sostenible). DMI Losada-Perdido: • Zona de recuperación para la producción: áreas de uso de restauración para la preservación, áreas de uso de restauración para recuperación-rehabilitación y áreas de uso sostenible.
	Distritos de conservación de suelos (DCS): el Decreto 2372 de 2010, compilado por el Decreto 1076 de 2015 define que son espacios geográficos cuyos ecosistemas estratégicos, en la escala regional, mantienen su función, aunque su estructura y composición hayan sido modificadas; aportan esencialmente a la generación de bienes y servicios ambientales, cuyos valores naturales y culturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su restauración, uso sostenible, preservación, conocimiento y disfrute, por las restricciones debidas a su orientación de manejo para la recuperación de suelos alterados o degradados o la prevención de fenómenos que causen alteración o degradación en áreas especialmente vulnerables por sus condiciones físicas o climáticas o por la clase de utilidad que en ellas se desarrolla.
	Áreas de recreación: conforme al artículo 15 del Decreto 2372 de 2010, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, son espacios geográficos en los que los paisajes y ecosistemas estratégicos en la escala regional mantienen la función, aunque su estructura y composición hayan sido modificadas, con un potencial significativo de recuperación, y cuyos valores naturales y culturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su restauración, uso sostenible, conocimiento y disfrute; por esa razón, esta categoría impone restricciones similares a las de los distritos de manejo integrado.
	Reservas naturales de la sociedad civil (RNSC): hace referencia a la totalidad o una parte del área de un inmueble que conserve una muestra de un ecosistema natural y sea manejado bajo los principios de sustentabilidad en el uso de los recursos naturales y que, por la voluntad de su propietario, se destina para su uso sostenible, preservación o restauración con vocación de largo plazo (Decreto 2372 de 2010). Estas RNSC tienen una zonificación y un plan de manejo que deben ser previamente consultados, si se pretende desarrollar algún proyecto productivo dentro de esta zona.

	Zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medioambiente: por medio de las resoluciones 1987 y 1310 de 2018 del MADS, se declara una medida de precaución que protege temporalmente los sitios en los cuales se adelantan procesos de declaratoria de áreas protegidas nacionales y regionales. Esta es una acción estratégica que pretende aumentar la representatividad ecológica del sistema, la creación de áreas protegidas en los sitios definidos por los procesos técnicos a diferentes escalas, para la identificación de vacíos de conservación y definición de prioridades, con fundamento en dichos estudios.
Planes de ordenación forestal	Actualmente, el decreto 1076 de 2016, recopila lo establecido en el decreto 1791 de 1996 el cual dictamina que las Corporaciones Autónomas Regionales deben contar con un plan de ordenación forestal, en el cual se definan las áreas boscosas pertenecientes a su jurisdicción y su respectivo manejo. Por tanto, de acuerdo con los criterios técnicos y legales, referentes de uso y manejo para las Áreas de Ordenación Forestal definidas por la corporación autónoma regional del alto magdalena-CAM, Corporación autónoma regional del Canal del Dique (Cardique), Corporación para el desarrollo sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena (Cormacarena) para las cuenca del río Planas y del río Tillavá en el municipio de Puerto Gaitán, departamento del Meta, Corporación autónoma regional de Boyacá (Corpoboyacá), Corporación autónoma regional del Guavio (Corpoguavio), Corporación autónoma regional del Atlántico (CRA), Corporación Autónoma Regional de Sucre (Carsucre), Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB), Corporación Autónoma Regional del Sur de Bolívar (CSB), Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge (CVS) y Corporación Autónoma Regional de Santander (CAS), se presentan condicionantes legales relacionadas con las áreas forestales protectoras, protectoras para la regulación, Áreas de restauración del Bosque seco tropical (bs-T), Áreas forestales para la conservación, Áreas misceláneas y/o de producción mixta, Áreas críticas por erosión severa en suelos arenosos y vegetación herbácea, Áreas críticas por salinización en usos agrícolas intensivos, Área forestal de producción directa, Área forestal de protección para el uso sostenible, zonas para restauración, Plantaciones de carácter protector, Aprovechamiento artesanal de productos maderables y no maderables, Macro unidades de manejo forestal para la producción de maderas finas, ordinarias y PFNM, Servicios ambientales-conectividad biológica, y restauración ecológica.
Zonas de reserva forestal nacional, Ley 2.ª de 1959, zonas tipo B y C	**Zonas de Reserva Forestal Nacional de la Ley 2 de 1959, zonas tipo B y C:** las Zonas de Reserva Forestal Nacional fueron creadas para el desarrollo de la economía forestal y protección de los suelos, las aguas y la vida silvestre, mediante la Ley 2.ª de 1959. Se compone de siete reservas forestales nacionales: ZRFN del Pacífico, ZRFN Central, ZRFN del Río Magdalena, ZRFN de la Sierra Nevada de Santa Marta, ZRFN de la Serranía de los Motilones, ZRFN del Cocuy y ZRFN de la Amazonia.
	Zona tipo B: zonas que se caracterizan por tener coberturas favorables para un manejo sostenible del recurso forestal mediante un enfoque de ordenación forestal integral y la gestión integral de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. (Resolución MADS 1922 de 2013, que corresponde a la adopción de la zonificación de la Zona de Reserva Forestal Central).

	Zona tipo C: zonas que por sus características biofísica ofrecen condiciones para el desarrollo de las actividades productivas agroforestales, silvopastoriles y otras compatibles con los objetivos de la Reserva Forestal, que deben incorporar el componente forestal y que no impliquen la reducción de las áreas de bosque natural presentes en sus diferentes estados sucesionales (Resolución MADS 1922 de 2013, que corresponde a la adopción de la zonificación de la Zona de Reserva Forestal Central).
	Sustracciones de las reservas forestales de la Ley 2 de 1959: según el numeral 18, artículo 5º de la Ley 99 de 1993, en concordancia con el Decreto-ley 3570 de 2011, facultó al hoy MADS a reservar, alinderar y sustraer las reservas forestales nacionales. La sustracción se evalúa y otorga exclusivamente para la actividad que fue solicitada su sustracción; por este motivo las zonas sustraídas son solo para tal fin. Se estableció como condicionante, dado que las sustracciones se realizan para una actividad determinada con la cual fueron solicitadas y no se puede realizar otro uso. Por lo tanto, se incluyen en esta categoría las áreas con contratos de derechos de uso para estas zonas de reserva forestal tipo B y C.
Distinciones internacionales	Agrupa aquellos lugares que, por factores de orden ecológico, motivan el reconocimiento de su importancia a nivel internacional, y que el país reconoce mediante su adscripción a tratados. El soporte legal de estos implica que se supediten o puedan modificar algunos elementos de la producción comercial, sin que ello represente una restricción misma al uso o la reducción de la aptitud del territorio para su implementación. Por este motivo requieren detalles adicionales que deben ser estudiados en conjunto con las autoridades ambientales competentes. Las áreas son definidas por su importancia biológica y en concordancia con el compromiso internacional adquirido y ratificado por el país para la protección y conservación de la biodiversidad. En el ejercicio de zonificación de aptitud se consideran las siguientes distinciones internacionales.
	Reservas de la biósfera: áreas geográficas representativas de la diversidad de hábitats del planeta. Ya sean ecosistemas terrestres o marítimos, estas áreas se caracterizan por ser sitios que no son exclusivamente protegidos, sino que pueden albergar a comunidades humanas que vivan de actividades económicas sustentables que no pongan en peligro el valor ecológico del sitio. Una vez designado el nombramiento, la reserva queda reconocida internacionalmente, bajo soberanía de los respectivos Estados, quienes deben asegurar el cumplimiento y mantenimiento de las características excepcionales que hicieron posible la nominación.
	Convenio Ramsar: este convenio está referido a la protección de humedales; en él se define una zona húmeda o humedal como “cualquier extensión de marisma, pantano o turbera, o superficie cubierta de aguas, sean estas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de aguas marinas cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros” (Unesco, 1994).

	Respecto al Convenio Ramsar, es importante resaltar que, la Ley 1450 de 2011 menciona en el parágrafo 1 del artículo 2002, que en los ecosistemas de humedales se podrán restringir parcial o totalmente las actividades agropecuarias, de explotación de alto impacto y explotación de hidrocarburos y minerales, con sustento en estudios técnicos, económicos y sociales y ambientales adoptados por el Minambiente o quien haga sus veces, destacando que en los humedales designados dentro de la lista de importancia internacional de la convención Ramsar no se podrán adelantar dichas actividades, no obstante las limitaciones de estas áreas deben obedecer a su plan de manejo, donde se definen sus respectivas zonas de conservación, preservación y uso.
	Áreas de importancia para la Conservación de las Aves y la Biodiversidad (AICAS): áreas identificadas como sitios críticos para la conservación de aves y biodiversidad potencialmente vulnerable. La identificación de estas áreas es una iniciativa global liderada por BirdLife Internacional que corresponde a una federación que agrupa instituciones ornitológicas del mundo entero. En Colombia este programa comenzó en el 2001 y actualmente es coordinado por la Asociación Calidris con el apoyo del Instituto Humboldt. Los criterios técnicos para la identificación de un AICA se basan en la presencia de aves prioritarias para la conservación, por lo que se tienen en cuenta especies globalmente amenazadas (Criterio A1), especies de distribución restringida (Criterio A2), conjunto de especies restringidas a biomas (Criterio A3) y congregaciones de especies (Criterio A4).
Áreas de interés cultural y social	**Tierras de las comunidades negras:** terrenos en los que tiene su asentamiento histórico y ancestral las comunidades negras para uso colectivo, que constituye su hábitat, y sobre los cuales desarrollan sus prácticas tradicionales de producción, en relación con las que se profiere el acto administrativo, que reconoce la propiedad colectiva (ANT, 2017). Para recibir en propiedad colectiva las tierras adjudicables, cada comunidad debe conformar un Consejo Comunitario como forma de administración interna de las tierras de propiedad colectiva (Ley 70 de 1993).
	Áreas de reserva Ley 70 de 1993: son las tierras baldías en las zonas rurales ribereñas de los ríos de la cuenca del Pacífico, reconocidas a las comunidades negras, que han venido ocupando, de acuerdo con sus prácticas tradicionales de producción, como propiedad colectiva. Esto a fin de proteger la identidad cultural y los derechos de las comunidades negras de Colombia como grupo étnico y el fomento de su desarrollo económico y social, para garantizar que estas comunidades obtengan condiciones reales de igualdad de oportunidades frente al resto de la sociedad colombiana.
	Resguardos indígenas: Los resguardos indígenas son una institución legal y sociopolítica de carácter especial, conformada por una o más comunidades indígenas, que con un título de propiedad colectiva goza de las garantías de la propiedad privada, poseen su territorio y se rigen para el manejo de este y su vida interna por una organización autónoma amparada por el fuero indígena y su sistema normativo propio (Decreto 2164 de 1995, Ministerio de Agricultura). Tienen el carácter de inalienables, imprescriptibles e inembargables. El condicionante se fundamenta también en lo establecido por la Ley 21 de 1991 y el Convenio OIT 169 de 1989.

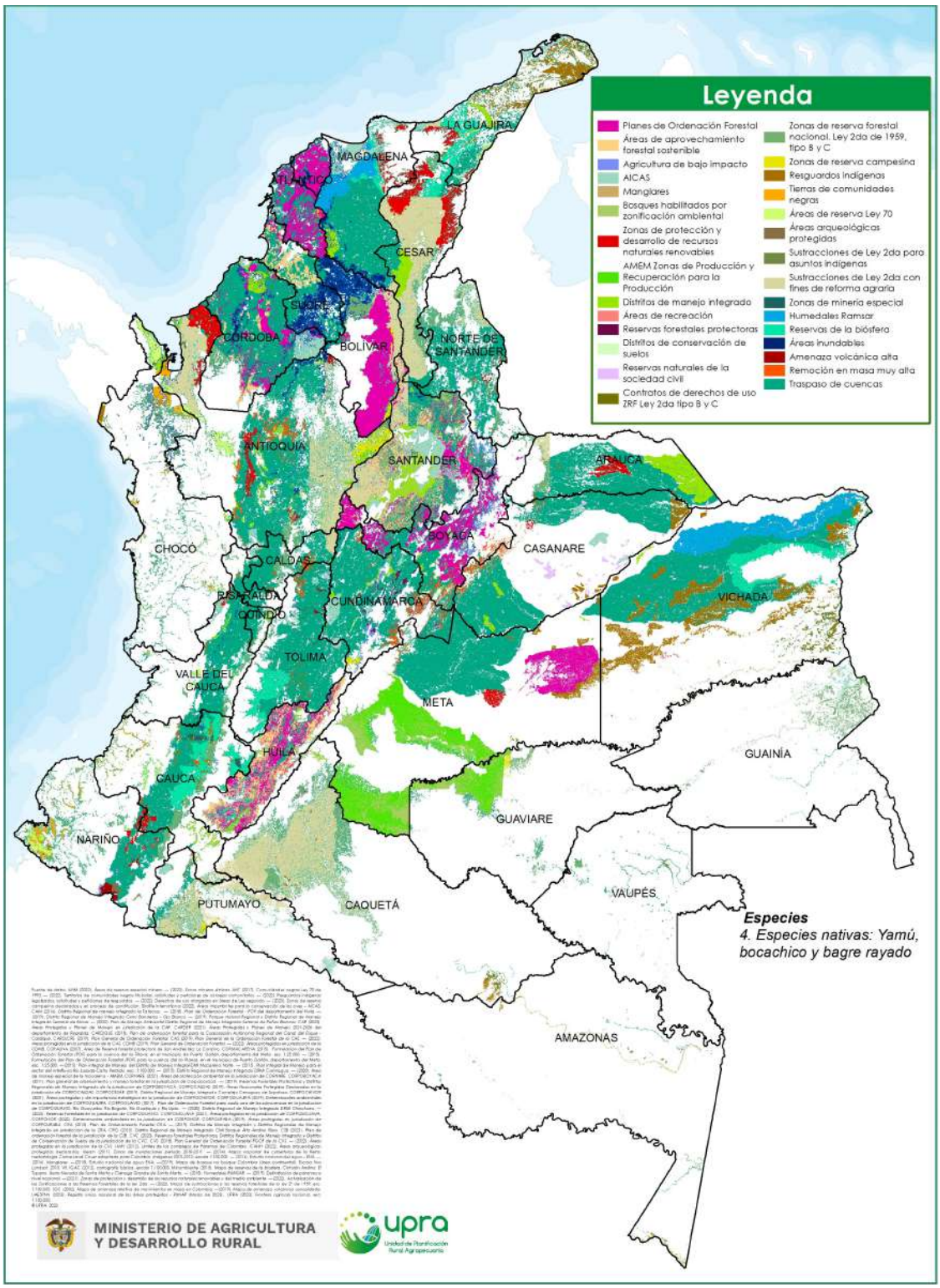
	Zonas de reserva campesina: son tierras baldías de la Nación adjudicadas a los campesinos de escasos recursos, con objeto de fomentar la pequeña propiedad rural, con sujeción a las políticas de conservación del área, medio ambiente, los recursos naturales renovables y a los criterios de ordenamiento territorial y de la propiedad rural que se señalen (Ley 160 de 1994). En las zonas de reserva campesina la acción del Estado tendrá en cuenta, además de los anteriores principios orientadores, las reglas y criterios sobre ordenamiento ambiental territorial, la efectividad de los derechos sociales, económicos y culturales de los campesinos, su participación en las instancias de planificación y decisión regionales y las características de las modalidades de producción.
	Paisaje Cultural Cafetero: área donde se encuentra el paisaje cultural productivo en el que se combinan elementos naturales, económicos y culturales con un extraordinario grado de homogeneidad en la forma de las plantaciones del café y del paisaje. Este paisaje fue reconocido como Patrimonio Cultural de la Nación y como bien inscrito en la Lista de Patrimonio Mundial de la UNESCO, que consiste en un territorio compuesto por zonas de especial interés arqueológico, histórico y cultural (Resolución 2079 de 2011, Ministerio de Agricultura).
	Áreas arqueológicas protegidas (AAP): es un polígono o zona delimitada en el territorio de Colombia que, por las particularidades y características únicas de sus evidencias arqueológicas, requiere una especial protección y conservación, con miras a abrir las posibilidades para la investigación, divulgación y, en algunos casos, el turismo responsable en ella (http://www.icanh.gov.co/nuestra_entidad/grupos_investigacion/grupo_patrimonio/Areas_arqueologicas_protegidas). Estas áreas contienen un plan de manejo arqueológico definido por el Instituto Colombiano de Antropología e Historia, en donde permite la realización de labores de agricultura tradicional y restringe el desarrollo de agricultura mecanizada en las áreas de potencial muy alto.
	Áreas de reserva especial minera (ARE): son áreas declaradas por la Agencia Nacional de Minería (ANM) en favor de una comunidad minera, en donde existan explotaciones tradicionales de minería informal, cuya concesión solamente se otorgará a la misma comunidad que haya ejercido la actividad minera tradicional, sin perjuicio de los títulos mineros vigentes (Ley 685 de 2001, art. 31, modificado por el art. 147 del Decreto 019 de 2012). De acuerdo con el artículo 32 de la Ley 685 de 2001, se considerarán “áreas libres” aquellas áreas objeto de reservas especiales que no quedaron vinculadas a proyectos mineros comunitarios, por lo que podrán ser otorgadas a terceros proponentes.
Agricultura de bajo impacto	Agrupan áreas en páramos delimitados en donde se desarrollan actividades de bajo impacto y ambientalmente sostenibles, en las cuales de acuerdo con la Ley 1930 de 2018 del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, se podrá permitir la continuación de las actividades agropecuarias de bajo impacto haciendo uso de buenas prácticas que cumplan con estándares ambientales en defensa de los páramos. De acuerdo con la resolución 1294 de 2021, corresponden a actividades agropecuarias de bajo impacto a “Actividades agrícolas, pecuaria, forestal, acuícola o pesquera, cuyos sistemas de producción, además de satisfacer las

	necesidades básicas de los habitantes tradicionales del páramo y generar ingresos económicos, no ponen en riesgo la funcionalidad del ecosistema de páramo, ni la prestación de los servicios ecosistémicos donde se desarrollan".
Gestión de riesgo	De acuerdo con la Ley 1523 de 2012 en la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, se define en el artículo 3 que la gestión del riesgo corresponde al "proceso social de planeación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas y acciones permanentes para el conocimiento del riesgo y promoción de una mayor conciencia del mismo, para impedir o evitar que se genere, reducirlo o controlarlo cuando ya existe y para prepararse y manejar las situaciones de desastre, así como para la posterior recuperación, entiéndase: rehabilitación y reconstrucción. Estas acciones tienen el propósito explícito de contribuir a la seguridad, el bienestar y calidad de vida de las personas y al desarrollo sostenible". Dentro de las variables de gestión de riesgo se incorporan la amenaza por remoción en masa, amenaza volcánica y áreas inundables. La Amenaza por remoción en masa muy alta comprende el desplazamiento ladera abajo de material litológico, suelo, roca o cobertura vegetal por acción de la fuerza de gravedad, la influencia de la pendiente del terreno y la cohesión o características del material (UPRA, 2018). La amenaza volcánica alta de acuerdo con UPRA (2018) comprende cualquier evento volcánico potencialmente destructivo que puede afectar un área determinada. Las Áreas inundables se definen como el desbordamiento del agua fuera de los límites normales de un río o cualquier cuerpo de agua y/o acumulación de agua en zonas de drenajes que normalmente no se encuentran anegadas (OMM No. 385 2012). De acuerdo con el Ideam (2017) la inundación involucra la sumersión temporal de terrenos que normalmente se encuentran secos debido a aportes inusuales y/o repentinos de una cantidad de agua superior a la habitual en la zona determinada.

Fuente: elaboración propia.

Los condicionantes legales de la zonificación de aptitud para el cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú, bocachico y bagre rayado, en estanques en tierra se representan en la figura 14.

Figura 14. Mapa de condicionantes legales de la zonificación de aptitud para el cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.), en estanques en tierra con destino al consumo humano



Fuente: elaboración propia.

3.6. Análisis multicriterio

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

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

3.6.1. Proceso analítico jerárquico (AHP)

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

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

Una vez construido el modelo jerárquico, se realizan comparaciones entre pares de dichos elementos (criterios), se atribuyen valores numéricos a las preferencias señaladas por las personas y se entrega una síntesis de estas mediante la agregación de esos juicios parciales.
El fundamento del proceso de Saaty se basa en dar valores numéricos a los juicios emitidos por las personas, con lo cual se logra medir, cómo contribuye cada elemento de la jerarquía al nivel inmediatamente superior del cual se desprende. Para estas

comparaciones, se utilizarán escalas de razón en términos de preferencia, importancia o probabilidad sobre la base de una escala numérica propuesta por el autor de la metodología (Tabla 21).

Tabla 21. Escala de referencia dentro del proceso de análisis jerárquico

Escala de valoración de la importancia de un criterio *x* sobre un criterio								
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			

Fuente: UPRA (2014).

3.6.2. Matriz del proceso analítico jerárquico

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

La Tabla 22 es una matriz de comparaciones pareadas de *n* criterios; *a* es la medida de la preferencia del criterio de la columna *j*. Cuando *i = j*, el valor de a_{ij} fue igual a 1, pues compara el criterio consigo mismo. La posición transpuesta de la medida de la preferencia a_{ji} automáticamente es el valor recíproco de a_{ij}, es decir, $1/a_{ij}$.

Tabla 22. Esquema de la matriz de comparación a nivel 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: UPRA (2014).

Partiendo de la matriz de comparaciones obtenida para el establecimiento del cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.*)*, en estanques en tierra se calculan las ponderaciones de los criterios y el análisis de consistencia estadística utilizando el *software* PriEsT (*Priority Estimation Tool*) (Siraj, Mikhalilov, & Keane, 2013).

La entrada de datos en esta herramienta es la matriz de comparación de pares de criterios, la cual se normaliza por columna —se divide el valor de cada casilla de la matriz entre el total de la sumatoria de la columna a la cual pertenece dicho valor—. A partir de la matriz normalizada, se obtiene el vector de prioridad asociado, que representa 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 define de la siguiente manera:

$$(\boldsymbol{P_1} * \boldsymbol{criterio_1}) + (\boldsymbol{P_2} * \boldsymbol{criterio_2}) + \cdots + (\boldsymbol{P_n} * \boldsymbol{criterio_n})$$

donde:

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

La Tabla 23 presenta la matriz de evaluación multicriterio biofísica para la zonificación de aptitud del cultivo de comercial de yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.), en estanques en tierra, que compara los componentes físicos y socioecosistémicos. Por su parte, la Tabla 24 muestra la matriz de evaluación multicriterio para el componente socioeconómico.

Tabla 23. Matriz de evaluación multicriterio biofísica para la zonificación de aptitud para el cultivo comercial de yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.) en estanques en tierra con destino al consumo humano

Criterios	Distribución geográfica de la especie	Disponibilidad de agua superficial	Calidad del suelo para la productividad natural	Condiciones del terreno para la construcción y manejo de estanques piscícolas	Condiciones térmicas	Integridad ecológica	Apropiación y calidad de agua	Susceptibilidad a amenazas naturales	Cambio de cobertura	Pesos (%)
Distribución geográfica de la especie	1									25,7
Disponibilidad de agua superficial	1/3	1								21,3
Calidad del suelo para la productividad natural	1/3	1/3	1							15,7
Condiciones del terreno para la construcción y manejo de estanques piscícolas	1/3	1/3	1/3	1						11,8
Condiciones térmicas	1/3	1/3	1/3	1/3	1					8,7
Integridad ecológica	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1				6,8
Apropiación y calidad de agua	1/3	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3	1			4,8
Susceptibilidad a amenazas naturales	1/5	1/5	1/5	1/5	1/3	1/3	1/3	1		3,2
Cambio de cobertura	1/7	1/7	1/7	1/5	1/5	1/5	1/3	1/3	1	2,0

Fuente: elaboración propia.

Tabla 24. Matriz de evaluación multicriterio socioeconómica para la zonificación de aptitud para el cultivo comercial de yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano

CRITERIO	Infraestructura y logística	Institucionalidad	Disponibilidad de mano de obra	Dinámica del mercado de tierras	Seguridad ciudadana	Pesos (%)
Infraestructura y logística	**1**					50,9
Institucionalidad	**1/3**	**1**				26,4
Disponibilidad de mano de obra	**1/5**	**1/3**	**1**			13,0
Dinámica del mercado de tierras	**1/7**	**1/5**	**1/3**	**1**		6,4
Seguridad ciudadana	**1/9**	**1/7**	**1/5**	**1/3**	**1**	3,3

Fuente: elaboración propia.

La Tabla 25 muestra la matriz de paso mediante la cual se cruzan los criterios (biofísicos y los criterios socioeconómicos para la generación del mapa integrado de la zonificación de aptitud del cultivo de tres especies ícticas nativas a escala 1:100.000 en Colombia.

Tabla 25. Matriz de paso para la zonificación de aptitud para el cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus sp.*) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma sp.)* en estanques en tierra, con destino al consumo humano

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

Fuente: UPRA (2019).

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

cada uno y se obtuvieron los mapas preliminares de zonificación de aptitud para el cultivo de tres especies ícticas nativas, que fueron validados con expertos.

$$S = \sum W_i * X_i$$

donde:

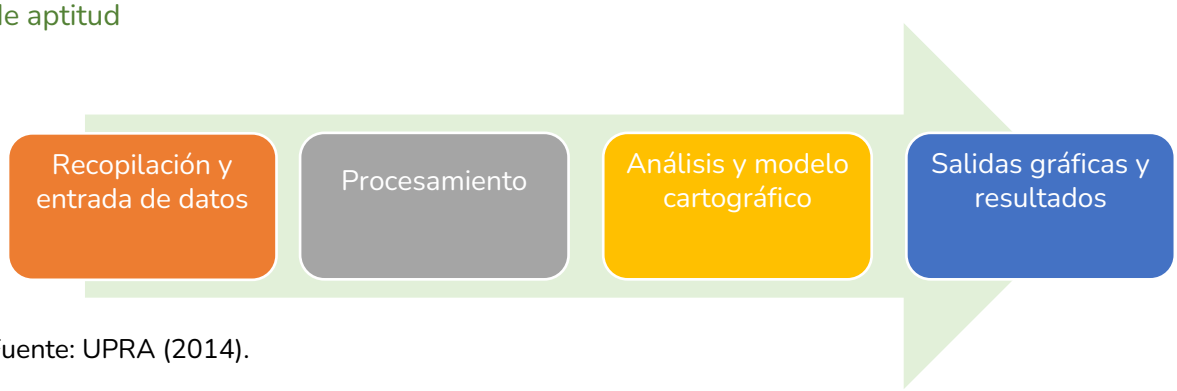
S = mapa con categorías de aptitud
W_i = peso del criterio i
X_i = valor del criterio i (valores 1, 2 o 3, correspondientes a la categoría de aptitud)

3.7. Análisis espacial y modelo cartográfico

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

Dentro del proceso de zonificación de aptitud, esta fase soportó muchos de los productos intermedios de tipo espacial para la obtención del mapa de aptitud para el cultivo comercial de las tres especies nativas: yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.*)* en estanques en tierra, con destino al consumo humano. Los pasos empleados por la Oficina de Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC) de la UPRA se presentan en la Figura 15.

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



Fuente: UPRA (2014).

- **Recopilación de información:** consistió en la búsqueda, solicitud y evaluación de la información (espacial y alfanumérica) utilizada por los diferentes componentes. Esta información provino de entidades y organizaciones relacionadas con la cadena productiva.

La UPRA agradece el apoyo técnico y logístico recibido de las entidades que participaron en la estructuración, análisis y retroalimentación del proceso de zonificación de aptitud para el establecimiento de los cultivos comerciales en estanques en tierra de seis alternativas productivas de la acuicultura en Colombia (tilapia plateada y el híbrido rojo, trucha arcoíris, cachama blanca y negra, camarón blanco, pirarucú y tres especies nativas: yamú, bocachico y bagre rayado), su colaboración, hizo posible realizar este avance en el ordenamiento productivo de esta actividad. Algunas de las entidades consultadas se presentan en la Tabla 26.

Tabla 26. Entidades y organizaciones colaboradoras en la zonificación de aptitud para el cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano

Entidades gubernamentales	**Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA)**
	Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (Incoder)
	Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)
	Autoridad Nacional de Pesca y Acuicultura (AUNAP)
	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (Minagricultura)
	Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia)
	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam)
	Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC)
	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Minambiente)
	Instituto Colombiano de Antropología e Historia (Icanh)
	Agencia Nacional de Tierras (ANT)
Academia	Universidad Nacional de Colombia
	Universidad de la Salle
	Politécnico de Colombia
	Universidad del Sinú
	Universidad de los Llanos
Centros de Investigación	Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andréis” (Invemar)
	Centro de Investigación de la Acuicultura de Colombia (Ceniacua)
Comercialización	Agroatlántida

	Vitamar
Asociaciones	Asociación de Acuicultores de los Llanos Orientales (Acuioriente)
	Propez
	Asociación de Acuicultores del Caquetá (Acuica)
	Federación Colombiana de Acuicultores (Fedeacua)
Insumos	Nutrición Animal (Solla)
	Compañía Productora de Alimentos Concentrados para Animales (Contegral)
	Alimentos Concentrados (Italcol)

Fuente: elaboración propia.

- **Procesamiento de la información:** abarcó una serie de procedimientos encaminados a disponer de la información en la manera 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 especialización dentro del modelo cartográfico definido para la zonificación.

- **Análisis de la información:** consistió en la generación y evaluación de las salidas gráficas de cada criterio de acuerdo con los rangos de calificación establecidos por el grupo de expertos. Los criterios se estandarizaron en rangos entre 0 y 3, que indican la transición entre lo no apto (0) y lo muy apto (3). Cuando los criterios no estuvieron conformados por variables continuas, el análisis se realizó mediante algunas estadísticas de la variable, asignando directamente la calificación de la categoría de aptitud.

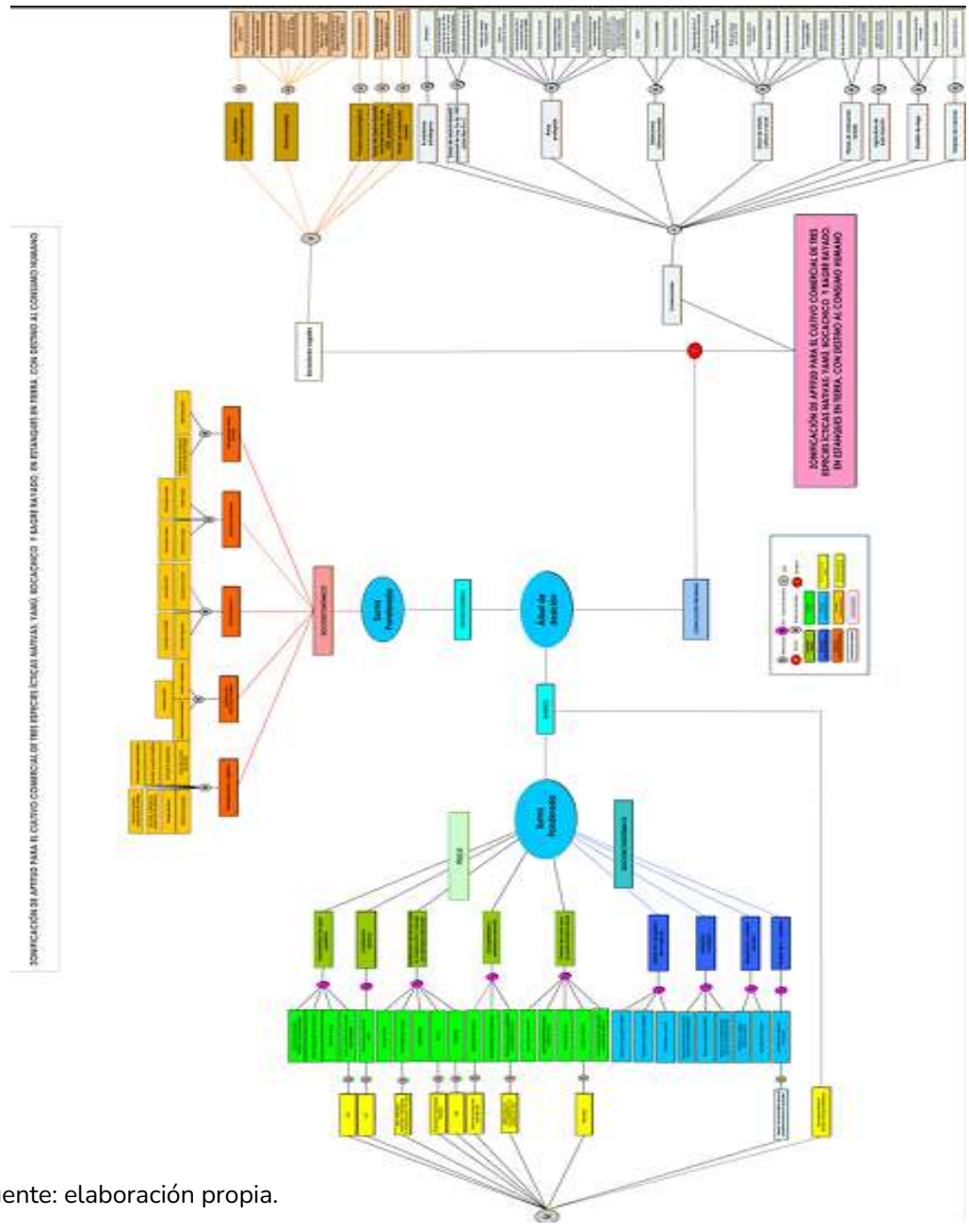
  Esta etapa del proceso también abarcó el modelo cartográfico, el cual es una forma de representación de los procesos espaciales involucrados para la zonificación. El modelo tuvo como insumos de entrada los mapas a nivel de variable y criterio generados por cada componente, la integración de estas capas ponderando su valor de acuerdo con los resultados de los análisis multicriterio y la integración de las exclusiones legales y condicionantes legales. Uno de los procedimientos de mayor uso en esta fase fue el álgebra de mapas, una serie de procedimientos que, operando sobre una o varias capas de información, en este caso los mapas generados de cada criterio permitían obtener información derivada cuyo resultado fue el mapa de zonificación de aptitud.

- **Salidas gráficas y resultados:** consistió en la presentación, a manera de mapas y estadísticas por departamento y municipio, de las zonas aptas y no aptas para el

cultivo comercial de tres especies ícticas nativas yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano. Estas salidas fueron soportadas dentro de la geodatabase (GDB) del proyecto.

La Figura 16 presenta el modelo cartográfico integral para la zonificación de aptitud para el para el cultivo comercial de tres especies ícticas nativas seleccionadas.

Figura 16. Modelo cartográfico integral para la zonificación de aptitud para el cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.) en estanques en tierra con destino al consumo humano



Fuente: elaboración propia.

3.8. Proceso de validación de los mapas

Se realiza con cuatro tipos de validaciones.

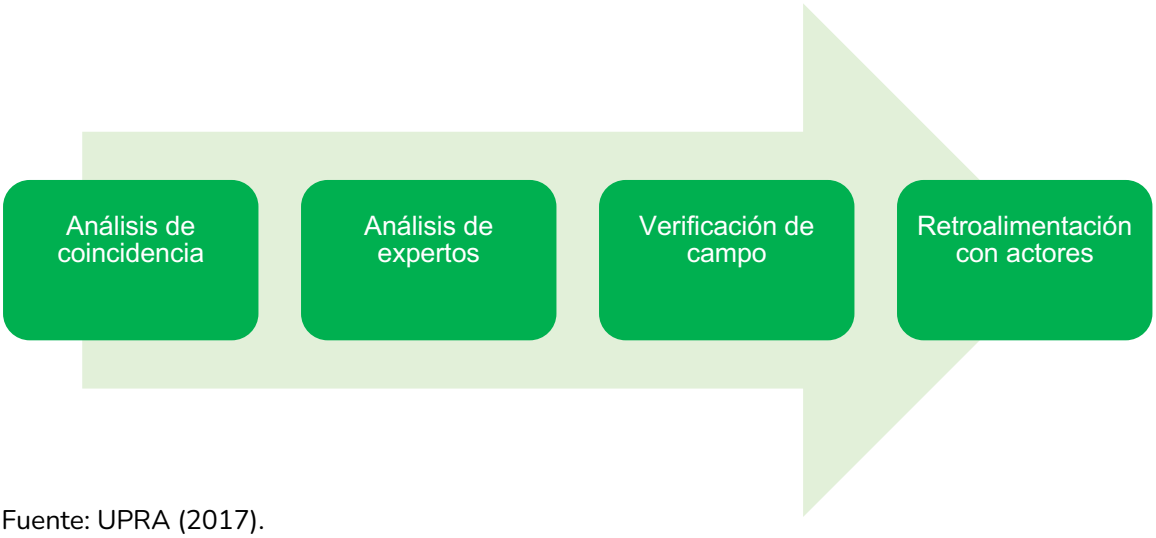
- Análisis de coincidencia: se aprovecha la información secundaria disponible especialmente, de los inventarios de granjas, para analizar el grado de concordancia entre la distribución espacial que se ha dado en desarrollo de la acuicultura y el mapa de aptitud, partiendo de la premisa de que la presencia de granjas de acuicultura no es sinónimo de áreas con aptitud.

- Análisis de expertos: se realizó a través de reuniones de trabajo con el comité técnico del convenio AUNAP y UPRA para la validación interna tanto de la metodología como de las variables, los criterios y los mapas integrados.

- Verificaciones de campo: a través de salidas donde se verificaron sitios priorizados de la zonificación.

- Retroalimentación con actores: se socializaron los productos a los actores del sector con el fin de retroalimentar el proceso de estructuración y análisis de los criterios para la generación del mapa final (Figura 17)

Figura 17. Procedimiento de validación de la zonificación de aptitud para el cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.) en estanques en tierra



Fuente: UPRA (2017).

La validación se realizó en diferentes momentos del proceso de zonificación mediante la realización de talleres regionales, de tal forma que se concertaron los criterios y variables identificados para la zonificación, los rangos de evaluación de esos criterios, la espacialización de criterios y variables, y el mapa integrado de aptitud.

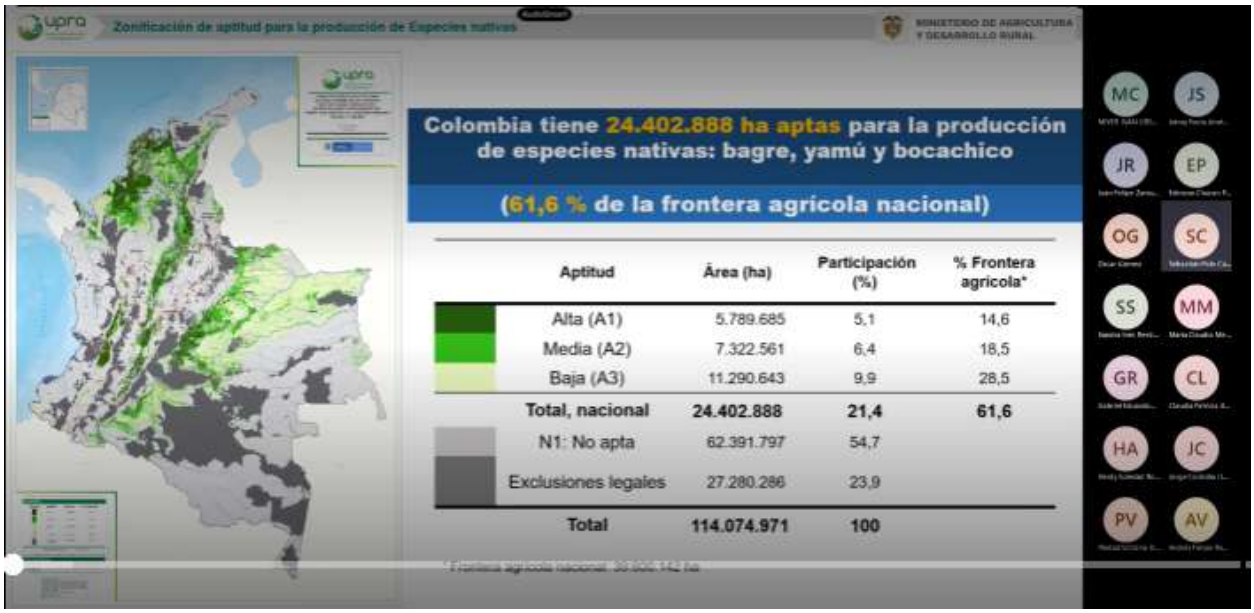
El proceso de zonificación de aptitud para la acuicultura se desarrolló de forma participativa a través de 14 talleres realizados en el 2015 en Medellín, Barranquilla, Neiva, Cali, Villavicencio, Bahía Málaga y Bogotá y en el 2016 en las ciudades de Cartagena, Florencia, Leticia, Pasto, Silvia, Tumaco y Villavicencio, donde participaron activamente actores de los diferentes eslabones de la cadena productiva con un total de 227 representantes de 59 instituciones en el 2015 y a 28 en el 2016. Entre 2015 y 2017, se realizaron reuniones con la mesa técnica del convenio, la cual fue conformada por expertos de amplio conocimiento técnico y trayectoria en el campo de la acuicultura en Colombia. De esta forma, se consolidaron aspectos metodológicos relevantes, criterios y variables y la evaluación de cada uno de ellos.

La metodología de zonificación de aptitud para la acuicultura y su aplicación son el resultado de un proceso participativo, guiado por una mesa técnica del convenio. Fueron los representantes de los diferentes eslabones de la cadena de la acuicultura, los que definieron, ponderaron y validaron los criterios que estructuraron la metodología y, posteriormente, revisaron los mapas resultantes de la zonificación.

3.8.1. Socialización virtual

Con el objetivo de presentar la metodología, discutir las variables, los rangos de aptitud y evaluar los mapas generados durante el proceso de actualización metodológica de la zonificación de aptitud para el cultivo comercial de camarón blanco, se adelantó una jornada de socialización con representantes de la AUNAP. En esta actividad, llevada a cabo el 21 de marzo de 2023, se logró identificar información relevante y retroalimentar el trabajo desarrollado por la UPRA (Figura 18)

.Figura 18. Presentación de resultados de la zonificación de aptitud para el cultivo comercial de especies nativas, en estanques en tierra. Marzo 21 de 2023



Fuente: elaboración propia.



4 Resultados

4. Resultados

El mapa de la zonificación de aptitud para el para el cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano a escala 1:100.000, mostró que, en Colombia se dispone de 25.211.444 ha aptas para el desarrollo de la actividad, lo cual equivale al 58,5 % de la frontera agrícola del país. De las áreas aptas, el 5,2 % (5.951.172), corresponde a aptitud alta (A1); 6,7 % (7.634.247), a aptitud media (A2) y el 10,2 % (11.626.025), a aptitud baja (A3). Las zonas no aptas (N1) representan 62.671.919 ha, en tanto que las exclusiones legales llegan a 26.191.607 ha (Tabla 27 y Figura 19).

Tabla 27. Áreas según categorías de aptitud para el cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.) en estanques en tierra en Colombia, escala 1:100.000

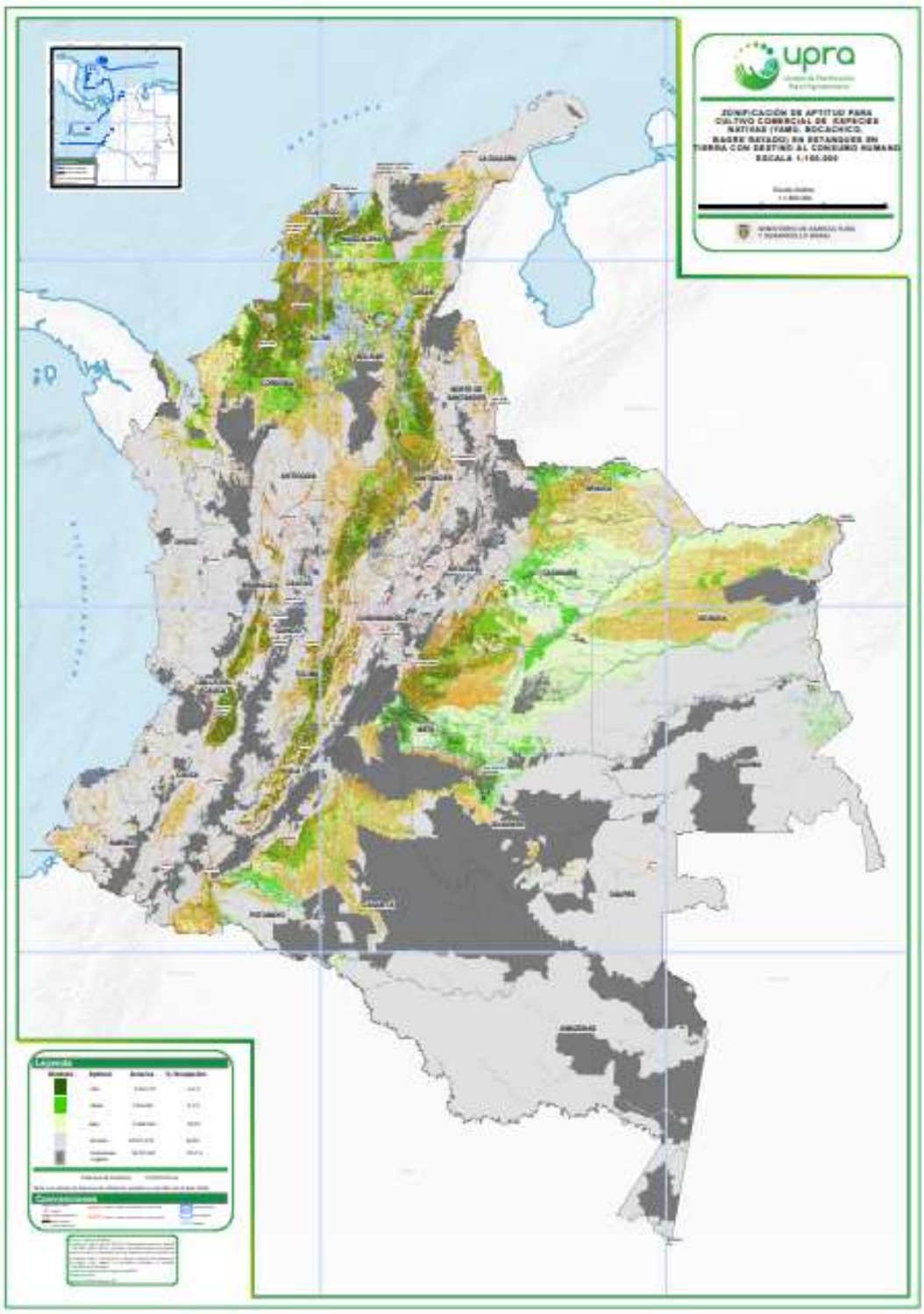
Categoría	Aptitud	Área (ha)	Participación (%)	Frontera agrícola* (%)
A1	Alta	5.951.172	5,2	13,8
A2	Media	7.634.247	6,7	17,7
A3	Baja	11.626.025	10,2	27,0
Total, área apta		**25.211.444**	**22,1**	**58,5**
N1	No apto técnico	62.671.919	54,9	
N2	Exclusiones legales	26.191.607	23,0	
Total, territorio nacional		114.074.971	100	

* Frontera agrícola nacional: 43.070.364 ha

Fuente: Elaboración propia.

Las áreas achuradas del mapa integrado (figura 19), corresponden a las cuencas fuera de la distribución natural de las tres especies nativas, en las cuales se deben considerar los requisitos del artículo tercero de la resolución 2879 de 2017 de la AUNAP.

Figura 19. Mapa de zonificación de aptitud para el cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.) en estanques en tierra en Colombia, escala 1:100.000



Fuente: elaboración propia.

Los resultados de la zonificación de aptitud muestran que los departamentos con las mayores áreas con aptitud alta (A1) son Córdoba (776.896 ha), Meta (732.342 ha), Santander (551.538 ha), Bolívar (372.967 ha) y Magdalena (364.112 ha), para la producción del cultivo comercial de tres especies ícticas nativas, yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.). Estos cinco departamentos participan con el 47,0 % de la aptitud alta (A1), equivalentes a 2.797.857 ha (

Tabla 28 y Figura 20).

Por su parte los departamentos con mayores áreas en aptitud media (A2), para el cultivo comercial de tres especies ícticas nativas, yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.), son: Meta (1.067.373 ha), Casanare (828.834 ha), Caquetá (599.536 ha), Córdoba (569.641 ha) y Cesar (560.688 ha). Estos cinco departamentos suman 3.626.072 ha y representan un 47,5 % del área de dicha aptitud en el país.

Los departamentos que cuentan con la mayor superficie con aptitud baja (A3), son Vichada 3.523.492 ha, Meta con 2.174.920 ha, Casanare con 1.828.869 ha, Antioquia con 694.104 ha y Caquetá con 671.740 ha. Estos cinco departamentos representan un 76,5 % de la aptitud baja (A3), equivalente a 8.893.124 ha (

Tabla 28).

Los departamentos que presentan las mayores áreas con aptitud para la producción comercial de tres especies ícticas nativas, yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.), en estanques en tierra en Colombia son Vichada (4.083.863 ha), Meta (3.974.635 ha), Casanare (2.852.192 ha), Córdoba (1.604.603 ha) y Caquetá (1.383.526 ha). Estos cinco departamentos participan con 55,1 % de las zonas aptas en el país, equivalentes a 13.898.819 ha; sin embargo, la gran mayoría de esta área se encuentra con aptitud baja (A3) (
Tabla 28).

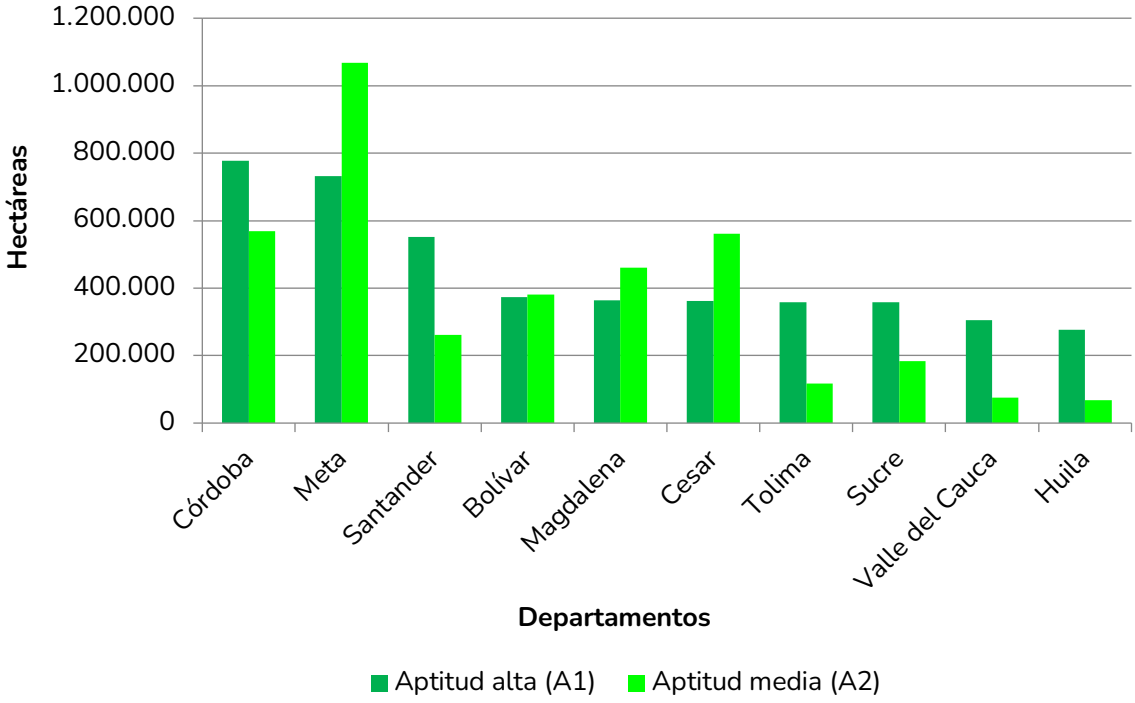
Tabla 28. Áreas aptas por departamento para el cultivo comercial de tres especies ícticas nativas, yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.) en estanques en tierra en Colombia (ha)

Departamentos	Aptitud alta (A1)	Aptitud media (A2)	Aptitud baja (A3)	Total apto
Córdoba	776.896	569.641	258.066	1.604.603

Meta	732.342	1.067.373	2.174.920	3.974.635
Santander	551.538	260.854	107.280	919.673
Bolívar	372.967	381.822	98.976	853.765
Magdalena	364.112	460.571	385.778	1.210.461
Cesar	362.659	560.688	114.853	1.038.200
Tolima	359.039	117.040	79.398	555.478
Sucre	358.411	183.984	25.486	567.881
Valle del Cauca	304.956	76.007	5.602	386.564
Huila	276.500	68.354	24.464	369.318
Antioquia	216.157	365.925	694.104	1.276.186
Casanare	194.489	828.834	1.828.869	2.852.192
Cundinamarca	182.421	71.761	30.813	284.995
Atlántico	155.273	32.157	274	187.705
Arauca	117.882	432.809	617.784	1.168.476
Caquetá	112.250	599.536	671.740	1.383.526
Cauca	90.320	46.527	123.758	260.606
Guaviare	81.021	162.616	114.642	358.278
Caldas	77.464	54.175	7.414	139.053
Putumayo	75.476	163.430	192.658	431.565
Boyacá	74.755	45.528	24.395	144.678
Norte de Santander	34.850	133.791	69.263	237.904
Quindío	31.516	8.363	437	40.316
Risaralda	28.163	2.990	127	31.280
Guainía	6.755	110.810	22.156	139.721
La Guajira	6.161	107.702	148.243	262.107
Vichada	2.590	557.781	3.523.492	4.083.863
Amazonas	2.117	12.312	9.867	24.295
Chocó	1.456	139.804	63.215	204.476
Nariño	632	2.291	187.255	190.179
Vaupés	-	8.770	20.696	29.466
San Andrés, Providencia y Santa Catalina	-	-	-	-
Total general	**5.951.172**	**7.634.247**	**11.626.025**	**25.211.444**

Fuente: elaboración propia.

Figura 20. Principales departamentos con aptitud alta (A1) y media (A2) para el cultivo comercial de tres especies ícticas nativas, yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.) en estanques en tierra en Colombia, escala 1:100.000 (ha)



Fuente: elaboración propia.

Los municipios que presentan la mayor superficie con aptitud alta (A1) para el cultivo comercial de tres especies ícticas nativas, yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.) en estanques en tierra en Colombia son Montería (Córdoba) con 219.072 ha; Cimitarra (Santander), con 177.721 ha, Pivijay (Magdalena) con 98.218 ha; Puerto López y San Martín (Meta), con 90.876 y 83.367 ha respectivamente (Tabla 29 y Figura 21).

Tabla 29. Principales municipios con aptitud alta (A1) para el cultivo comercial de yamú (B*rycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.) (ha).

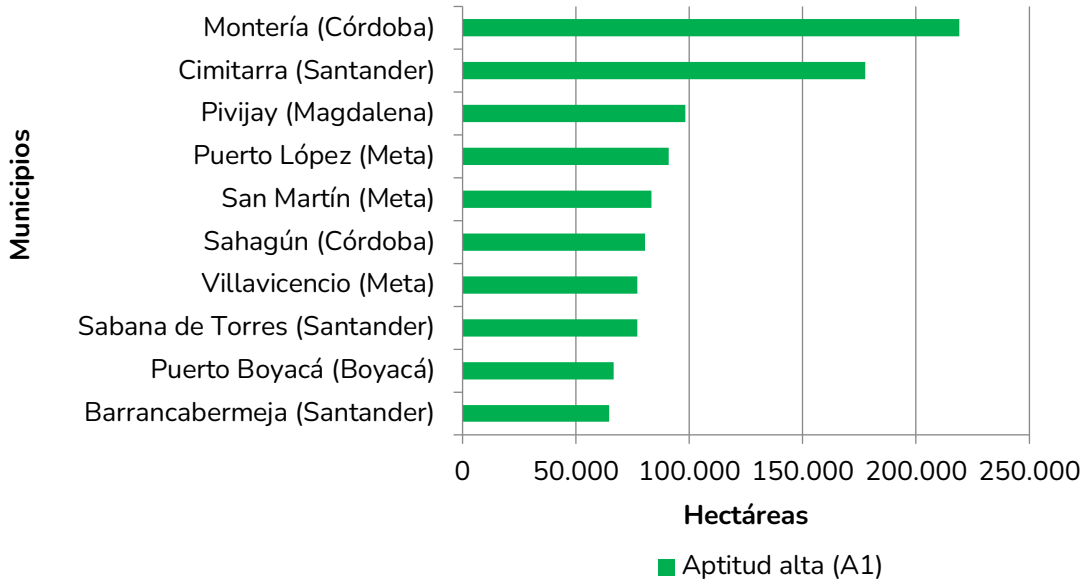
Municipios	Aptitud alta (A1)
Montería (Córdoba)	219.072
Cimitarra (Santander)	177.721
Pivijay (Magdalena)	98.218
Puerto López (Meta)	90.876
San Martín (Meta)	83.367

Sahagún (Córdoba)	80.570
Villavicencio (Meta)	77.154
Sabana de Torres (Santander)	77.089
Puerto Boyacá (Boyacá)	66.728
Barrancabermeja (Santander)	64.645
Arauquita (Arauca)	59.600
San Martín (Cesar)	56.031
Lorica (Córdoba)	52.493
Palmira (Valle del Cauca)	48.628
Magangué (Bolívar)	45.343

Fuente: elaboración propia.

En la Figura 21, se presenta los primeros diez municipios del país con aptitud alta (A1)

Figura 21. Principales municipios con aptitud alta (A1) para el cultivo comercial de yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.) (ha)



Fuente: elaboración propia.

De igual manera, los municipios que presentan la mayor superficie con aptitud media (A2), para cultivo comercial de yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.) en estanques en tierra en Colombia, son: Cumaribo (Vichada) con 252.281 ha; Puerto Gaitán (Meta) con 214.954 ha, La

Primavera (Vichada) con 167.728 ha, Mapiripán (Meta) con 151.248 ha, Maní (Casanare) con 142.109 ha, que suman 928.321 ha (Tabla 30).

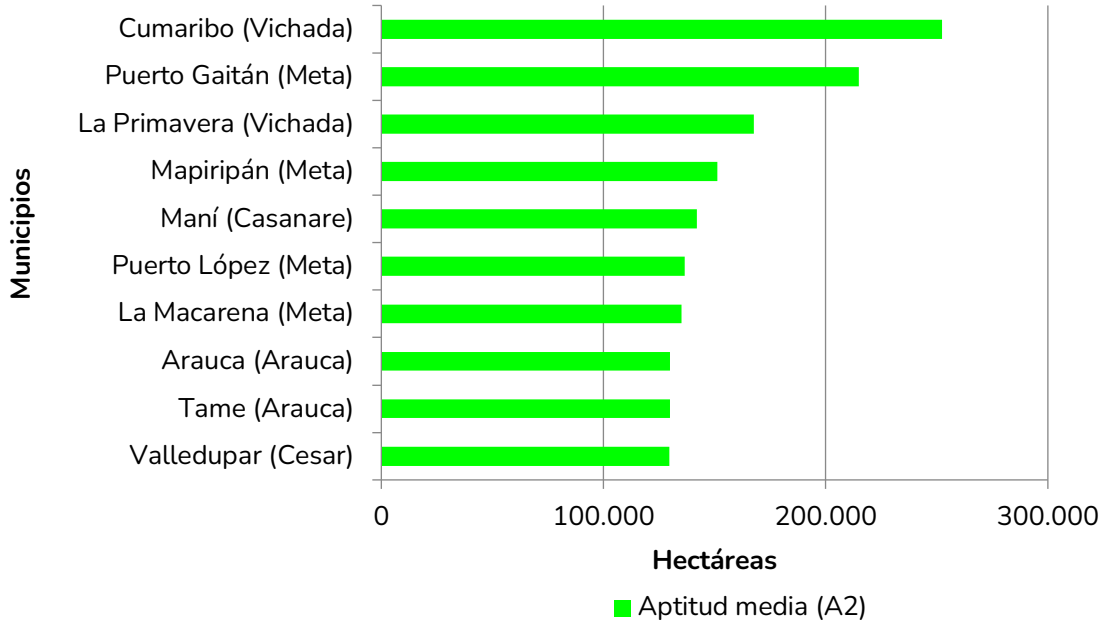
Tabla 30. Principales municipios con aptitud media (A2) para el cultivo comercial de yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.) en estanques en tierra en Colombia (ha)

Etiquetas de fila	Aptitud media (A2)
Cumaribo (Vichada)	252.281
Puerto Gaitán (Meta)	214.954
La Primavera (Vichada)	167.728
Mapiripán (Meta)	151.248
Maní (Casanare)	142.109
Puerto López (Meta)	136.453
La Macarena (Meta)	135.233
Arauca (Arauca)	130.019
Tame (Arauca)	129.955
Valledupar (Cesar)	129.725
Cartagena del Chairá (Caquetá)	105.424
San José del Guaviare (Guaviare)	103.177
Tauramena (Casanare)	96.767
Paz de Ariporo (Casanare)	96.321
Orocué (Casanare)	95.863

Fuente: elaboración propia.

En la figura 22 se presentan los primeros diez municipios con aptitud media (A2).

Figura 22. Principales municipios con aptitud media (A2) para el cultivo comercial de yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.) en estanques en tierra en Colombia, escala 1.100.000 (ha)



Fuente: elaboración propia.

En cuanto a los municipios que presentan la mayor superficie con aptitud baja (A3), para el cultivo comercial de tres especies ícticas nativas, yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.) en estanques en tierra en Colombia, son: La Primavera y Cumaribo (Vichada) con 1.327.263 y 1.259.761 ha, Puerto Gaitán (Meta) 844.203 ha, Paz de Ariporo (Meta) 731.250 ha y Puerto Carreño (Vichada) con 653.072 ha (Tabla 31 y figura 23).

Tabla 31. Principales municipios con aptitud baja (A3) para el cultivo comercial de yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.) en estanques en tierra en Colombia (ha)

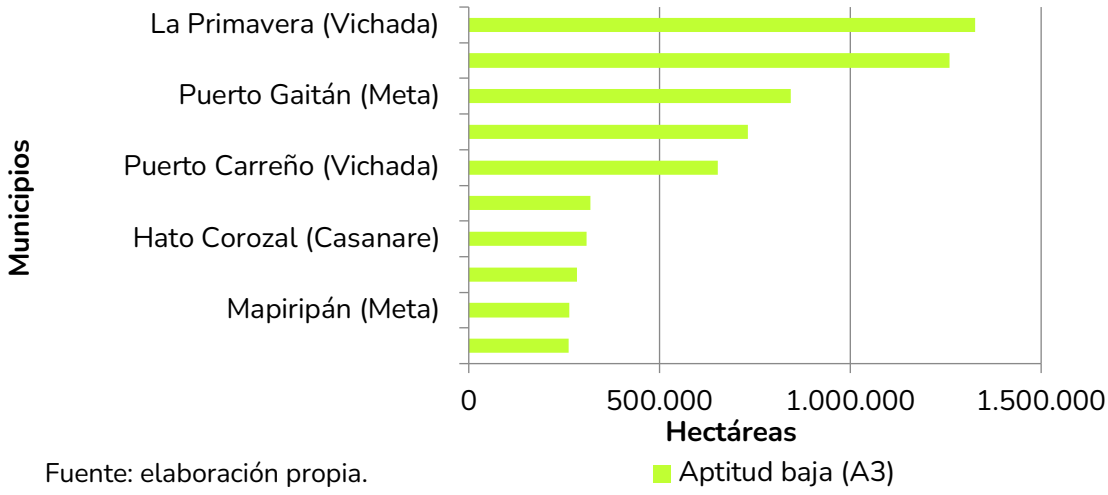
Departamentos	Aptitud baja (A3)
La Primavera (Vichada)	1.327.263
Cumaribo (Vichada)	1.259.761
Puerto Gaitán (Meta)	844.203
Paz de Ariporo (Casanare)	731.250

Puerto Carreño (Vichada)	653.072
La Macarena (Meta)	319.506
Hato Corozal (Casanare)	308.408
Santa Rosalía (Vichada)	283.397
Mapiripán (Meta)	263.187
San Martín (Meta)	262.404
Puerto López (Meta)	246.792
Orocué (Casanare)	239.777
Arauca (Arauca)	180.744
Cravo Norte (Arauca)	176.189
San Vicente del Caguán (Caquetá)	175.277

Fuente: elaboración propia.

En la figura 23 se presentan estos diez municipios con aptitud baja (A3).

Figura 23. Principales municipios con aptitud baja (A3) para el cultivo comercial de yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.) en estanques en tierra en Colombia, escala 1.100.000 (ha)



Fuente: elaboración propia.

De otra parte, los municipios que presentan las mayores áreas con aptitud para el cultivo comercial de tres especies ícticas nativas, yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.) en estanques en tierra en Colombia, fueron Cumaribo y La Primavera (Vichada) con 1.512.699 y 1.494.991 ha respectivamente, Puerto Gaitán (Meta) con 1.076.297 ha, Paz de Ariporo (Casanare) con 827.571 ha y Puerto Carreño (Vichada) 744.802 ha; a pesar de ser grandes extensiones con aptitud para estos cultivos, la gran mayoría del área tiene baja aptitud (A3).



5 Conclusiones

5. Conclusiones

Colombia dispone de suficiente área apta para el cultivo comercial de yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.), en estanques en tierra.

Para la producción comercial de estas especies nativas, es indispensable contar con las facilidades de obtener el agua oportunamente durante todo el ciclo del cultivo, por tal motivo, las mayores aptitudes se localizan en áreas bajas y cercanas a los cuerpos de agua como los ríos y las quebradas. Se destacan por sus mayores áreas de alta aptitud principalmente los departamentos de Córdoba, Meta, Santander, Bolívar y Magdalena.

La temperatura media del agua y el índice climático de humedad para estanques (ICE), son variables determinantes para esta actividad económica. El clima cálido es óptimo para la producción comercial de las tres especies, mientras que las áreas del país con algún déficit hídrico, como es el caso de partes del Caribe y la Orinoquia, presentan descensos en la productividad.

El criterio distribución geográfica de la especie corresponde al de mayor importancia en la integración biofísica, en donde se observa que las áreas de aptitud alta (A1) corresponden a la distribución natural de las tres especies nativas, representadas por gran parte de las cuencas hidrográficas del territorio nacional, en la Orinoquía, Amazonía, región andina y parte de la caribe y pacífica.

El criterio de integridad ecológica indica que una gran parte de las áreas de aptitud se encuentra en zonas de baja integridad, a excepción de las áreas localizadas en Arauca, Meta, Vichada y Casanare donde podría existir algún impacto sobre los ecosistemas naturales.

Para el criterio de apropiación de agua, se evidencian limitaciones en el uso de esta por aspectos de calidad, en la costa caribe, medio y bajo Magdalena, Santander, Arauca y algunas zonas de Vichada, al presentarse zonas con aptitud baja (A3) y media (A2).

Desde el componente socioeconómico, se confirma que esta actividad requiere de buena infraestructura, que genere un diferencial competitivo entre las zonas aptas, que facilite la producción, distribución y comercialización, a través de un equipamiento urbano y comercial necesario para una eficiente logística que garantice que el producto

llegue estado óptimo al consumidor. Se destaca la ubicación de las granjas, la cercanía a granjas productoras de semilla, a puertos fluviales y a plantas de alimentos balanceados.

La aptitud alta (A1) para la producción acuícola de yamú, bocachico y bagre rayado, sobresale en áreas en los departamentos de Córdoba, Meta, Santander, Sucre, Cesar y Bolívar.

En cuanto al criterio institucionalidad, existe un positivo impacto por la cercanía al gremio y a la AUNAP; las zonas con aptitud alta (A1) para la producción acuícola, están ubicadas en Cundinamarca, Boyacá, Antioquia y Tolima, lo que facilita el desarrollo y soporte de la cadena productiva.

La mayor parte de los departamentos de Valle del Cauca, Cauca, Huila, Cundinamarca, Antioquia, Boyacá y Tolima, ofrecen condiciones favorables de provisión de mano de obra, que sobrepasan los requerimientos de la producción, a pesar de las bajas densidades poblacionales por unidad espacial en la mayoría del territorio nacional.

La dinámica del mercado de tierras valora el tamaño del predio, que para este caso supere las 3 ha, un precio accesible y que cumpla con las condiciones de formalidad de este.



6 Referencias

6. Bibliografía

Agricultura. (2015). *Memorias al Congreso de la República 2010-2014*. Bogotá: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

Agricultura, M. d. (2015). *Memorias al Congreso de la República 2010-2014.* Bogotá: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

AGROPECUARIO, D. C. (14 de SEP de 2018). *BOLETIN 10 CNA*. Obtenido de http://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/agropecuario/censo-nacional-agropecuario-2014#9

AGROPECUARIO, D. C. (14 de sep de 2018). *Resultados Tomo 2*. Obtenido de https://www.dane.gov.co/files/images/foros/foro-de-entrega-de-resultados-y-cierre-3-censo-nacional-agropecuario/CNATomo2-Resultados.pdf

Amador del Ángel L.E., E. d. (2014). *Aspectos biológicos e impacto socio-económico de los plecos del género Pterygoplichthys y dos cíclidos no nativos en el sistema f1uvio lagunar deltaico Río Palizada, en el Área Natural Protegida Laguna de Términos, Campeche*. México D. F.: Universidad Autónoma del Carmen. Centro de Investigación de Ciencias Ambientales. Facultad de Ciencias Naturales.

Amiri, F., Rashid, A., Shariff, M., & Saadaffar, A. (2011). Modeling Land Suitability Analysis to Livestock Grazing Planning Based on GIS. *World Applied Sciences Journal*, 1549-1564.

AUNAP-FAO. (2014). *Plan Nacional para el desarrollo de la acuicultura sostenible en Colombia PlaNDAS. Bogotá*. Bogotá.

Boyd. (2015). *Water Quality An Introduction*. Auburn.

Boyd, C. E. (1995). Bottom soils, sediment, and pond aquaculture. *Department of Fisheries and Allied Aquacultures at Auburn University*, 63-65.

Boyd, C. E., Wood, C. W., & Toworn, T. (2002). Aquaculture pond bottom soil quality management. (USAID, Ed.) *Pond/Aquaculture collaborative research support program Oregon State University Corvallis*, 9,15,28.

Boyd, E. (1995). Bottom soils,sediment,and pond aquaculture. 63,65.

Boyd., E. (2002). Aquaculture pond bottom soil quality management. 9,15,28.

Ciontescu, N. (2012). *Instructivo metodológico para la evaluación de atributos e integridad ecológicos en áreas protegidas ArcGIS-Fragstats.* Bogotá: Parques Nacionales Naturales de Colombia.

CONGRESO DE COLOMBIA. (26 de Junio de 2003). LEY 811 DE 2003. Bogotá, Colombia.

Corantioquia y Centro Nacional de Producción Más Limpia. (2016). Manual de Producción y Consumo Sostenible Gestión del Recurso Hidríco Piscícolas Cultivo de Trucha y Tilapia. Obtenido de http://www.corantioquia.gov.co/SiteAssets/PDF/Gesti%C3%B3n%20ambiental/Producci%C3%B3n%20y%20Consumo%20Sostenible/Manuales_GIRH/Pisciola.pdf

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* (págs. 68-71). Ámsterdam:: KIT Publishers BV.

Corrales, E. (2002). *Cuadernos tierra y justicia No. 5. Sostenibilidad agropecuaria y sistemas de producción campesinos.* Bogotá, D.C.: Pontificia Universidad Javeriana. Recuperado el 12 de abril de 2016, de http://www.academia.edu/5262747/CUADERNOS_TIERRA_Y_JUSTICIA_No._5

Correa , A. (2009). Análisis del estado actual de conectividad de las coberturas vegetales de la cuenca media del río Tunjuelo. *Revista Pérez-Arbelaezia*, 115-139.

CRQ. (2017).

DANE. (2014). El cultivo de la tilapia roja (Orechromis sp.) en estanques de tierra, fuente de proteína animal de excelente calidad. *Boletín mensual. INSUMOS Y FACTORES ASOCIADOS A LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA*(21). Recuperado el 02 de Febrero de 2020, de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/insumos_factores_de_produccion_mar_2014.pdf.

DANE. (2014). *El cultivo de la tilapia roja (Oreochromis sp.)en estanquess en tierra,fuente de proteina animal de exelente calidad*. Recuperado el 17 de 12 de 2020, de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/insumos_factores_de_producción_mar_2014.pdf.

DANE. (2018). Departamento Nacional de Estadística .

DANE. (septiembre de 2018). *Producto Interno Bruto por actividad económica 2005-2017*. Obtenido de http://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/cuentas-nacionales-departamentales

Departamento Nacional de Planeación. (2010). *Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014*. Obtenido de http://www.minhacienda.gov.co/portal/page/portal/HomeMinhacienda/agendalegislativa/PlanNacionaldeDesarrollo2010-20141/Plan%20Nacional%20de%20desarrollo%202010-2014.pdf>.

DNP. (2010). *Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2010).Plan Nacioanl de Desarrollo 2010-2014:prosperidad para todos*. Obtenido de <www.dnp.gov.co/Plan-Nacional-de-Desarrollo/PND-2010-2014/paginas/Plan-Nacional-De-2010-2014.aspx>

DNP. (2010). *Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014.* (DNP, Ed.) Obtenido de Departamento Nacional de Planeación. Tomo I. Tomo II: https://www.dnp.gov.co/Plan-Nacional-de-Desarrollo/PND-2010-2014/Paginas/Plan-Nacional-De-2010-2014.aspx

Doorenbos, & Kassam. (1979). *Estudio FAO: Riego y Drenaje N.° 33*. Roma.

Eastman , J., Jin, W., Kyem, W., & Toledano, P. (1995). Raster procedures for multicriteria multi-objective decisions . *Photogrammetric Enginnering &Remote Sensing*, 539-547.

Eastman, J. R., Weigen, J., Kyem, P., & Toledano, J. (1995). Raster Procedures for Multi-Criteria/Multi Objective Decisions. *Photogrammetric Enginnering and Remote Sensing Massachusetts: American Society for Photogrammetry and Remote Sensing*.

Echeverri, R. (2005). Formulación de la política de desarrollo rural para el distrito capital.

ESRD, A. E. (2004). *Methodology for calculating carrying and grazing capacity on public rangelands.* Alberta, Canada: Publicaciones Public land and forest.

Estrada Estrada, M., Beltrán Galeano, I. C., Padilla Cabrera, Y. C., Rodríguez Gómez, H., & Salazar Ariza, G. (2000). *El ordenamiento Pesquero y acuícola dentro del ordeamiento territorial y el ambiental-Manual Metodológico.* Bogotá: INPA. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura.

Estrada Estrada, M., Beltrán Galeano, I. C., Padilla Cabrera, Y. C., Rodríguez Gómez, H., & Salazar Ariza, G. (2000). *El ordenamiento Pesquero y acuícola dentro del ordeamiento territorial y el ambiental-Manual Metodológico.* Bogotá: INPA. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura.

Estrada, M., Beltrán, I., Padilla, Y., Rodríquez, H., & Salazar, G. (2000). *El ordenamiento Pesquero y acuícola dentro del ordeamiento territorial y el ambiental-Manual Metodológico.* Bogotá: INPA. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura.

FAO. (1976). *A framework for land evaluation.* (FAO, Ed.) Obtenido de FAO AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Soils bulletin 32. Rome 1976: http://www.fao.org/3/x5310e/x5310e00.htm

FAO. (1976). *A Framework for land evaluation.* Roma: FAO.

FAO. (1976). *http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es/.* (FAO, Editor, & FAO, Productor) Recuperado el 18 de Mayo de 2016, de http://www.fao.org/: http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es/

FAO. (1976). *http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es/.* Obtenido de http://www.fao.org/: http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es/

FAO. (1985). Directivas evaluación de tierras para la agricultura de regadío. *Boletín de suelos 55.*

FAO. (1985). Directivas:evaluación de tierras para la agricultura de regadío. *Boletín de Suelos 55.*

FAO. (1985). *Evaluación de Tierras para la Agricultura.* Roma: Directivas.

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

FAO. (1995). Planning for sustainable use of land resources. Towards a new approach. Roma, Italia.

FAO. (2003). *Evaluación de tierras con metodologías de FAO*. Santiago de Chile.

FAO. (2003). *Evaluación de tierras con metodologías de FAO*. Santiago de Chile: FAO.

FAO. (2003). Evaluación de tierras con metodologías de FAO . Sntiago de Chie.

FAO. (2003). *FAO*. Obtenido de Http://www.fao.org/Spanish/newsroom/focus/2003/aquaculture-defs.htm

FAO. (17 de 12 de 2006a). Recuperado el 17 de 12 de 2020, de http://www.fao.org/fishery/static/FAO_Training/General/x6706s/Index.htm

FAO. (2006a). Metodos sencillos para la acuicultura. *Suelo*. Recuperado el 23 de Junio de 2020, de http://www.fao.org/fishery/static/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706s/Index.htm.

FAO. (2006b). Metodos sencillos para la acuicultura. *Construcción del estanque*. Recuperado el 23 de Junio de 2020, de http://www.fao.org/fishery/static/FAO_Training/FAO_Training/General/x6708s/Index.htm.

FAO. (2006b). *Metodos sencillos para la agricultura "construcción del estanque"*. Recuperado el 17 de 12 de 2020, de http://www.fao.org/fishery/static/FAO_Training/FAO_Training/General/x6707s/Index.Htm.

FAO. (2006C). Recuperado el 17 de 12 de 2020, de https://www.fao.org.fishery/static/FAO_Training/FAO_Training/General/x6707s/Index.htm.

FAO. (2007). *Framework for Land Evaluation*.

FAO. (2007). *Land evaluation: towards a revised framework.* (FAO, Ed.) Obtenido de FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Land and water discussion paper. Roma 2007: http://www.fao.org/nr/lman/docs/lman_070601_en.pdf

FAO. (2009). Análisis de sistemas de gestión del riesgo de desastres.

FAO. (2011). *Desarrollo de la Acuicultura. Enfoque ecosistémico a la Acuicultura.* Roma.

FAO. (2011). *Manual básico de sanidad piscícola.* Ministerio de agricultura y ganadería-Vicemnisterio de ganadería .

FAO (2019). Fishery and Aquaculture Statistics. Global capture production 1950-2017 (FishstatJ). In: FAO Fisheries and Aquaculture Department [online]. Rome. Updated (2019).

FAO. (02 de 10 de 2020). *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. Obtenido de GLOBEFISH-Información y análisis sobre el comercio mundial de pescado: http://www.fao.org/in-action/globefish/market-reports/resource-detail/en/c/1296669/

FAO. (03 de 04 de 2020). *Organización de las Naciones Unidas pra la Alimentación y la Agricultura*. Obtenido de http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Oreochromis_niloticus/es

FAO- Banco Mundial. (2015). Obtenido de https://www.fao.org/in-action/territorios-inteligentes/componentes/produccion-agricola-y-clusters/es/

FAO, F. a. (29 de September de 2006-2020). Aquaculture topics and activities. *Acuicultura*. Recuperado el Mayo de 2020, de http://www.fao.org/fishery/

FAO, F. a. (29 de September de 2006-2020). Aquaculture topics and activities. *Acuicultura*. Recuperado el Mayo de 2020, de http://www.fao.org/fishery/

FAO. (2022). Obtenido de https://www.fao.org/3/cc0461es/cc0461es.pdf

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (1995). *Planning for sustainable use of land resources. Towards a new approach.* Roma, Italia.

Garavito, F. (1979). *Propiedades químicas de los suelos.Segunda Edición.* Bogotá : IGAC.

Gutiérrez, F. P. (2010). *Los recursos hidrobiológicos y pesqueros continentales en Colombia.* (I. d. Humboldt, Ed.) Bogotá.

Gutiérrez, F., Lasso, C., Baptiste, M., Sánchez, P. & A. Díaz. (2012). VI. Catálogo de la biodiversidad acuática exótica y trasplantada en Colombia: moluscos, crustáceos, peces, anfibios, reptiles y aves. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia, 335 pp.

Harms, B., Brough, D., Philip, S., Bartley, R., Clifford, D., Thomas, M., . . . Gregory, L. (2015). Digital soli assessment for regional agricultural land evaluation. *Global Food Security. Elsevier vol 5*, 25-36.

Hortúa Cortés, N. G. (2013). *Zonificación de la Acuicultura Nacional*.

http://taxonomiaanimal-biologia.blogspot.com/p/bocachico-prochilodus-magdalenae-el.html. (2021). Obtenido de http://taxonomiaanimal-biologia.blogspot.com/p/bocachico-prochilodus-magdalenae-el.html

https://agroguajira.com/index.php/especies/bocachico. (2021). Obtenido de https://agroguajira.com/index.php/especies/bocachico

https://agroguajira.com/index.php/especies/bocachico. (2021). Obtenido de https://agroguajira.com/index.php/especies/bocachico

https://taxonomiaanimal.wordpress.com/2018/07/06/bagre-rayado/. (2021). Obtenido de https://taxonomiaanimal.wordpress.com/2018/07/06/bagre-rayado/

https://www.slideshare.net/cristianardila5/caractersticas-fenotpicas-y-genotpicas-en-peces-62620084. (2021). Obtenido de https://www.slideshare.net/cristianardila5/caractersticas-fenotpicas-y-genotpicas-en-peces-62620084

IAvH . (2017). *Áreas clave para la conservación de la biodiversidad dulceacuícola (moluscos, cangrejos, peces, tortugas, crocodílidos, aves y mamíferos),2017. Bogotá: IAvH*. Bogotá: IAvH .

ICA. (2017). *Censo Pecuario Nacional 2017*. Obtenido de https://www.ica.gov.co/Areas/Pecuaria/Servicios/Epidemiologia-Veterinaria/Censos-2016/Censo-2017.aspx

ICA. (10 de 03 de 2020). *Instituto Colombiano Agropecuario ICA*. Obtenido de Instituto Colombiano Agropecuario ICA: https://www.ica.gov.co/getdoc/b082c759-18c7-47da-bed6-0ebe76b48fe0/acuicolas-(1).aspx

IDEAM. (2005). *Atlas Climatológico de Colombia*. Bogotá.

IDEAM. (2015). *Degradación de suelos por erosión*. Bogota.

Ideam. (2016). Mapa de bosque no bosque para Colombia, área continental (escala fina Lansat).

Ideam. (2019). *Estudio Nacional del Agua*.

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

IGAG. (2011). Resolución 070. Art 8,.

Incoder, MADR. (2006). *Guía Práctica de Piscicultura en Colombia* . Bogotá: MADR.

INPA, 1995. Boletín estadístico pesquero 1994, INPA, 2001. Boletín estadístico Pesquero 1999-2000, ENA, 2007; 2007, Acuanal; INCODER, 2005 en Pesca y Acuicultura 2007 CCI-MADR, 2012. Re. (2012). Tablas estadísticas del anuario estadístico del sector agropecuario .

Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM. (2015). *Estudio nacional del agua 2014*. Obtenido de IDEAM Web site: http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023080/ENA_2014.pdf

Instituto Nacional de medicina Legal y Ciencias Forenses. (2013). Comportamiento del Homicidio en Colombia . *Comportamiento del Homicidio en Colombia*.

Jackson, M. (1958). *Soil Chemical Analysis*. Engleood, New Jersey: Orentice-Hall.

Lichtkoppler, & Boyd, y. (1969). WATER QUALITY MANAGEMENT IN POND FISH CULTURE International Center for Aquaculture Agricultural Experiment Station,. *Research and Development*.

Lozano Olvera, R., López , M., & Abad-Rosales, S. (2012). *Revista electrónica de veterinaria*. Recuperado el 09 de 04 de 2020

MacArthur, R. H. , R. H., & Wilson, E. O. (1967). *La teoría de la biogeografía de la isla*. Princeton, New Jersey:: Presión de la universidad de Princeton.

Machado. (2001). *La cuestión agraria en Colombia a finales del milenio*. Bogotá: El Ancora.

MADR. (2008). *Gestión Ambiental en el sector Agropecuario*. Bogotá, Colombia: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural . Recuperado el 12 de Abril de 2016, de http://www.incoder.gov.co/documentos/Estrategia%20de%20Desarrollo%20Rural/Pertiles%20Territoriales/ADR%20Sur%20del%20Cesar/Otra%20Informacion/Cadenas/Cartilla%20Gestion%20ambiental%20en%20el%20sector%20Agropecuario.pdf

MADR. (2013). *Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Informe Encuesta Nacional Piscicola Segundo semestre de 2013.*

MADS. (2014). *Guía técnica para la formulación de los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas POMCAS*. Anexo B. Gestión del Riesgo. Bogotá: MADS.

Malagón, D. (1995). *Suelos de Colombia: origen, evolución, clasificación, distribución y uso.* Bogotá: IGAC.

Malagón, D., & Montenegro, H. (1990). *Física de suelos.* Bogotá DC: IGAC, Imprenta Nacional.

Martínez, M. A. (2006). *Manejo del cultivo de la Tilapia*. Managua Nicaragua.

Meaden, G. J., & Kapetsky, J. M. (1991). Geographical information systems and remote sensing in inland fisheries and aquaculture. Roma: FAO Fisheries Department.

Meaden, G. J., & Kapetsky, J. M. (1991, reimpreso 1995). *Geographical information systems and remote sensing in inland fisheries and aquaculture.* FAO Fisheries Technical Paper No. 318, FAO Fisheries Department . Roma: FAO.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (26 de Mayo de 2017). Resolución 128 del 26 de mayo 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*. Bogotá, Colombia.

Ministerio de Protección Social. (4 de Mayo de 2007). (M. d. Social, Ed.) Recuperado el 26 de Junio de 2018, de http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/decretos/2007/dec_1500_2007.pdf

Ministerio de Salud. (8 de Marzo de 1984). Decreto N° 561 del 8 de marzo de 1984. *Por el cual se reglamenta parcialmente el Título V de la Ley 09 de 1979. en cuanto a captura, procesamiento,*. Bogotá, Colombia.

Mojica, L., Usma, J, J., Álvarez, R., & Lasso. , C. (2012). *Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, WWF Col.

Morales, P., Sobral, R., Nakama, V., Volante, J., & Bianchi, A. (2015). *Evaluación de tierras mediante métodos paramétricos : ajuste del sistema índice de*

productividad, IP, y su aplicación mediante herramientas SIG para las provincias de Salta y Jujuy. Buenos Aires: INTA impresiones.

Moreno, E. (2010). *REDVET*. Recuperado el 10 de 04 de 2020

Naciones Unidas. (12 al 16 de Junio de 2006). Los enfoques ecositémicos y los océanos. *Exposiciones orales realizadas durante el proceso abierto de consultas oficiosas de las Naciones Unidas sobre los océanos y el derecho del mar*. Nueva York.

Noguera-Urbano, E. A. (2017). *El endemismo: diferenciación del término, métodos y aplicaciones*. Recuperado el 14 de Junio de 2019, de Acta zoológica mexicana: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0065-17372017000100089&lng=es&tlng=es.

OIE. (18 de Junio de 2018). *CÓDIGO SANITARIO PARA LOS ANIMALES TERRESTRES*. (OIE, Editor) Obtenido de OIE Organización Mundial de sanidad Animal Web site: http://www.oie.int/index.php?id=169&L=2&htmfile=glossaire.htm

OMM. (2011). *Guía de prácticas climatológicas, OMM-Nº 100, Organización Meteorológica Mundial* . Ginebra.

OMM-UNESCO. . (2012). *Glosario hidrológico internacional*. Ginebra.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (1976). A framework for land evaluation. En O. d. (FAO), *A framework for land evaluation* (pág. 32). Roma: FAO.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, F. (2017). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación*. Roma: ONU.

Organizacion Mundia de Sanidad Animal (OIE). (s.f.). *Sanidad Animal*. Obtenido de http://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/About_us/img/home/animal_health/ANIMAL-HEALTH-ES-FINAL.pdf

Organizacion para las Naciones Unidas para la Alimentacion y la Agricultura (FAO). (s.f.). Obtenido de http://www.fao.org/animal-health/es/

Orjuela M, J. E., Diaz M, O. L., Gonzalez G, P. M., Ortiz C, J., Monroy G, W. E., & Patiño A, A. (2009). *Colombia, Sanidad Animal 2008*. Bogotá: Instituto Colombiano Agropecuario, ICA.

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

Ortiz Lozano, L., Granados Barba, A., & Espejel, I. (2009). Ecosystemic zonification as a management tool for marine protected areas in the coastal zone: applications for the sistema arrecifal veracruzano National Park, Mexico. *Ocean & Coastal Management, Vol 52*, 317-323.

Pereira, L., & Lombardi, F. (2004). *Avaliação da aptidão agrícola das terras: proposta metodológica*. Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente. Documentos.

Porter. (1985). *The Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. Nueva York. Free Press.

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

Rodiek, J. (2008). Landscape an Urban Planning Cover for 2009. *Landscape Urban Planning*, 89.

Rodríguez, H., & Anzola, E. (SF). La calidad del agua y la productividad de un estanque en acuicultura. En I. N. Pesca, *Fundamentos de Acuicultura Continental*. AGROSAVIA.

Ronald Eastman, W. J. (1995). Raster procedures for multicriteria multi-objective decisions. *Photogrammetric Enginnering & Remote Sensing*, 539-547.

Rossiter, D. (1995). Economic land evaluation: why and how. *Soil Use and Management*, 132-140.

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

Rossiter, D. (2009). Land Evaluation Towards a Revised Framework. Land and Water Discussion. Paper 6. *Geoderma*.

Saenz, H. (22 de marzo de 2010). *Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires*. Obtenido de Salud Animal Conceptos y Definicion:

http://www.vet.unicen.edu.ar/ActividadesCurriculares/SaludAnimalSaludPublica/images/Documentos/2010/Salu%20Animal%202010.pdf

SEPEC-AUNAP. (2012). Boletines estadísticos pesqueros y de la acuicultura. http://sepec.aunap.gov.co/Home/BoletinesEstadisticos.

SEPEC. (2018). Comercialización de productos pesqueros en los principales centros de consumo de Colombia: una visión desde la base de datos del Sipsa. (2018). http://sepec.aunap.gov.co/Home/BoletinesEstadisticos

SGC. (2016). *Amenaza de movimientos en masa*. Bogota, DC.

Siraj, S., Mikhalilov, L., & Keane, J. (2013). PriEsT: An interactive decision support too to estimate priorities from pairwise comparison judgments. *International Transactions in Operational Research. vol 22, núm 2*, 217-235.

Soil Science Society of America. (30 de 08 de 2018). *Soils sustain life*. Obtenido de Soils sustain life: https://www.soils.org/publications/soils-glossary#

Soil Survey Staff. (2014). *Keys to Soils Taxonomy*. Washington : USDA.

Tenecota Paucar, R., Mite Pezo, J., & Alcívar Macías, S. (Noviembre de 2018). *Espirales*.

Tischendorf, L. , L., & Fahrig, L. (2000). How should we measure landscape connectivity? *Landscape Ecology*, 633-641.

Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA). (2014). *Zonificación para plantaciones forestales con fines comerciales en Colombia,escala 1:100.000*. Bogotá: UPRA.

UPRA . (2014). *Zonificación para plantaciones forestales con fines comerciales en Colombia,escala 1.100.000*. Bogotá: UPRA.

UPRA (Unidad de Planificación Rural Agroecuaria). (2013). *Evaluación de Tierras para la Zonificación con fines Agropecuarios a nivel Nacional. Metodología a escala 1:100.000*. Bogotá D.C.: Imprenta Nacional.

UPRA (Unidad de Planificación Rural Agropecuaria). (2014). *Zonificación para plantaciones forestales con fines comerciales en Colombia,escala 1.100.000*. Bogotá: UPRA.

UPRA. (2014). *Zonificación para plantaciones con fines comerciales en Colombia, escala 1: 100.000*. Bogotá: UPRA.

UPRA. (2014). *Zonificación para plantaciones forestales con fines comerciales – Colombia. Escala 1:100.000*. Bogota, Colombia.

UPRA. (2016). Memoria técnica Zonificación de la aptitud del territorio rural para el cultivo comercial de tilapias en estanques en tierra.

UPRA. (2016). *Metodología de zonificación de aptitud para plantaciones forestales comerciales a escala semidetallada (1:25.000)*. UPRA.

UPRA. (2016). *Metodología de zonificación de aptitud para plantaciones forestales comerciales a escala semidetallada (1:25.000)*. Bogotá: UPRA.

UPRA. (2016). *Zonificación avicultura*. Bogotá.

UPRA. (2017). Memoria técnica Zonificación de la aptitud del territorio rural para el cultivo comercial de tilapias en estanques en tierra.

UPRA. (2017). *Zonificación para el cultivo comercial de tilapias en estanques en tierra. Escala 1:100.000*. Bogotá.

UPRA. (2018). *Metodología para la identificación general de la frontera agrícola en Colombia*. Bogotá.

UPRA. (2018). *Planificación del Ordenamiento Productivo de la Acuicultura , zonas aptas para Colombia*. Bogotá.

UPRA. (2018). *Planificación del Ordenamiento Productivo de la Acuicultura , zonas aptas para Colombia*. Bogotá.

UPRA. (2018). *Zonificación porcícola*. Bogotá.

UPRA. (2019). *Metodología de la evaluación de tierras para las zonificaciones*. UPRA.

UPRA. (2019). *Metodología de la evaluación de tierras para las zonificaciones agropecuarias*. UPRA.

Urban-Econ Development Economist. (2008). *Aquaculture in Lepelle Nkumpi. Aquaculture cluster-Pre-Feasibility Analysis*. Hatfield: Aquaculture in Lepelle Nkumpi.

USDA. (1961). LAND CAPABILITY CLASSIFICATION. *Agriculture Handbook*, 18.

Vallejo Isaza, A., & Newmark U, F. (1999). ESTUDIO EPIZOOTIOLÓGICO DE PENAEUS VANNAMEI EN TRES FINCAS CAMARONERAS DEL CARIBE COLOMBIANO. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras-INVEMAR*, 19-42. Recuperado el Mayo de 2020, de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-97611999000100002&lng=en&tlng=

Vallejo Isaza, A., & Newmark U, F. (1999). *Scielo.* (B. d. INVEMAR, Ed.) Recuperado el 26 de April de 2020, de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-97611999000100002&lng=en&tlng=es.

van Gool, D., & Moore, G. (1999). *Land evaluation standards for land resource mapping : guidelines for assessing land qualities and determining land capability in south-west Western Australia. Department of Agriculture and Food, Western Australia, Perth. Report 181.* Western Australia: Natural Resources Assessment Group Agriculture Western Australia .

Van Wambeke, A., & Forbes, T. (1987). *Criterios para el uso de la taxonomia de suelos en la denominación de unidades cartográficas.* Washington: Universidad de Cornell.

Venerma, J., & Vargas, R. (2007). *Land suitability assessment of the Juba and Shabelle riverine areas in Southern Somalia. FAO-SWALIM. Project Report No. L-09.* . Nairobi, Kenya. .

WCED. (1987). Our Common Future. The Brundtland Report. OXFORD.



7 Anexos

Tabla de contenido

1. Fichas metodológicas del componente físico 153
1.1 Criterio disponibilidad de agua superficial 153
1.1.1. Variable índice climático de humedad para estanques 158
1.2.2. Variable índice topográfico de humedad 161
1.1.3. Variable drenaje natural 164
1.1.4. Variable cercanía a drenajes dobles y cuerpos de agua 167
1.2. Criterio calidad del suelo para la productividad natural 169
1.2.1. Variable saturación de aluminio 177
1.2.2. Variable saturación de bases 180
1.2.3. Variable carbono orgánico 183
1.2.4. Variable capacidad de intercambio catiónico (CIC) 186
1.2.5. Variable concentración de sales, sodio, y materiales sulfídicos 189
1.3. Criterio condiciones del terreno para la construcción y manejo de estanques piscícolas 193
1.3.1. Variable profundidad del sustrato 203
1.3.2. Variable drenaje natural 206
1.3.3. Variable pedregosidad 209
1.3.4. Variable textura 212
1.3.5. Variable pendiente 215
1.4. Criterio condiciones térmicas 218
1.4.1. Variable temperatura media del agua 220
1.5. Criterio susceptibilidad a amenazas naturales 226
1.5.1 Variable susceptibilidad a la pérdida de suelos 230
1.5.2 Variable susceptibilidad a inundaciones 235
1.5.3 Variable exposición a mareas 238
2. Fichas metodológicas del componente socioecosistémico 240

2.1. Criterio distribución geográfica de la especie 240
2.1.1. Variable distribución geográfica natural 244
2.1.2. Variable trasplante a fuentes naturales 249
2.1.3. Variable trasplante a cultivos 252
2.2. Criterio integridad ecológica 255
2.2.1 Variable conectividad estructural de las coberturas naturales (CECN) 263
2.1.2 Variable índice de naturalidad (INAT) 267
2.2.3 Variable áreas de concentración de especies sensibles (ACES) 271
2.3. Criterio apropiación y calidad de agua 281
2.3.1. Variable apropiación de agua 286
2.3.2. Variable presión por calidad hídrica sectorial 290
2.4. Criterio cambio de cobertura 293
3. Fichas metodológicas del componente socioeconómico 301
3.1. Criterio infraestructura y logística 301
3.1.1 Variable existencia de granjas 306
3.1.2. Variable cercanía a granjas productoras de semilla 310
3.1.3. Variable cercanía a plantas de producción de alimento 313
3.1.4. Variable cercanía a puertos fluviales 316
3.1.5 Variable cercanía a centros de servicios 319
3.1.6 Variable energía eléctrica 323
3.1.7 Variable cercanía a puertos marítimos 330
3.1.8 Variable cercanía a aeropuertos 334
3.2. Criterio institucionalidad 337
3.2.1 Variable cercanía al gremio 340
3.2.2. Variable cercanía a la Aunap 342
3.2.3 Variable cercanía a las CAR 345
3.2.4 Variable cercanía al ICA 348
3.3. Criterio disponibilidad de mano de obra 352
3.3.1 Variable densidad de la población rural en edad de trabajar 354
3.3.2 Variable oferta educativa 360

3.4. Criterio dinámica del mercado de tierras 363
3.4.1. Variable tamaño predial 367
3.4.2 Variable avalúo catastral rural 370
3.4.3. Variable tendencia a la formalidad 375
3.5. Criterio seguridad ciudadana 380
3.5.1 Variable extorsiones rurales 384
3.5.2. Variable secuestros rurales 387
3.5.2 Variable hurtos rurales 391
3.5.4 Variable homicidios rurales 395
4. Fichas metodológicas de exclusiones legales 401
4.1. Criterio exclusiones legales 401
4.1.1. Variable ecosistemas estratégicos (páramos) 408
4.1.2. Variable áreas protegidas 411
4.1.3. Variable planes de ordenación forestal 414
4.1.4. Variable parques arqueológicos 417
4.1.5. Variable zonas de reserva forestal nacional de Ley 2ª de 1959, zonas tipo A 420
5. Fichas metodológicas de condicionantes legales 423
5.1 Criterios condicionantes legales 423
51.1 Variable traspaso de cuencas 427
5.1.2. Variable ecosistemas estratégicos (manglares, humedales, rondas hídricas y bosque seco tropical) 431
5.1.3. Variable áreas protegidas 435
5.1.4. Variable planes de ordenación forestal 438
5.1.5. Variable zonas de reserva forestal nacional de Ley 2ª de 1959, zonas tipos B y C 441
5.1.6. Variable distinciones internacionales 445
5.1.7. Variable áreas de interés cultural y social 449
5.1.8. Variable agricultura de bajo impacto 456
5.1.9. Variable gestión de riesgo 459

1. Fichas metodológicas del componente físico

1.1 Criterio disponibilidad de agua superficial

<table>
<tr><th colspan="3">FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO</th></tr>
<tr><td>TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano</td></tr>
<tr><td colspan="3">COMPONENTE: físico. SUBCOMPONENTE: edáfico</td></tr>
<tr><td colspan="3">CRITERIO ASOCIADO: disponibilidad de agua superficial</td></tr>
<tr><td rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Exclusión técnica</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Análisis jerárquico</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante legal</td><td></td></tr>
<tr><th colspan="3">VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO</th></tr>
<tr><td colspan="3">• Índice climático de humedad para estanques, expresado como rangos de índice.
• Índice topográfico de humedad, expresado como rangos de índice.
• Drenaje natural, expresado como clases de drenaje.
• Cercanía a drenajes dobles y cuerpos de agua, expresado como búfer en metros.</td></tr>
<tr><th colspan="3">DEFINICIÓN</th></tr>
<tr><td colspan="3">Áreas que, en condiciones naturales, tienen mayor probabilidad para captar agua superficial, como recurso para la recarga de los estanques acuícolas y para el uso en las instalaciones.</td></tr>
<tr><th colspan="3">IMPORTANCIA DEL CRITERIO</th></tr>
<tr><td colspan="3">Aporta información sobre la posibilidad de establecimiento de los estanques piscícolas, así como de los sobrecostos que representan el conducir el agua de diferentes distancias hacia ellos.

Lo ideal es que, bajo las condiciones naturales, se puedan mantener los niveles y el suministro de agua a los estanques, tanto en épocas de lluvias, como cuando se presentan épocas de bajas precipitaciones o de veranos largos.</td></tr>
<tr><th colspan="3">LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO</th></tr>
<tr><td colspan="3">Las variables de este criterio son contempladas bajo una probabilidad de que se presenten las mejores condiciones y están sujetas a las imprecisiones de los modelos utilizados.</td></tr>
<tr><th colspan="3">VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO</th></tr>
<tr><td colspan="3">La exclusión (N1) para el criterio, corresponde a la variable de índice climático de humedad para estanques, ya que no se recomienda el establecimiento de estanques acuícolas en zonas donde las precipitaciones son muy bajas.</td></tr>
<tr><th colspan="3">METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN</th></tr>
</table>

La evaluación del criterio se basa en las comparaciones entre las variables, teniendo como ejes el índice climático de humedad para estanques y el búfer de cercanía a los cuerpos de agua, ya que son los mayores aportantes en la posibilidad de obtener el agua superficial para los estanques.

La calificación que se considera en cada variable, está de acuerdo con la literatura relacionada, así:

Variables	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
Índice climático de humedad para estanques	>0,90	0,90 - 0,77	0,40 - 0,77	<0,40
Índice topográfico de humedad	>10	7,5 - 10	< 7,5	-
Drenaje natural	Muy pobre, pobre	Moderado, imperfecto	Bueno. excesivo	-
Cercanía a drenajes dobles y cuerpos de agua	≤500	500-1000	>1000	-

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

La calificación de los niveles de aptitud del criterio fue definida a través de la combinación de las variables en un árbol de decisión, así:

Árbol de decisión del criterio

Índice climático de humedad para estanques	Cercanía a drenajes dobles y cuerpos de agua (metros)	Drenaje natural (clases)	Índice topográfico de humedad	Aptitud
A1	A1	A1	A1	A1
			A2	A1
			A3	A1
		A2	A1	A1
			A2	A1
			A3	A1
		A3	A1	A1
			A2	A1
			A3	A3
	A2	A1	A1	A1
			A2	A1
			A3	A1
		A2	A1	A1
			A2	A2
			A3	A2
		A3	A1	A1
			A2	A2
			A3	A3
	A3	A1	A1	A1
			A2	A1
			A3	A1

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

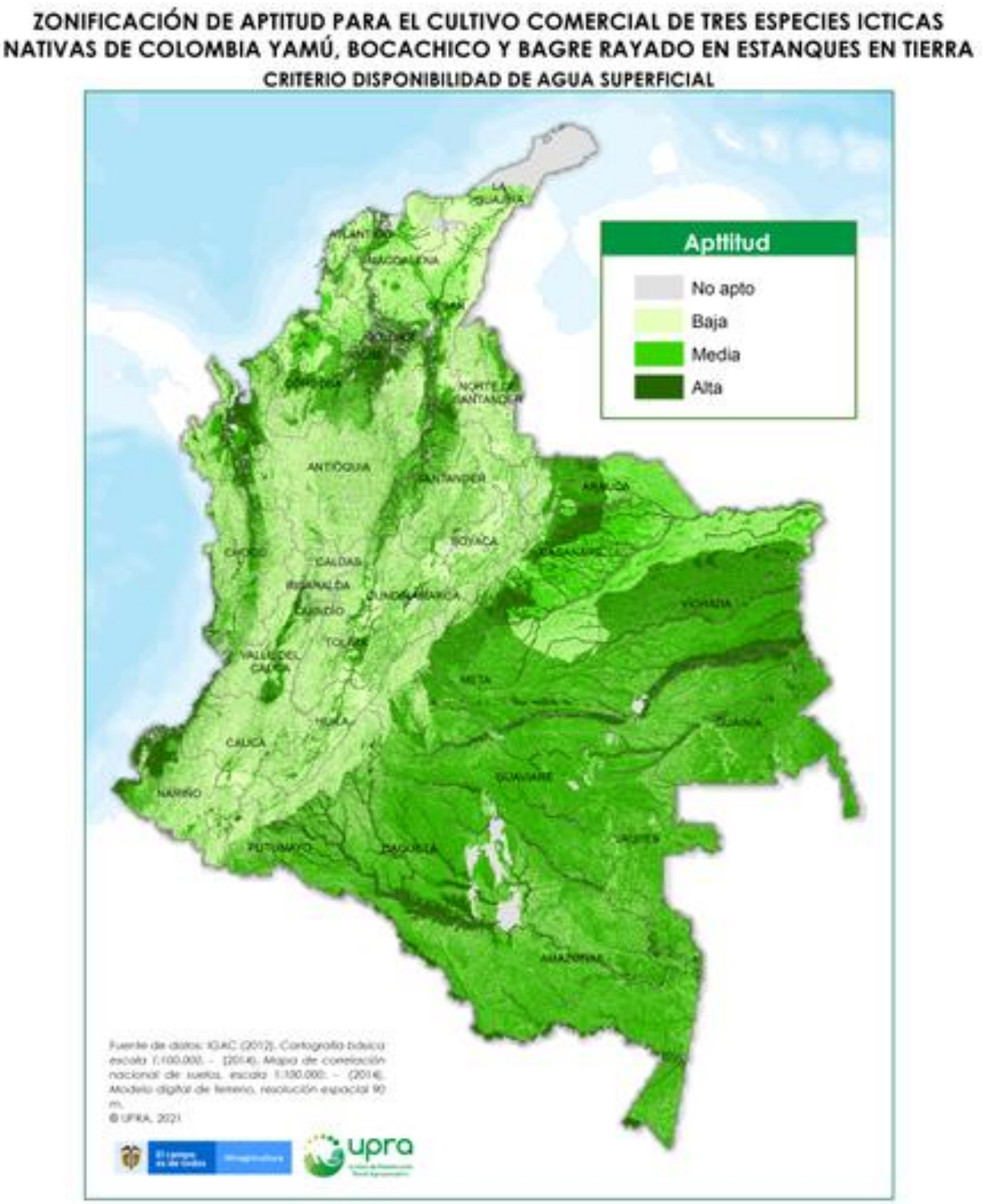
Índice climático de humedad para estanques	Cercanía a drenajes dobles y cuerpos de agua (metros)	Drenaje natural (clases)	Índice topográfico de humedad	Aptitud
A2	A1	A1	A1	A1
			A2	A1
			A3	A1
		A2	A1	A1
			A2	A1
			A3	A1
		A3	A1	A1
			A2	A1
			A3	A3
	A2	A1	A1	A1
			A2	A1
			A3	A1
		A2	A1	A1
			A2	A2
			A3	A2
		A3	A1	A1
			A2	A2
			A3	A3
	A3	A1	A1	A1
			A2	A1
			A3	A1
		A2	A1	A1
			A2	A2
			A3	A2
		A3	A1	A1
			A2	A2
			A3	A3

Índice climático de humedad para estanques	Cercanía a drenajes dobles y cuerpos de agua (metros)	Drenaje natural (clases)	Índice topográfico de humedad	Aptitud
A3	A1	A1	A1	A1
			A2	A1
			A3	A3
		A2	A1	A1
			A2	A1

			A3	A3
		A3	A1	A1
			A2	A1
			A3	A3
	A2	A1	A1	A1
			A2	A1
			A3	A3
		A2	A1	A1
			A2	A2
			A3	A3
		A3	A1	A1
			A2	A2
			A3	A3
	A3	A1	A1	A3
			A2	A3
			A3	A3
		A2	A1	A3
			A2	A3
			A3	A3
		A3	A1	A3
			A2	A3
			A3	A3
N1	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	N1

Unidad de análisis	Rangos de índice topográfico de humedad, clases de drenaje natural, búfer de cercanía a ríos dobles y cuerpos de agua

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO



FUENTES DE INFORMACIÓN

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

1.1.1. Variable índice climático de humedad para estanques

<table>
<tr><th colspan="4">FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="2">TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano</td></tr>
<tr><td colspan="4">COMPONENTE: físico. SUBCOMPONENTE: climático</td></tr>
<tr><td colspan="4">CRITERIO ASOCIADO: disponibilidad de agua superficial</td></tr>
<tr><td colspan="2">VARIABLE: índice climático para estanques</td><td colspan="2">UNIDAD DE MEDIDA: rangos de índice</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Exclusión técnica</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Análisis jerárquico</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante legal</td><td></td></tr>
<tr><th colspan="4">DEFINICIÓN</th></tr>
<tr><td colspan="4">Índice de la relación mensual entre la precipitación y la evaporación del agua libre en un cuerpo de agua, refiriéndose al potencial de agua que se podría suministrar por la precipitación.</td></tr>
<tr><th colspan="4">IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO</th></tr>
<tr><td colspan="4">Las necesidades de agua del cultivo de peces son estimadas a través de la evaporación y son suplidas en la medida que la precipitación esté disponible; de allí que este índice muestra dicha relación, indica que cuando los valores sean cercanos a 1 o superiores, las necesidades de agua están siendo compensadas y, en la medida que se aleja, aumenta el déficit, afectando el potencial de abastecimiento superficial de agua.</td></tr>
<tr><th colspan="4">VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO</th></tr>
<tr><td colspan="4">Para el establecimiento y desarrollo del cultivo de peces, se consideran las zonas no aptas (N1), aquellas que estén por debajo de 0,40.</td></tr>
<tr><th colspan="4">LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="4">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 datos de evaporación se registran hasta 2010. Dicho análisis de humedad se centra únicamente en lo climático.</td></tr>
<tr><th colspan="4">METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN</th></tr>
<tr><td colspan="4">El procesamiento de esta variable se realiza en un sistema de información geográfico, a través de mapas ráster de precipitación, evaporación mes a mes, mediante los siguientes cálculos ráster:

El índice climático de humedad para estanques (ICE), se calculó en función de la siguiente ecuación:</td></tr>
</table>

$$ICE = P/EV$$

Donde:
P = precipitación mensual multianual.
EV = evaporación mensual multianual.

Una vez calculados los valores de ICE mensuales multianuales, desde enero hasta diciembre, son llevados a un promedio anual.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

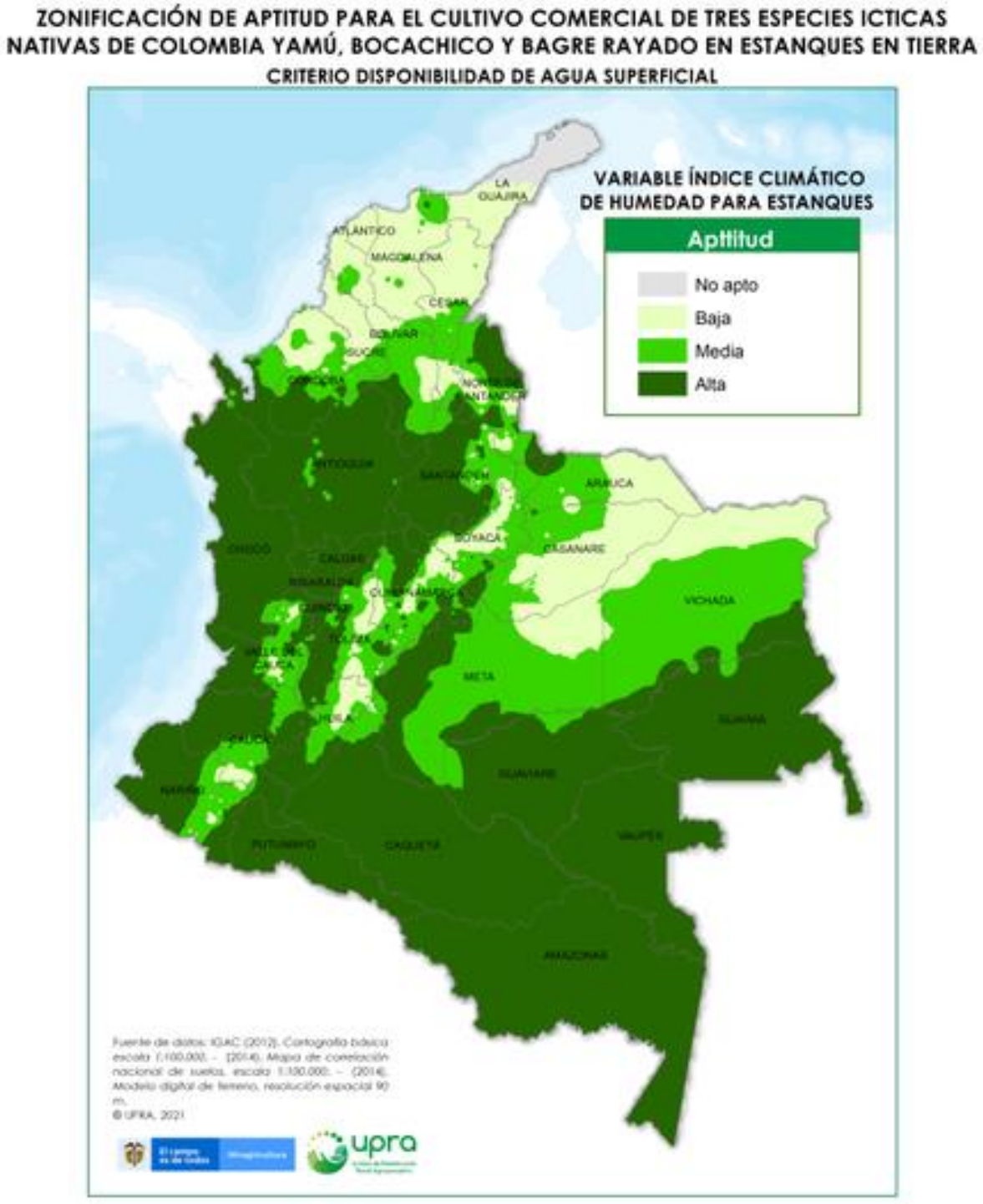
Se han considerado los siguientes rangos de aptitud:

Índice climático de humedad para estanques

Índice climático de humedad para estanques	Aptitud
>0,90	Alta (A1)
0,77-0,90	Media (A2)
0,40 - 0,77	Baja (A3)
<0,40	No apta (N1)

Unidad de análisis	Distribución del índice climático para estanques (ICE) en el territorio nacional

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Ideam. (2014). *Tabla promedios mensuales multianuales de precipitación y evaporación, periodo 1981-2010*. Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC.

1.1.2. Variable índice topográfico de humedad

<table>
<tr><th colspan="3">FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE</th></tr>
<tr><td>TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano</td></tr>
<tr><td colspan="3">COMPONENTE: físico. SUBCOMPONENTE: edáfico</td></tr>
<tr><td colspan="3">CRITERIO ASOCIADO: disponibilidad de agua superficial</td></tr>
<tr><td>VARIABLE: índice topográfico de humedad</td><td colspan="2">UNIDAD DE MEDIDA: rangos de índice</td></tr>
<tr><td rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Exclusión técnica</td><td></td></tr>
<tr><td>Análisis jerárquico</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante legal</td><td></td></tr>
<tr><th colspan="3">DEFINICIÓN</th></tr>
<tr><td colspan="3">Relación de almacenamiento/área de contribución, derivada analíticamente de la estructura topográfica de una unidad dentro de una cuenca (Beven y Kirkby, 1979).</td></tr>
<tr><th colspan="3">IMPORTANCIA DE LA VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="3">El índice topográfico de humedad (ITH), permite hacer una aproximación a las áreas potenciales donde se concentra la humedad, o a las zonas de acumulación de agua superficial o de escorrentía, como la recarga de acuíferos y llenado de área depresionales.

En forma general zonifica las áreas donde hay mayor posibilidad de captar agua, para la construcción y el mantenimiento de los estanques acuícolas.</td></tr>
<tr><th colspan="3">VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO</th></tr>
<tr><td colspan="3">No hay grado de exclusión por esta variable, puesto que las aguas se pueden conducir a diferentes distancias, aunque se elevan los costos de construcción y mantenimiento.</td></tr>
<tr><th colspan="3">LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="3">La escala de presentación del mapa no permite mostrar en detalle los lugares con áreas pequeñas.</td></tr>
<tr><th colspan="3">METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN</th></tr>
<tr><td colspan="3">El cálculo del ITH se base en el análisis de la morfología del terreno, con un modelo digital de elevación (DEM), donde se determinan direcciones de flujo y pendiente. Se hace uso de la herramienta de WhiteboxTools para ArcGIS, la cual tiene la opción en el grupo de herramientas de análisis morfológico para calcular este índice.</td></tr>
</table>

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD	
Se han considerado los siguientes rangos, de acuerdo con la topografía del territorio nacional, los cuales concuerdan con las zonas de acumulación de humedad: Índices topográficos de humedad para estanques **Índice topográfico de humedad** / **Aptitud** >10 / Alta (A1) 7,5 - 10 / Media (A2) <7,5 / Baja (A3)	
Unidad de análisis	Rangos de índice topográfico de humedad

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Beven, K., y Kirkby, M. (1979). A physically based, variable contributing area model of basin hydrology / Un modèle à base physique de zone d'appel variable de l'hydrologie du bassin versant. *Hydrological Sciences Journal*, *24*(1), 43-69, DOI: 10.1080/02626667909491834.
- IGAC. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000.* Bogotá: IGAC.
- Shuttle Radar Topography Mission (SRTM). (2015). *Modelo digital de elevación 30 metros.* USA: USGS.

1.1.3. Variable drenaje natural

<table>
<tr><th colspan="4">FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="2">TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano</td></tr>
<tr><td colspan="2">COMPONENTE: físico.</td><td colspan="2">SUBCOMPONENTE: edáfico</td></tr>
<tr><td colspan="4">CRITERIO ASOCIADO: disponibilidad de agua superficial</td></tr>
<tr><td colspan="2">VARIABLE: drenaje natural</td><td colspan="2">UNIDAD DE MEDIDA: clases de drenaje</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Exclusión técnica</td><td></td></tr>
<tr><td>Análisis jerárquico</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante legal</td><td></td></tr>
<tr><th colspan="4">DEFINICIÓN</th></tr>
<tr><td colspan="4">Frecuencia y duración de los períodos de humedad en condiciones similares a aquellas bajo las cuales se desarrolló el suelo. La alteración del régimen hídrico por parte de los humanos, ya sea a través del drenaje o el riego, no es una consideración a menos que las alteraciones hayan cambiado significativamente la morfología del suelo (Soil Science Division Staff, 2018).</td></tr>
<tr><th colspan="4">IMPORTANCIA DE LA VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="4">Las posibilidades de captación del agua que fluye sobre el suelo por escorrentía, dependen de la rapidez con que el agua es evacuada. En los sectores planos, plano-cóncavos y depresionales, hay mayores posibilidades para hacer captaciones de agua, ya sea para la construcción de los estanques o para hacer tanques de reserva para posteriormente conducirla a los estanques.</td></tr>
<tr><th colspan="4">VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO</th></tr>
<tr><td colspan="4">No hay rango de exclusión técnica (N1), porque en cualquier lugar puede captarse agua, aunque en algunos casos pueden ser muy elevados los costos de la infraestructura.</td></tr>
<tr><th colspan="4">LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="4">La variable se califica por las unidades cartográficas de suelos del mapa de correlación nacional de suelos (escala 1:100.000), las cuales están representadas principalmente por asociaciones de suelos, de tal manera que se utiliza el componente taxonómico de mayor representatividad dentro de la unidad o, eventualmente, el de menor limitación, sin tener en cuenta los otros suelos con drenaje diferente.</td></tr>
</table>

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La evaluación de la variable se hace a partir de la información del mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014). En los casos en que no se tiene información sobre drenaje natural dentro de esta base, se complementa interpretando la taxonomía de los suelos presentes en las unidades cartográficas.

Se tomaron las clases de drenaje natural para la descripción de suelos (Soil Science Division Staff, 2018).

Clases de drenaje natural	
Excesivo	Algo pobre
Algo excesivo	Pobre
Bueno (bien)	Muy pobre
Moderado	Anegado

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

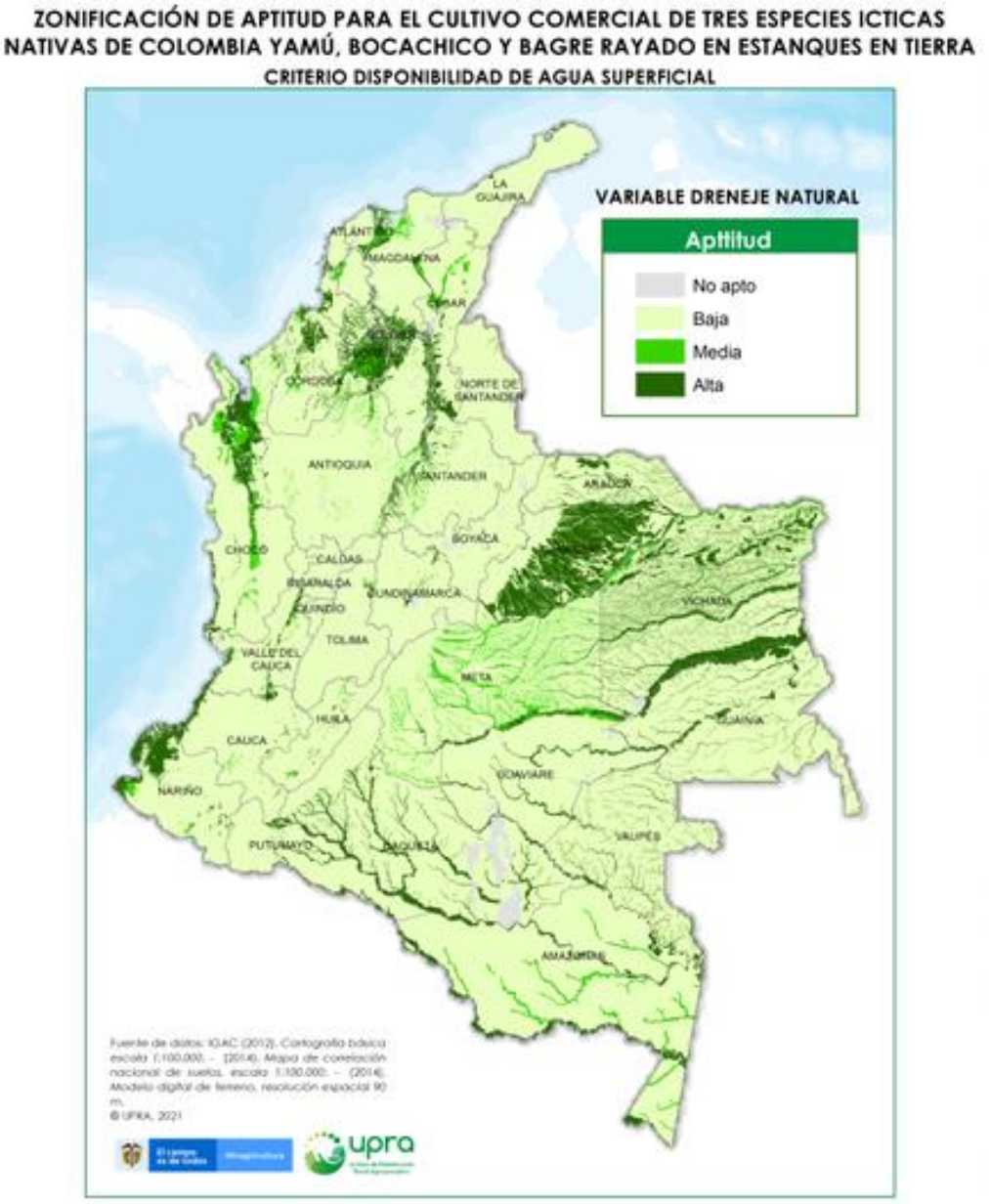
La definición de rangos de aptitud de la variable está en función de la afectación en la inversión para la adecuación, construcción y mantenimiento de los estanques acuícolas. Los rangos de aptitud por drenaje natural se califican como: aptitud alta (A1), los drenajes muy pobres y el pobre; aptitud moderada (A2), los drenajes moderados y el imperfecto; aptitud baja (A3), los drenajes bueno y excesivo.

Rangos de aptitud

Drenaje natural	Aptitud
Muy pobre, pobre	Alta (A1)
Moderado, imperfecto	Media (A2)
Bueno, excesivo	Baja (A3)

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

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



FUENTES DE INFORMACIÓN

- IGAC. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos)*. Bogotá: IGAC. 119 p.
- IGAC. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC.
- IGAC. (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC.
- Soil Science Division Staff. (2018). *Soil survey manual*. USDA. United department of agriculture. *Agriculture handbook No. 18*. Washington D.C. p. 213-215.
- Soil Survey Staff. (2014). *Key to soil taxonomy*. Twelfth Edition. United States Department of Agriculture. Natural Resources Conservation Service. Washington DC.

1.1.4. Variable cercanía a drenajes dobles y cuerpos de agua

<table>
<tr><th colspan="4">FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="2">TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano</td></tr>
<tr><td colspan="2">COMPONENTE: físico.</td><td colspan="2">SUBCOMPONENTE: edáfico</td></tr>
<tr><td colspan="4">CRITERIO ASOCIADO: disponibilidad de agua superficial</td></tr>
<tr><td colspan="2">VARIABLE: cercanía a drenajes dobles y cuerpos de agua</td><td colspan="2">UNIDAD DE MEDIDA: búfer en metros</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Exclusión técnica</td><td></td></tr>
<tr><td>Análisis jerárquico</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante legal</td><td></td></tr>
<tr><th colspan="4">DEFINICIÓN</th></tr>
<tr><td colspan="4">Distancia en metros desde las fuentes de agua, como los cuerpos de agua y de los ríos dobles, hasta los estanques acuícolas.</td></tr>
<tr><th colspan="4">IMPORTANCIA DE LA VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="4">La fuente del agua para los estanques acuícolas debe estar lo más cerca posible, de lo contrario, se incrementan los costos para el suministro del líquido, al igual que el mantenimiento de las redes de conducción.

En general, mientras más lejano se encuentren las fuentes de agua para el suministro a los estanques, existe mayor probabilidad de la ocurrencia de cualquier anomalía técnica, como también a movimientos en masa y contaminación que pueden afectar a las redes de conducción de agua.</td></tr>
<tr><th colspan="4">VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO</th></tr>
<tr><td colspan="4">No se considera algún rango como no apto (N1) para esta variable, aunque, a mayor distancia, mayores los costos.</td></tr>
<tr><th colspan="4">LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="4">Por efecto de la escala de presentación de la zonificación (1:100.000), la distancia no prevé sobrecostos por accidentes geográficos o geoformas que no pueden ser representadas en dicha escala.</td></tr>
<tr><th colspan="4">METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN</th></tr>
<tr><td colspan="4">La variable es representada como un búfer, determinado con el software ArcGIS, que representa el límite de una distancia determinada, a partir de los ríos dobles y de los cuerpos de agua.</td></tr>
</table>

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD	
Por costos de construcción y mantenimiento de las redes de conducción del agua, se consideran adecuadas distancias menores de 500 m (A1), moderada (A2) entre 500 y 1000, y con menor aptitud las fuentes de agua a más de 1000 m.	

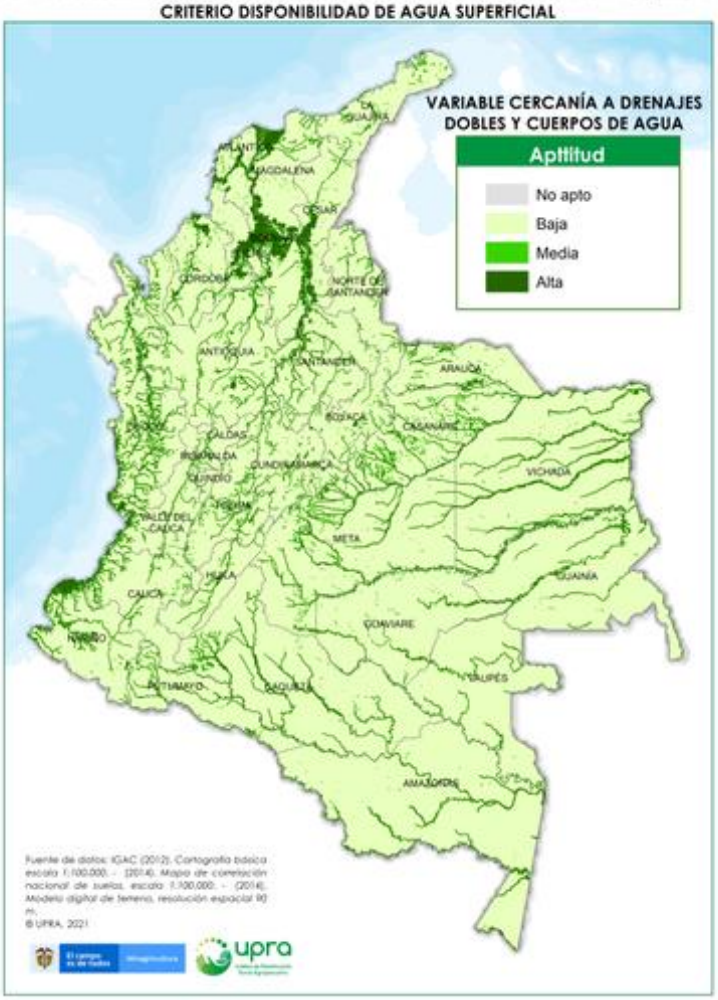
Cercanía a ríos dobles y cuerpos de agua

Distancia (m)	Aptitud
≤500	Alta (A1)
500 – 1000	Media (A2)
>1000	Baja (A3)

Unidad de análisis	Búfer de distancia desde los ríos dobles y los cuerpos de agua

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE TRES ESPECIES ICTICAS NATIVAS DE COLOMBIA YAMÚ, BOCACHICO Y BAGRE RAYADO EN ESTANQUES EN TIERRA
CRITERIO DISPONIBILIDAD DE AGUA SUPERFICIAL



FUENTES DE INFORMACIÓN
• IGAC. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC.

1.2. Criterio calidad del suelo para la productividad natural

FICHA METODOLÓGICA DEL CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano**	
COMPONENTE: físico.	**SUBCOMPONENTE**: edáfico	
CRITERIO: calidad del suelo para la productividad natural		
TIPO DE CRITERIO	**Exclusión técnica**	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante legal	

VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO
• Saturación de aluminio, expresada en porcentaje (%). • Capacidad de intercambio catiónico (CIC), expresada en órdenes y subórdenes taxonómicos de los suelos y cmol/kg de los suelo. • Saturación de bases, expresada en órdenes y subórdenes taxonómicos de los suelos. • Carbono orgánico, expresado en órdenes y subórdenes taxonómicos de los suelos. • Concentración de sales, sodio y materiales sulfídicos, experesado en órdenes y subórdenes taxonómicos de los suelos.
DEFINICIÓN
Cualidad de un suelo, que le permite proporcionar compuestos en cantidades adecuadas y en un balance apropiado, para el crecimiento de micoorganismos específicos (zooplancton y fitoplancton), cuando otros factores de crecimiento tales como la luz, la humedad, la temperatura y la condición física del suelo son favorables (USDA, 1961).
IMPORTANCIA DEL CRITERIO
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 los microorganismos acuáticos, los cuales son fuente de alimento para los peces. Una buena producción de plancton se logra cuando los suelos tienen buenos contenidos de nutrientes, es decir, presentan alta saturación de bases y de capacidad de intercambio catiónico, además de un pH adecuado.
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO
Los suelos Histosoles se consideran no aptos (N1).

LIMITANTES PARA LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

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

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Las clases de aptitud de cada una de las variables involucradas en el criterio se califican de acuerdo con la taxonomía del mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014). La calificación que se consideró en cada una de las variables es:

Variable	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
Saturación de aluminio	<15	15-30	>30	-
Capacidad de intercambio catiónico (CIC)	Todas las demás taxonomías (>24 cmol/kg)	-	Oxic (<24 cmol/kg), Oxisoles, Ultisoles, Espodosoles, Psamments	-
Saturación de bases	Usteps (menos los Dystric), Eutroficos de Udepts, Molisoles, Vertisoles, Aridisoles, Alfisoles	Los Dystroficos de los Udepts (menos los Eutric), Andisoles	Spodosoles, Histosoles, Oxisoles, Ultisoles, Oxic, Plintic	-
Carbono orgánico	Resto de taxonomías	Resto de Andisoles; Histic, Oxic	Melanicos, Fulvudands, Pachic, Psamments, Oxisoles, Ultisoles	Histosoles
Concentración de sales, sodio y materiales sulfídicos	Resto de taxonomías	-	Salic, Calcic, Rendolls, Natric, Sodic, Sulf	-

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Para discriminar los diferentes niveles de aptitud, se construyó una tabla de ponderación mediante la asignación porcentual a cada una de las variables que conforman el criterio de acuerdo con la limitación que cada una de las variables representan en la productividad natural de los estanques (saturación de bases 35 %, intercambio catiónico 25 %, saturación de aluminio 20 %; carbono orgánico y toxicidad 10 % cada uno).

Árbol de decisión del criterio

Saturación de bases	Capacidad de intercambio catiónico (CIC)	Saturación de aluminio	Carbono orgánico	Concentración de sales, sodio y materiales sulfídicos	Aptitud
Usteps (menos los Dystric), Eutroficos de Udepts, Molisoles, Vertisoles, Aridisoles, Alfisoles	Resto (>24 cmol/kg)	≤15	Resto de taxonomías	Resto	A1
				Salic, Calcic, Rendolls Natric, Sodic Sulf	A1
			Resto de Andisoles; Histic, Oxic	Resto	A1
				Salic, Calcic, Rendolls Natric, Sodic Sulf	A1
			Melanicos, Fulvudands, Pachic, Psamments, Oxisoles, Ultisoles	Resto	A1
				Salic, Calcic, Rendolls Natric, Sodic Sulf	A1
		15-30	Resto de taxonomías	Resto	A1
				Salic, Calcic, Rendolls Natric, Sodic Sulf	A1
			Resto de Andisoles; Histic, Oxic	Resto	A1
				Salic, Calcic, Rendolls Natric, Sodic Sulf	A2
			Melanicos, Fulvudands, Pachic, Psamments, Oxisoles, Ultisoles	Resto	A1
				Salic, Calcic, Rendolls Natric, Sodic Sulf	A2
		>30	Resto de taxonomías	Resto	A1
				Salic, Calcic, Rendolls Natric, Sodic Sulf	A2
			Resto de Andisoles; Histic, Oxic	Resto	A2
				Salic, Calcic, Rendolls Natric, Sodic Sulf	A2
			Melanicos, Fulvudands, Pachic, Psamments, Oxisoles, Ultisoles	Resto	A2
				Salic, Calcic, Rendolls Natric, Sodic Sulf	A2
		≤15	Resto de taxonomías	Resto	A2

	Oxic (<24 cmol/kg), Oxisoles, Ultisoles, Espodosoles, Psamments			Salic, Calcic, Rendolls Natric, Sodic Sulf	A2
			Resto de Andisoles; Histic, Oxic	Resto	A2
				Salic, Calcic, Rendolls Natric, Sodic Sulf	A2
			Melanicos, Fulvudands, Pachic, Psamments, Oxisoles, Ultisoles	Resto	A2
				Salic, Calcic, Rendolls Natric, Sodic Sulf	A2
		15-30	Resto de taxonomías	Resto	A2
				Salic, Calcic, Rendolls Natric, Sodic Sulf	A2
			Resto de Andisoles; Histic, Oxic	Resto	A2
				Salic, Calcic, Rendolls Natric, Sodic Sulf	A3
			Melanicos, Fulvudands, Pachic, Psamments, Oxisoles, Ultisoles	Resto	A2
				Salic, Calcic, Rendolls Natric, Sodic Sulf	A3
		>30	Resto de taxonomías	Resto	A2
				Salic, Calcic, Rendolls Natric, Sodic Sulf	A3
			Resto de Andisoles; Histic, Oxic	Resto	A3
				Salic, Calcic, Rendolls Natric, Sodic Sulf	A3
			Melanicos, Fulvudands, Pachic, Psamments, Oxisoles, Ultisoles	Resto	A3
				Salic, Calcic, Rendolls Natric, Sodic Sulf	A3
Los Dystroficos de los Udepts (menos los Eutric), Andisoles	Resto (>24 cmol/kg)	≤15	Resto de taxonomías	Resto	A1
				Salic, Calcic, Rendolls Natric, Sodic Sulf	A2
			Resto de Andisoles; Histic, Oxic	Resto	A1
				Salic, Calcic, Rendolls Natric, Sodic Sulf	A2

			Melanicos, Fulvudands, Pachic, Psamments, Oxisoles, Ultisoles	Resto	A2
				Salic, Calcic, Rendolls Natric, Sodic Sulf	A2
		15-30	Resto de taxonomías	Resto	A2
				Salic, Calcic, Rendolls Natric, Sodic Sulf	A2
			Resto de Andisoles; Histic, Oxic	Resto	A2
				Salic, Calcic, Rendolls Natric, Sodic Sulf	A2
			Melanicos, Fulvudands, Pachic, Psamments, Oxisoles, Ultisoles	Resto	A2
				Salic, Calcic, Rendolls Natric, Sodic Sulf	A2
		>30	Resto de taxonomías	Resto	A2
				Salic, Calcic, Rendolls Natric, Sodic Sulf	A2
			Resto de Andisoles; Histic, Oxic	Resto	A2
				Salic, Calcic, Rendolls Natric, Sodic Sulf	A3
			Melanicos, Fulvudands, Pachic, Psamments, Oxisoles, Ultisoles	Resto	A2
				Salic, Calcic, Rendolls Natric, Sodic Sulf	A3
	Oxic (<24cmol/kg), Oxisoles, Ultisoles, Espodosoles, Psamments	≤15	Resto de taxonomías	Resto	A2
				Salic, Calcic, Rendolls Natric, Sodic Sulf	A3
			Resto de Andisoles; Histic, Oxic	Resto	A2
				Salic, Calcic, Rendolls Natric, Sodic Sulf	A3
			Melanicos, Fulvudands, Pachic, Psamments, Oxisoles, Ultisoles	Resto	A3
				Salic, Calcic, Rendolls Natric, Sodic Sulf	A3
		15-30	Resto de taxonomías	Resto	A3
				Salic, Calcic, Rendolls	A3

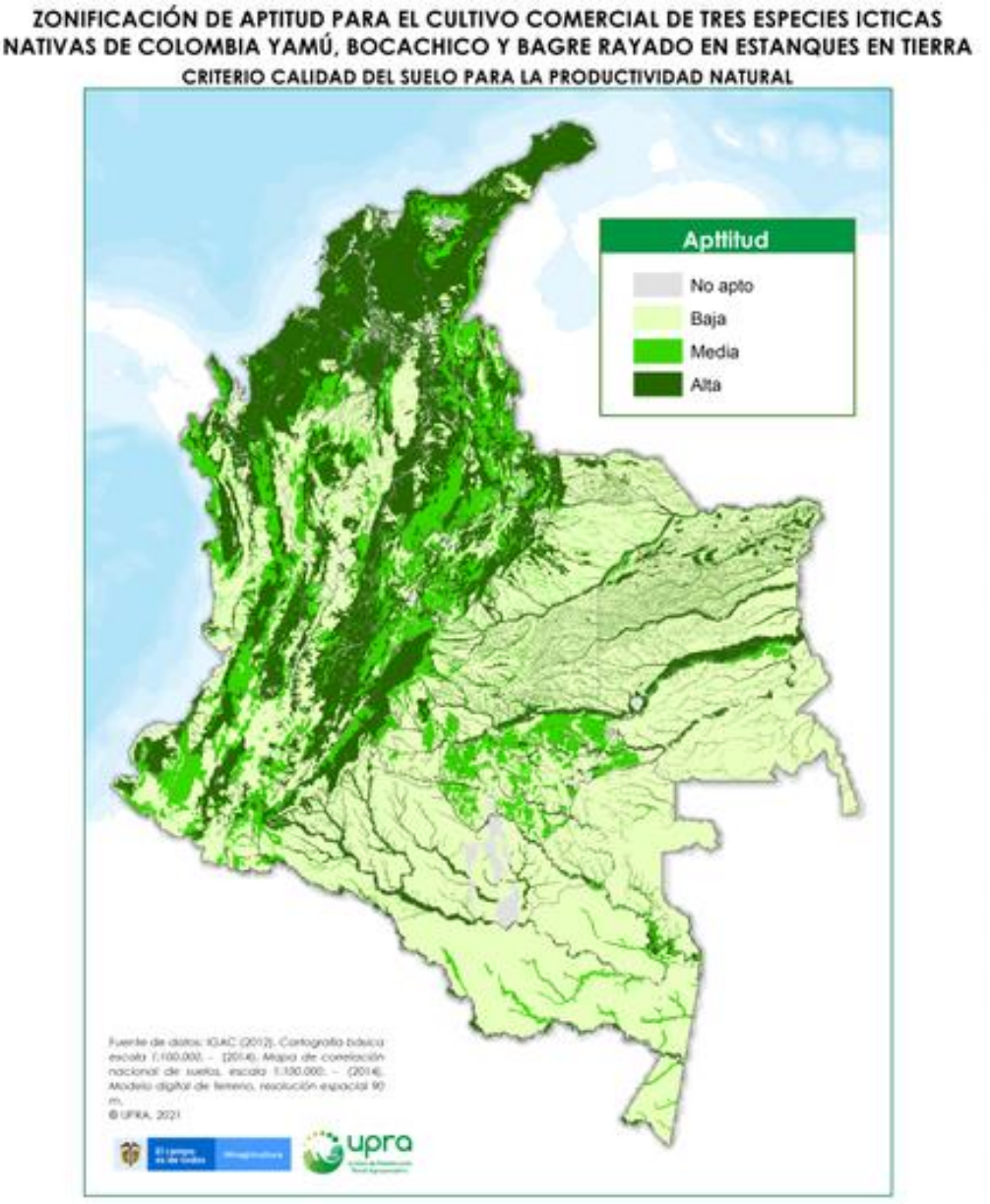
				Natric, Sodic Sulf	
			Resto de Andisoles; Histic, Oxic	Resto	A3
				Salic, Calcic, Rendolls Natric, Sodic Sulf	A3
			Melanicos, Fulvudands, Pachic, Psamments, Oxisoles, Ultisoles	Resto	A3
				Salic, Calcic, Rendolls Natric, Sodic Sulf	A3
		>30	Resto de taxonomías	Resto	A3
				Salic, Calcic, Rendolls Natric, Sodic Sulf	A3
			Resto de Andisoles; Histic, Oxic	Resto	A3
				Salic, Calcic, Rendolls Natric, Sodic Sulf	A3
			Melanicos, Fulvudands, Pachic, Psamments, Oxisoles, Ultisoles	Resto	A3
				Salic, Calcic, Rendolls Natric, Sodic Sulf	A3
Spodosoles, Histosoles, Oxisoles, Ultisoles, Oxic, Plintic	Resto (>24cmol/kg)	≤15	Resto de taxonomías	Resto	A2
				Salic, Calcic, Rendolls Natric, Sodic Sulf	A2
			Resto de Andisoles; Histic, Oxic	Resto	A2
				Salic, Calcic, Rendolls Natric, Sodic Sulf	A3
			Melanicos, Fulvudands, Pachic, Psamments, Oxisoles, Ultisoles	Resto	2
				Salic, Calcic, Rendolls Natric, Sodic Sulf	A3
		15-30	Resto de taxonomías	Resto	A2
				Salic, Calcic, Rendolls Natric, Sodic Sulf	A3
			Resto de Andisoles; Histic, Oxic	Resto	A3
				Salic, Calcic, Rendolls Natric, Sodic Sulf	A3
				Resto	A3

			Melanicos, Fulvudands, Pachic, Psamments, Oxisoles, Ultisoles	Salic, Calcic, Rendolls Natric, Sodic Sulf	A3
		>30	Resto de taxonomías	Resto	A3
				Salic, Calcic, Rendolls Natric, Sodic Sulf	A3
			Resto de Andisoles; Histic, Oxic	Resto	A3
				Salic, Calcic, Rendolls Natric, Sodic Sulf	A3
			Melanicos, Fulvudands, Pachic, Psamments, Oxisoles, Ultisoles	Resto	A3
				Salic, Calcic, Rendolls Natric, Sodic Sulf	A3
	Oxic (<24cmol/kg), Oxisoles, Ultisoles, Espodosoles, Psamments	≤15	Resto de taxonomías	Resto	A3
				Salic, Calcic, Rendolls Natric, Sodic Sulf	A3
			Resto de Andisoles; Histic, Oxic	Resto	A3
				Salic, Calcic, Rendolls Natric, Sodic Sulf	A3
			Melanicos, Fulvudands, Pachic, Psamments, Oxisoles, Ultisoles	Resto	A3
				Salic, Calcic, Rendolls Natric, Sodic Sulf	A3
		15-30	Resto de taxonomías	Resto	A3
				Salic, Calcic, Rendolls Natric, Sodic Sulf	A3
			Resto de Andisoles; Histic, Oxic	Resto	A3
				Salic, Calcic, Rendolls Natric, Sodic Sulf	A3
			Melanicos, Fulvudands, Pachic, Psamments, Oxisoles, Ultisoles	Resto	A3
				Salic, Calcic, Rendolls Natric, Sodic Sulf	A3
		>30	Resto de taxonomías	Resto	A3
				Salic, Calcic, Rendolls Natric, Sodic Sulf	A3

			Resto de Andisoles; Histic, Oxic	Resto	A3
				Salic, Calcic, Rendolls Natric, Sodic Sulf	A3
			Melanicos, Fulvudands, Pachic, Psamments, Oxisoles, Ultisoles	Resto	A3
				Salic, Calcic, Rendolls Natric, Sodic Sulf	A3
Histosoles				Cualquiera	N1

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

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO



FUENTES DE INFORMACIÓN
• FAO. (1976). A Framework for Land Evaluation. *Soils Bulletin 32*. Roma: FAO. • IGAC. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos)*. Bogotá: IGAC. 119 p. • _. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC. • _. (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC. • USDA. (1961). *Land-Capability Classification*. Agriculture Handbook no. 210. EUA: Soil Conservation Service USDA.

1.2.1. Variable saturación de aluminio

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano**	
COMPONENTE: físico.	**SUBCOMPONENTE**: edáfico	
CRITERIO ASOCIADO: calidad del suelo para la productividad natural		
VARIABLE: saturación de aluminio	**UNIDAD DE MEDIDA:** porcentaje (%)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
Proporción de Al^{+++} en el complejo de cambio y en la solución del suelo. Se debe a los iones Al^{+++} y H^{+} intercambiables (desplazables) con una sal neutra (KCl); también incluye pequeñas cantidades de hierro, manganeso y zinc intercambiables (Garavito, 1979).		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
La saturación de aluminio del suelo (SAl) hace referencia a la acidez debida al ion aluminio (Al^{+++}), que es abundante en suelos ácidos con pH menor de 5,5, el cual afecta el desarrollo de las plantas: inhibe la división celular, causa deficiencias de fósforo e impide la absorción del calcio, magnesio y potasio. 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; cuando es mayor de 60 %, la concentración de Al en la solución del suelo aumenta rápidamente (Cortés y Malagón , 1984). 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 y responsable del buen desarrollo de raíces.		

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

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

No se establece un rango de exclusión técnica (N1).

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 diversos tamaños que tienen contenidos de aluminio diferente al componente calificado, los cuales pueden o no ser restrictivos para el cultivo.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La calificación 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).

Los rangos se obtienen de la tabla para la evaluación de la fertilidad de los suelos (IGAC, 2010).

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 la literatura relacionada, se determinaron como tierras con aptitud alta (A1), los suelos con saturación de aluminio inferiores o iguales a 15 %; aptitud media (A2), entre 15 y 30 %, aptitud baja (A3), saturaciones de aluminio con valores mayores de 30 %.

Rangos de aptitud

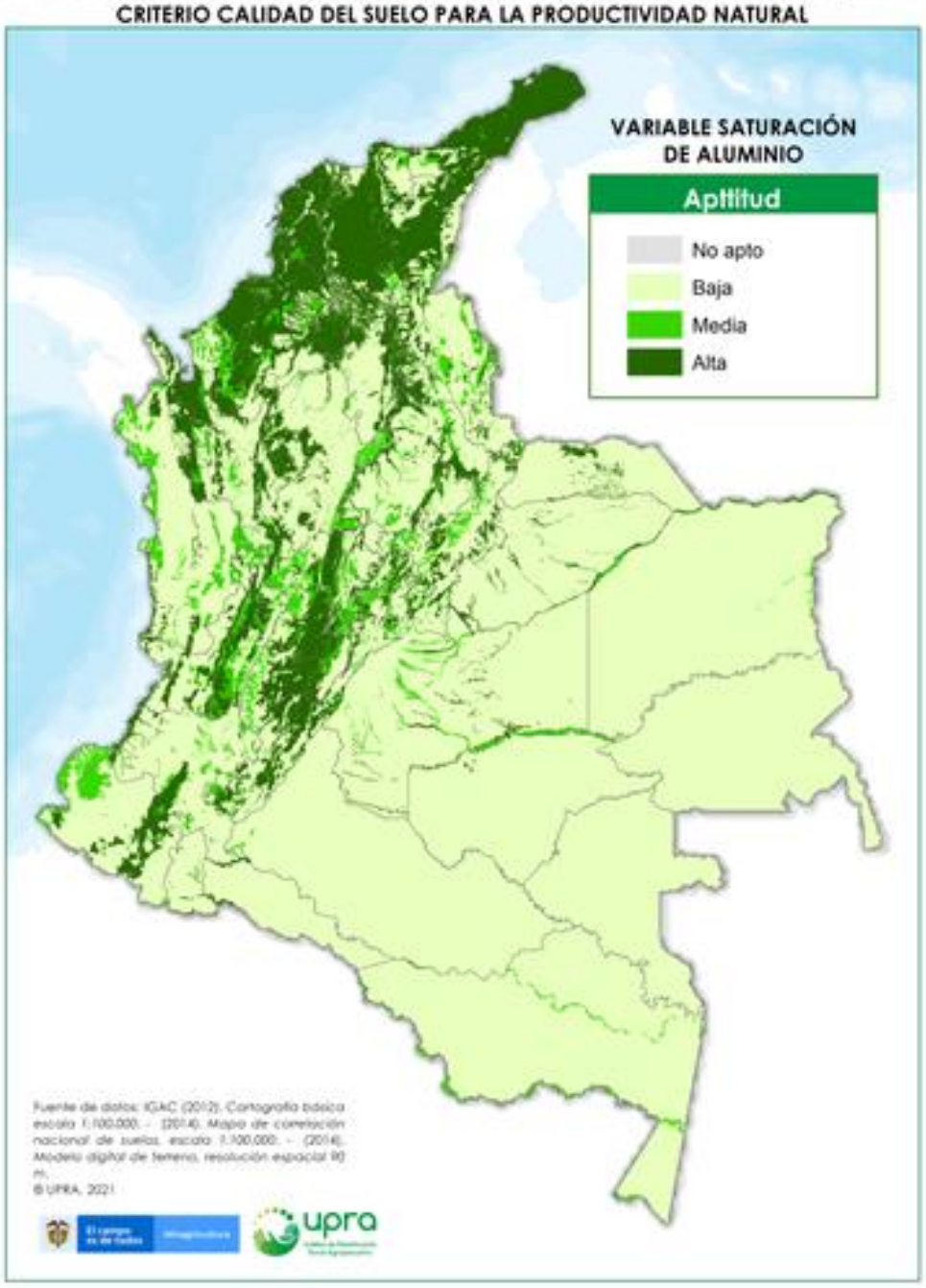
Saturación de aluminio (%)	Aptitud
≤ 15	Alta (A1)
15 - 30	Media (A2)
>30	Baja (A3)

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

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE TRES ESPECIES ICTICAS NATIVAS DE COLOMBIA YAMÚ, BOCACHICO Y BAGRE RAYADO EN ESTANQUES EN TIERRA

CRITERIO CALIDAD DEL SUELO PARA LA PRODUCTIVIDAD NATURAL



FUENTES DE INFORMACIÓN
• Cortés, A., y Malagón, D. (1984). *Los levantamientos agrológicos y sus aplicaciones múltiples*. Bogotá. UJTL. 270 p. • 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, F. (1979). *Propiedades químicas de los suelos*, 2 ed. Bogotá: IGAC. 30 y 128 p. • IGAC. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos)*. Bogotá: IGAC. 119 p. • _. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC. • _. (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC.

1.2.2. Variable saturación de bases

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano**	
COMPONENTE: físico.	**SUBCOMPONENTE**: edáfico	
CRITERIO ASOCIADO: calidad del suelo para la productividad natural		
VARIABLE: saturación de bases	**UNIDAD DE MEDIDA:** órdenes y subórdenes taxonómicos de los suelos	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
Relación entre la cantidad de bases intercambiables y la capacidad de intercambio de cationes. El valor de la saturación de la base varía según si la capacidad de intercambio catiónico incluye solo la acidez extraíble de la sal o la acidez total determinada a pH 7 u 8. A menudo, se expresa como un porcentaje (Soil science society of America, 2018).		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
Estima la cantidad de los elementos nutrientes del suelo, la cual determina el manejo químico de las tierras y su productividad natural. El contenido alto de saturación de bases indica que el complejo de cambio está saturado con elementos nutritivos para las plantas. Una mayor saturación de bases indica disponibilidad de nutrientes para las plantas, especialmente cuando la capacidad de intercambio catiónico es elevada. Cuando en condiciones naturales los contenidos de bases son bajos, debe adicionarse fertilizantes, lo cual implica aumento de los costos de producción.		

La saturación de bases cambiables, calculada mediante la proporción que ocupa en la CIC, disminuye a medida que aumenta el grado de lavado y el intemperismo de los suelos (Malagón, 1995).

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

No se determinaron áreas no aptas (N1) por esta variable, debido a que, en las unidades de tierras con baja saturación de bases, se pueden aplicar enmiendas para regular su contenido, como parte del manejo de los estanques.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

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

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La variable se construyó a partir de la información de los resultados de laboratorio de suelos que proporciona la base de datos del mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014).

Para la asignación de aptitud de la variable saturación de bases, se tiene en cuenta el contenido contemplado en la taxonomía de los suelos.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

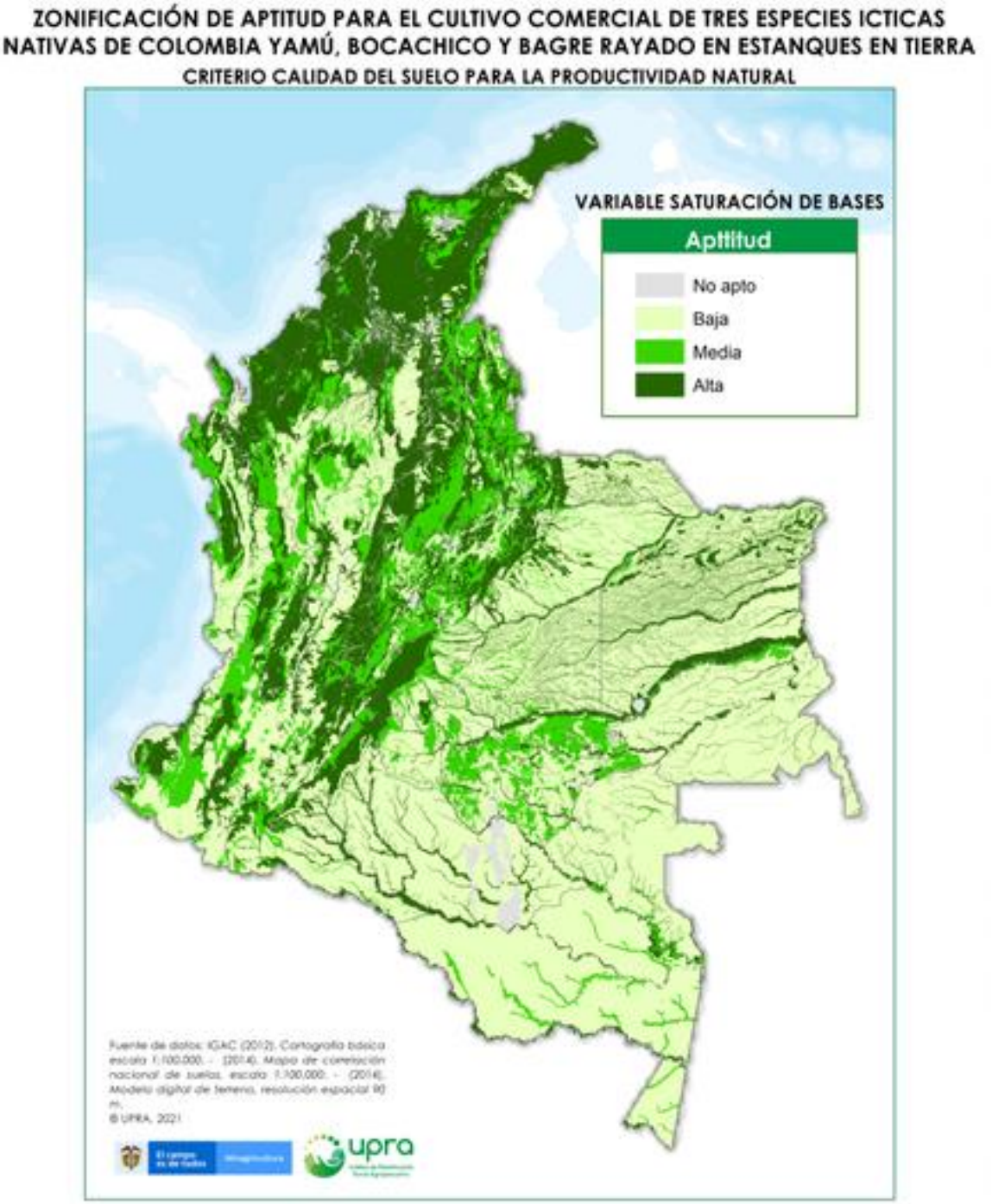
Los rangos estimados para la variable corresponden a niveles taxonómicos que representan los siguientes componentes:

Rangos de aptitud

Saturación de bases (ordenes y subordenes taxonómicos)	Aptitud
Usteps (menos los Dystric), Eutroficos de Udepts, Molisoles, Vertisoles, Aridisoles, Alfisoles	Alta (A1)
Los Dystroficos de los Udepts (menos los Eutric), Andisoles	Media (A2)
Spodosoles, Histosoles, Oxisoles, Ultisoles, Oxic, Plintic	Baja (A3)

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

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



FUENTES DE INFORMACIÓN
• IGAC. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos)*. Bogotá: IGAC. 119 p. • _. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC. • _. (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC. • Malagon, D. (1995). *Suelos de Colombia: origen, evolución, clasificación, distribución y uso*. p. 423-427. • Soil Science Society of America. (2018). *Glossary of Soil Science Terms*. https://www.soils.org/publications/soils-glossary?ssoContinue=1#

1.2.3. Variable carbono orgánico

<table>
<tr><th colspan="4">FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="2">TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano</td></tr>
<tr><td colspan="2">COMPONENTE: físico.</td><td colspan="2">SUBCOMPONENTE: edáfico</td></tr>
<tr><td colspan="4">CRITERIO ASOCIADO: calidad del suelo para la productividad natural</td></tr>
<tr><td colspan="2">VARIABLE: carbono orgánico</td><td colspan="2">UNIDAD DE MEDIDA: órdenes y subórdenes taxonómicos de los suelos</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Exclusión técnica</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Análisis jerárquico</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante legal</td><td></td></tr>
<tr><th colspan="4">DEFINICIÓN</th></tr>
<tr><td colspan="4">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).

Es el principal elemento que forma parte de la materia orgánica, por esto es común que ambos términos se confundan o se hable indistintamente de uno u otro.</td></tr>
<tr><th colspan="4">IMPORTANCIA DE LA VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="4">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.

La materia orgánica promueve la actividad de los microorganismos del suelo, muchos de los cuales son fuente de alimento para los peces.

En las propiedades físicas, modifica la estructura y regula la distribución de los poros; en cuanto la parte biológica, el carbono es esencial, proporciona fuentes energéticas a los organismos del suelo,</td></tr>
</table>

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, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

Se consideran suelos no aptos (N1) para el establecimiento de estanques piscícolas los que están dominados por materiales orgánicos, ya que, por normas ambientales, no se debe hacer esta actividad.

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 diversos tamaños que tienen variadas cantidades de carbono orgánico, lo que corresponde a aptitudes diferentes al componente calificado.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La variable se construyó a partir del contenido de carbono orgánico que pueden contener los suelos de acuerdo con el nivel taxonómico de orden o suborden en la base de datos del mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014).

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

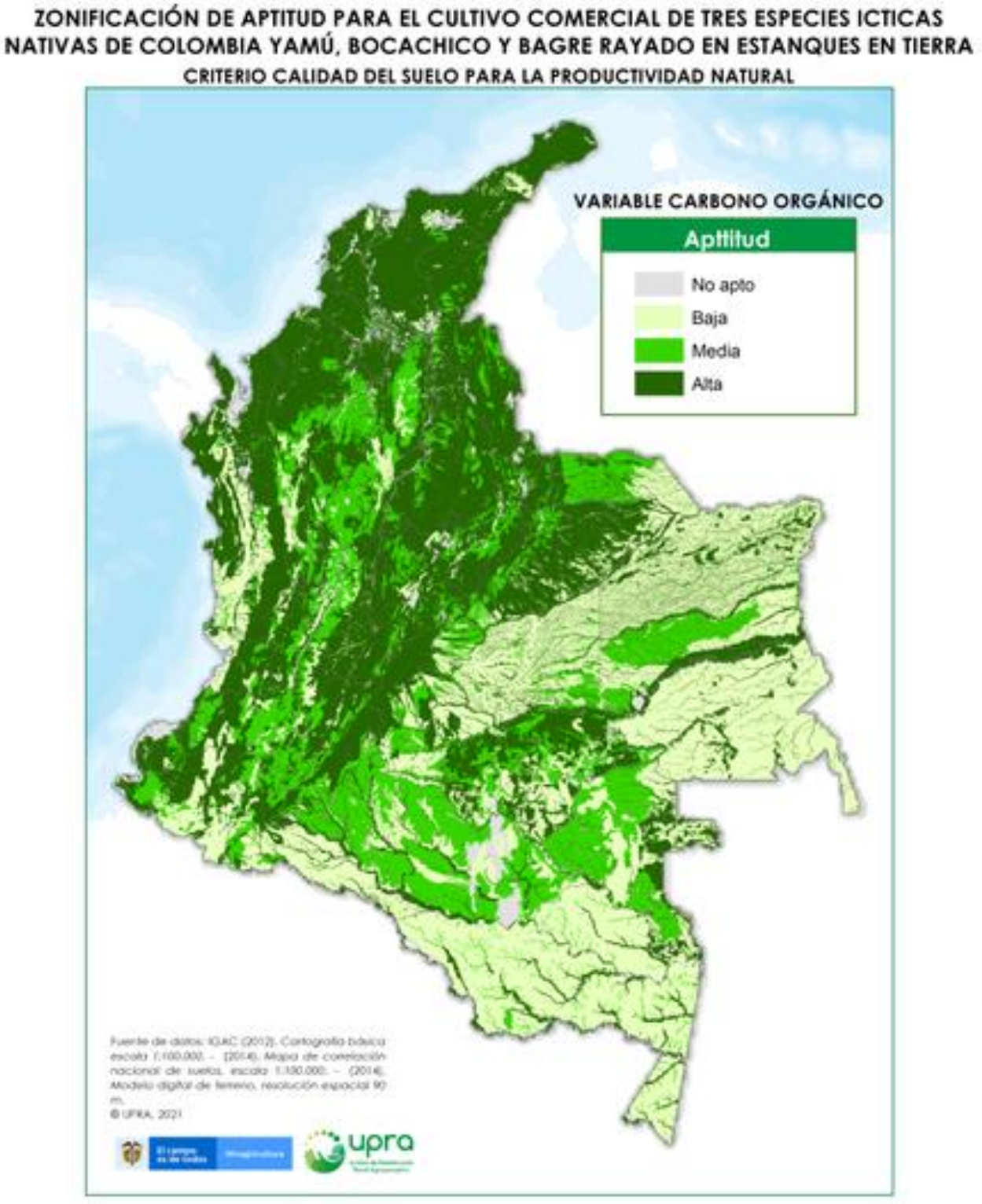
La delimitación de los rangos se basó en que altos contenidos carbono, pueden causar efectos negativos como la emisión de metano y producción de amonio, mientras que los bajos contenidos no favorecen la producción de plancton.

Los rangos estimados para la variable corresponden a niveles taxonómicos que representan como no aptos (N1) a los Histosoles, aptitud marginal (A3), suelos con muy altos y muy bajos contenidos de carbono, la aptitud media (A2), con contenidos intermedios y la aptitud A1, las restantes taxonomías, con niveles que se consideran adecuados para la producción de plancton, así:

Órdenes y subordenes taxonómicos de los suelos	**Aptitud**
Resto de taxonomías	Alta (A1)
Resto de Andisoles; Histic, Oxic	Media (A2)
Melanicos, Fulvudands, Pachic, Psamments, Oxisoles, Ultisoles	Baja (A3)
Histosoles	No apto (N1)

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

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



FUENTES DE INFORMACIÓN
• Borie, G., Aguilera, S., y Peirano, P. (1999). Actividad biológica en suelos. *Frontera Agrícola, 5*, 29-32. • Fassbender, H., y Bornemisza, E. (1987). *Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina*. Segunda edición. San José de Costa Rica: IICA. • IGAC. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos)*. Bogotá: IGAC. 119 p. • _. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC. • _. (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC. • Jackson, M.L. (1958). *Soil chemical analysis*. Prentice-Hall. Englewood Cliffs, N.J. p. 205. • Martínez, E., Fuentes, J., y Acevedo, E. (2008). Carbono orgánico y propiedades del suelo. *Revista de la Ciencia del Suelo y Nutrición Vegetal*, 8(1), 68-96.

1.2.4. Variable capacidad de intercambio catiónico (CIC)

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano**	
COMPONENTE: físico.	**SUBCOMPONENTE**: edáfico	
CRITERIO ASOCIADO: calidad del suelo para la productividad natural		
VARIABLE: capacidad de intercambio catiónico (CIC)	**UNIDAD DE MEDIDA:** órdenes y subórdenes taxonómicos de suelos y cmol/kg de suelo	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
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. 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.		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
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).		

La CIC tiene gran influencia en las propiedades químicas, físicas y biológicas de los suelos. Es un indicador de la fertilidad de los suelos, dado que controla la disponibilidad de nutrientes para las plantas. Interviene en los procesos de floculación y dispersión de la arcilla y, por consiguiente, en la estructura y estabilidad de los agregados.

El suelo no solamente retiene los elementos denominados mayores (N, P, K, Ca, S, Mg), sino los elementos menores o micronutrientes (Fe, B, Mn, Zn, Cl, Mo, Cu, Ni), necesarios para la nutrición de las plantas, y es un indicativo de la capacidad reguladora de los suelos (capacidad de evitar cambios bruscos en el pH del suelo o capacidad amortiguadora contra ellos).

Suelos con baja CIC pueden retener pocos cationes y, en consecuencia, requieren dosis más frecuentes de fertilizantes, que los suelos con alta CIC (Cortés y Malagón , 1984).

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

No se determinó área no apta (N1) por esta variable, debido a que a las unidades de tierras con baja CIC se les puede aplicar enmiendas para mejorar la capacidad de intercambio de cationes como la materia orgánica.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La mayoría de las unidades cartográficas de suelos, a escala 1:100.000, son asociaciones y se califica el componente taxonómico de mayor representatividad dentro de la unidad; esto significa que dentro de la misma existen áreas de diferentes tamaños que tienen saturaciones de diferente aptitud al componente calificado.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La variable se obtuvo a partir de la información de la base de datos del mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014).

Los límites de variación se conforman reagrupando las taxonomías con valores superiores e inferiores de 24cmol/kg (Soil Sourvey Staff, 2014).

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Se toman los dos valores más representativos en la taxonomía de los suelos que corresponden a los mayores de 24 cmol/kg y a los menores de este valor.

Órdenes y subórdenes taxonómicos de los suelos y cmol/kg de suelo	**Aptitud**
Todas las demás taxonomías (>24 cmol/kg)	Alta (A1)
-	Media (A2)
Oxic (<24 cmol/kg), Oxisoles, Ultisoles, Espodosoles, Psamments	Baja (A3)

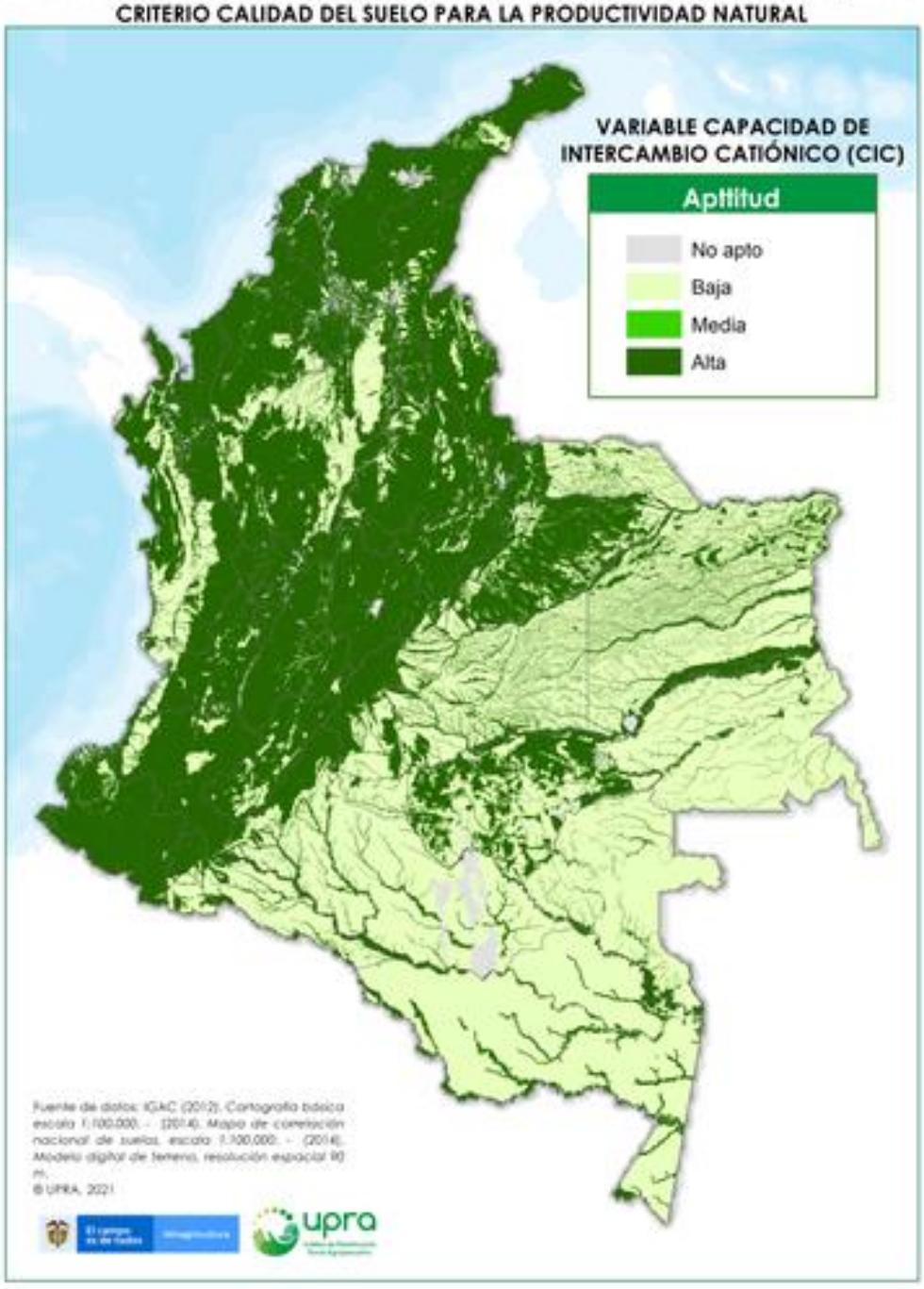
Los rangos de aptitud están dados de acuerdo con diferentes consultas con el gremio acuicultor y la literatura relacionada.

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

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE TRES ESPECIES ICTICAS NATIVAS DE COLOMBIA YAMÚ, BOCACHICO Y BAGRE RAYADO EN ESTANQUES EN TIERRA

CRITERIO CALIDAD DEL SUELO PARA LA PRODUCTIVIDAD NATURAL



FUENTES DE INFORMACIÓN
• Cortés, A., y Malagón, D. (1984). *Los levantamientos agrológicos y sus aplicaciones múltiples*. Bogotá: UJTL. 270 p. • IGAC. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos)*. Bogotá: IGAC. 119 p. • _. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC. • _. (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC. • Malagón, D. (1995). Suelos de Colombia: origen, evolución, clasificación, distribución y uso. Bogotá: IGAC. 423-427 p. • Soil sourvey staff. (2014). *Key to soil taxonomy*. Twelfth Edition. United States Department of Agriculture. Natural Resources Conservation Service. Washington DC.

1.2.5. Variable concentración de sales, sodio, y materiales sulfídicos

<table>
<tr><th colspan="4">FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="2">TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano</td></tr>
<tr><td colspan="4">COMPONENTE: físico. SUBCOMPONENTE: edáfico</td></tr>
<tr><td colspan="4">CRITERIO ASOCIADO: calidad del suelo para la productividad natural</td></tr>
<tr><td colspan="2">VARIABLE: concentración de sales, sodio y materiales sulfídicos</td><td colspan="2">UNIDAD DE MEDIDA: órdenes y subórdenes taxonómicos de los suelos</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Exclusión técnica</td><td></td></tr>
<tr><td>Análisis jerárquico</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante legal</td><td></td></tr>
<tr><th colspan="4">DEFINICIÓN</th></tr>
<tr><td colspan="4">Contenido alto de sales solubles y/o sodio intercambiable en el suelo. El contenido de sales se determina normalmente en términos de la conductividad eléctrica (CE), pero puede expresarse con cantidad o porcentaje de sales en el suelo, como también cantidad de aniones en la fracción de cambio. El sodio (Na) se determina como el porcentaje de sodio intercambiable (PSI).

Los materiales sulfídicos contienen compuestos de azufre oxidables (S elemental o más comúnmente materiales sulfídicos, como pirita o como el monosúlfido de hierro). Son materiales orgánicos o minerales de suelo con un valor de pH mayor de 3,5, y que se vuelven significativamente más ácidos cuando se oxidan (Soil Survey Staff, 2014).</td></tr>
<tr><th colspan="4">IMPORTANCIA DE LA VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="4">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</td></tr>
</table>

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.
En suelos salinos, el catión sodio es el que predomina en la solución del suelo, mientras que el calcio (Ca) y el magnesio (Mg), debido a su mayor fuerza de adsorción, ocupan la mayor proporción de los iones dentro de la doble capa difusa (forma intercambiable) (Garavito, 1979).
Los contenidos altos de sales solubles o de sodio intercambiable, elevan de forma considerable el pH en los estanques, lo que a su vez afecta en forma significativa los rendimientos en la producción del plancton.

Los materiales sulfídicos se acumulan en suelos o en sedimentos que están permanentemente saturados, generalmente con aguas salobres. Los sulfatos en agua se reducen biológicamente a sulfitos como materiales acumulados. Si un suelo que contiene materiales sulfídicos es drenado o si los materiales sulfídicos son expuestos a condiciones aeróbicas, los sulfuros se oxidarán y formaran ácido sulfúrico (Soil Survey Staff, 2014).

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

Se consideran rangos no aptos (N1) para el establecimiento de estanques piscícolas, puesto que las concentraciones de estos compuestos pueden tener manejo químico.

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 a escala: 1:100.000 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). Estas características dificultan la toma de información por parte de los edafólogos en el campo para realizar su respectivo mapeo.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Los suelos salinos o no salinos y sódicos o no sódicos, al igual que los que tienen materiales sulfídicos, se obtuvieron a partir de la base de del mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014). La calificación de salino, sódico o con material sulfídico, se le dio al mayor componente taxonómico dentro de la unidad cartográfica de suelos. Las unidades cartográficas que no tenían información se infirieron, correlacionando otras variables, como clima y la nemotecnia que ofrecen los nombres taxonómicos.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

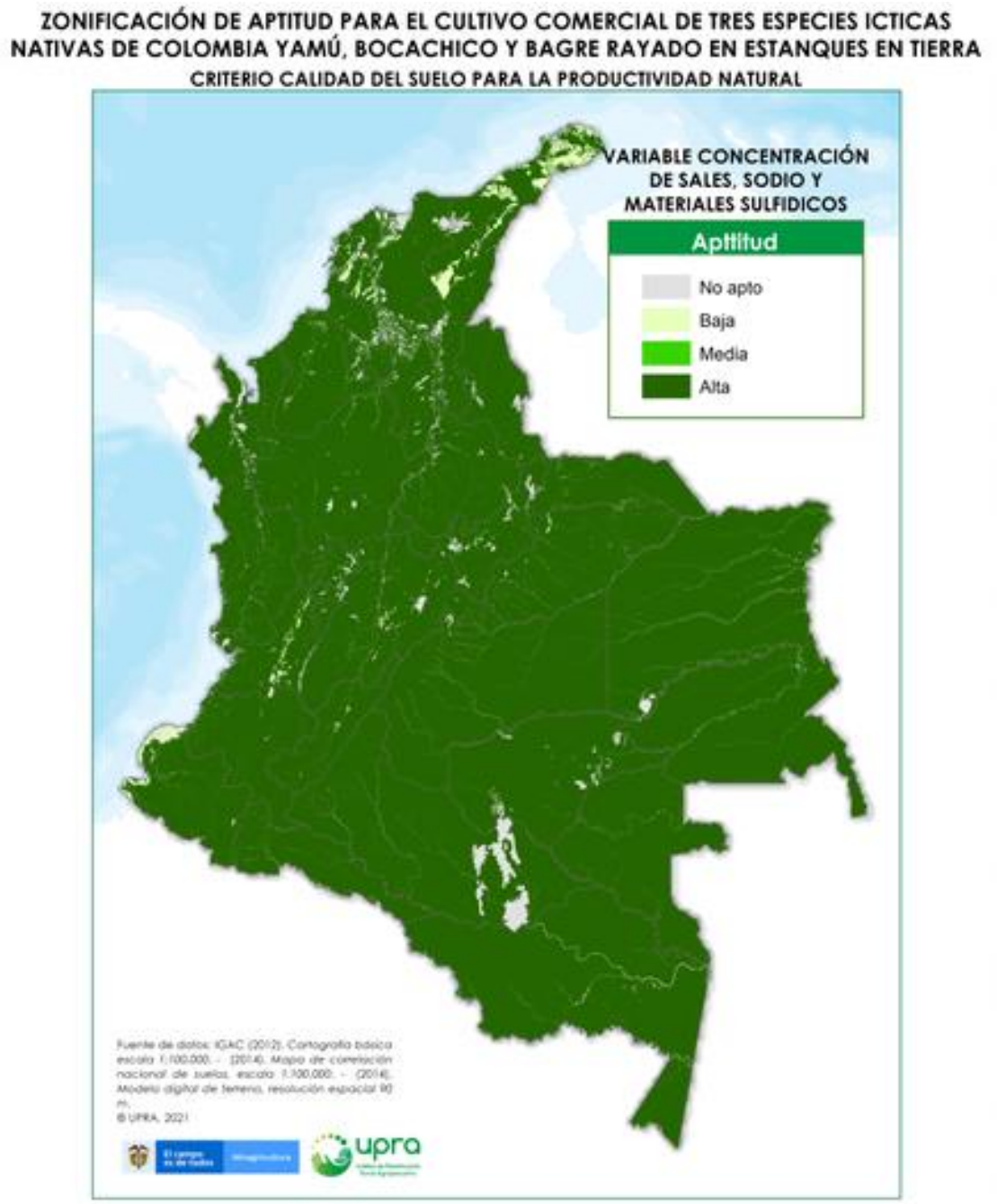
Suelos con aptitud alta (A1) son los que no presentan problemas de sales, sodio o materiales sulfídicos, mientras que con aptitud baja (A3) se encuentran los suelos calificados con esas características.

Concentración de sales, sodio y materiales sulfídicos

Ordenes y subordenes taxonómicos de los suelos	Aptitud
Resto de taxonomías	Alta (A1)
-	Media (A2)
Salic, Calcic, Rendolls Natric, Sodic, Sulf	Baja (A3)
-	No apta (N1)

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

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Garavito, F. (1979). *Propiedades químicas de los suelos*. Bogotá: IGAC, p. 148 y 149.
- IGAC. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos)*. Bogotá: IGAC. 119 p.
- _. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC.
- Soil Survey Staff. (2014). *Key to soil taxonomy*. Twelfth Edition. United States Department of Agriculture. Natural Resources Conservation Service. Washington DC.

1.3. Criterio condiciones del terreno para la construcción y manejo de estanques piscícolas

<table>
<tr><th colspan="3">FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO</th></tr>
<tr><td>TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano</td></tr>
<tr><td colspan="3">COMPONENTE: físico SUBCOMPONENTE: edáfico</td></tr>
<tr><td colspan="3">CRITERIO: condiciones del terreno para la construcción y manejo de estanques piscícolas</td></tr>
<tr><td rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Exclusión técnica</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Análisis jerárquico</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante legal</td><td></td></tr>
<tr><th colspan="3">VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO</th></tr>
<tr><td colspan="3">• Profundidad del sustrato, expresada en centímetros (cm).
• Drenaje natural, expresado como clase de drenaje.
• Pedregosidad, expresada como fase cartográfica.
• Textura, expresada como ordenes y subordenes taxonómicos de los suelos.
• Pendiente, expresada en porcentaje (%).</td></tr>
<tr><th colspan="3">DEFINICIÓN</th></tr>
<tr><td colspan="3">Capacidad que tiene el terreno para la construcción, el soporte de la infraestructura y del agua, así como el manejo de los estanques en tierra para la acuicultura.</td></tr>
<tr><th colspan="3">IMPORTANCIA DEL CRITERIO</th></tr>
<tr><td colspan="3">Las condiciones físicas del terreno determinan la facilidad o dificultad de excavación y construcción de los estanques, al igual que en el acceso para los operarios, la maquinaria, los equipos y los vehículos para el transporte de insumos, así como la salida de la producción. Incide directamente en los costos de inversión de las instalaciones acuícolas; los cuales dependen del diseño y el tamaño de los estanques a construir.</td></tr>
<tr><th colspan="3">LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO</th></tr>
<tr><td colspan="3">Las variables que conforman el criterio, excepto la pendiente y la profundidad, se califican con las unidades cartográficas de suelos del mapa de correlación nacional de suelos (escala 1:100.000) las cuales son principalmente asociaciones de suelos y se utiliza el componente taxonómico de mayor representatividad dentro de la unidad; en cuanto a la variable pedregosidad, se encuentra solamente como una fase pedregosa; esta fase cartográfica se califica en la etapa de campo durante el estudio de suelos y se asumen contenidos superiores de 35 %.</td></tr>
<tr><th colspan="3">VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO</th></tr>
<tr><td colspan="3">Se considera que tienen rangos de exclusión (N1), la pendiente cuando supera el 25 %, los suelos arenosos, los suelos con poca profundidad efectiva y las unidades denominadas no suelo, ya que son áreas que no tienen condiciones para ser excavadas ni para mantener en buenas condiciones los estanques.</td></tr>
<tr><th colspan="3">METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN</th></tr>
</table>

Las variables que conforman este criterio, excepto la pendiente, se obtienen del mapa de correlación nacional de suelos escala 1:100.000 (IGAC, 2014), y corresponde a las variables profundidad del suelo, clases de pedregosidad (porcentaje de volumen), drenaje natural y la clasificación taxonómica de suelos a nivel de orden y suborden; la pendiente se define a partir de la utilización de las fases por pendiente.

Rangos para las variables del criterio

Variables	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
Pendiente	≤ 7	7-12	12-25	> 25
Profundidad del sustrato	Profundo, muy profundo (> 100)	Moderadamente profundo (50 – 100)	Superficial, muy superficial (< 50)	Lithic, Petroferric, Petrocalcic, Petrogypsic (consociaciones), no suelo
Textura	Resto (demás taxonomías)	Fragic, Vertisoles	Arenic, Grossarenic, Petronodic, Vitric, Andisoles	Psamment, Psammentic, Histosoles
Pedregosidad	Sin fase de pedregosidad	-	Con fase de pedregosidad	-
Drenaje natural	Moderado, Bueno	Imperfecto	Muy pobre, pobre, excesivo	-

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

El criterio se califica con un árbol de decisión, ponderando las variables con pesos de 35 % para la pendiente, 25 % la profundidad del sustrato, el 20 % para la textura, el drenaje natural y la pedregosidad con el 10 % cada uno, dando aptitudes según la siguiente tabla:

Árbol de decisión para el criterio

Pendiente	Profundidad del sustrato	Textura	Drenaje natural	Pedregosidad	Aptitud
≤7	Profundo, muy profundo	Resto de taxonomías	Moderado, Bueno	Sin fase de pedregosidad	A1
				Con fase de pedregosidad	A1
			Imperfecto	Sin fase de pedregosidad	A1
				Con fase de pedregosidad	A1
			Muy pobre, pobre, excesivo	Sin fase de pedregosidad	A1
				Con fase de pedregosidad	A1

			Fragic, Vertisoles	Moderado, Bueno	Sin fase de pedregosidad	A1
					Con fase de pedregosidad	A1
				Imperfecto	Sin fase de pedregosidad	A1
					Con fase de pedregosidad	A2
				Muy pobre, pobre, excesivo	Sin fase de pedregosidad	A1
					Con fase de pedregosidad	A2
			Arenic, Grossarenic, Petronodic, Vitric, Andisoles	Moderado, Bueno	Sin fase de pedregosidad	A1
					Con fase de pedregosidad	A2
				Imperfecto	Sin fase de pedregosidad	A2
					Con fase de pedregosidad	A2
				Muy pobre, pobre, excesivo	Sin fase de pedregosidad	A2
					Con fase de pedregosidad	A2
			Psamment, Psamementic, Hitosoles	Cualquiera	Cualquiera	N1
		Moderadamente profundo	Resto de taxonomías	Moderado, Bueno	Sin fase de pedregosidad	A1
					Con fase de pedregosidad	A1
				Imperfecto	Sin fase de pedregosidad	A1
					Con fase de pedregosidad	A2
				Muy pobre, pobre, excesivo	Sin fase de pedregosidad	A1
					Con fase de pedregosidad	A2
			Fragic, Vertisoles	Moderado, Bueno	Sin fase de pedregosidad	A1
					Con fase de pedregosidad	A2
				Imperfecto	Sin fase de pedregosidad	A2
					Con fase de pedregosidad	A2
				Muy pobre, pobre, excesivo	Sin fase de pedregosidad	A2
					Con fase de pedregosidad	A2
				Moderado, Bueno	Sin fase de pedregosidad	A2

			Arenic, Grossarenic, Petronodic, Vitric, Andisoles		Con fase de pedregosidad	A2
				Imperfecto	Sin fase de pedregosidad	A2
					Con fase de pedregosidad	A2
				Muy pobre, pobre, excesivo	Sin fase de pedregosidad	A2
					Con fase de pedregosidad	A3
			Psamment, Psamementic, Hitosoles	Cualquiera	Cualquiera	N1
		Superficial, muy superficial	Resto de taxonomías	Moderado, Bueno	Sin fase de pedregosidad	A2
					Con fase de pedregosidad	A2
				Imperfecto	Sin fase de pedregosidad	A2
					Con fase de pedregosidad	A2
				Muy pobre, pobre, excesivo	Sin fase de pedregosidad	A2
					Con fase de pedregosidad	A2
			Fragic, Vertisoles	Moderado, Bueno	Sin fase de pedregosidad	A2
					Con fase de pedregosidad	A2
				Imperfecto	Sin fase de pedregosidad	A2
					Con fase de pedregosidad	A3
				Muy pobre, pobre, excesivo	Sin fase de pedregosidad	A2
					Con fase de pedregosidad	A3
			Arenic, Grossarenic, Petronodic, Vitric, Andisoles	Moderado, Bueno	Sin fase de pedregosidad	A2
					Con fase de pedregosidad	A3
				Imperfecto	Sin fase de pedregosidad	A3
					Con fase de pedregosidad	A3
				Muy pobre, pobre, excesivo	Sin fase de pedregosidad	A3
					Con fase de pedregosidad	A3
			Psamment, Psamementic, Hitosoles	Cualquiera	Cualquiera	N1
		Lithic, Petroferric, Petrocalcic, Petrogypsic	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	N1

	7-12	Profundo, muy profundo	Resto de taxonomías	Moderado, Bueno	Sin fase de pedregosidad	A1
					Con fase de pedregosidad	A2
				Imperfecto	Sin fase de pedregosidad	A1
					Con fase de pedregosidad	A2
				Muy pobre, pobre, excesivo	Sin fase de pedregosidad	A2
					Con fase de pedregosidad	A2
			Fragic, Vertisoles	Moderado, Bueno	Sin fase de pedregosidad	A2
					Con fase de pedregosidad	A2
				Imperfecto	Sin fase de pedregosidad	A2
					Con fase de pedregosidad	A2
				Muy pobre, pobre, excesivo	Sin fase de pedregosidad	A2
					Con fase de pedregosidad	A2
			Arenic, Grossarenic, Petronodic, Vitric, Andisoles	Moderado, Bueno	Sin fase de pedregosidad	A2
					Con fase de pedregosidad	A2
				Imperfecto	Sin fase de pedregosidad	A2
					Con fase de pedregosidad	A3
				Muy pobre, pobre, excesivo	Sin fase de pedregosidad	A2
					Con fase de pedregosidad	A3
			Psamment, Psamementic, Hitosoles	Cualquiera	Cualquiera	N1
		Moderadamente profundo	Resto de taxonomías	Moderado, Bueno	Sin fase de pedregosidad	A2
					Con fase de pedregosidad	A2
				Imperfecto	Sin fase de pedregosidad	A2
					Con fase de pedregosidad	A2
				Muy pobre, pobre, excesivo	Sin fase de pedregosidad	A2
					Con fase de pedregosidad	A3
			Fragic, Vertisoles	Moderado, Bueno	Sin fase de pedregosidad	A2

					Con fase de pedregosidad	A3
				Imperfecto	Sin fase de pedregosidad	A2
					Con fase de pedregosidad	A3
				Muy pobre, pobre, excesivo	Sin fase de pedregosidad	A3
					Con fase de pedregosidad	A3
			Arenic, Grossarenic, Petronodic, Vitric, Andisoles	Moderado, Bueno	Sin fase de pedregosidad	A3
					Con fase de pedregosidad	A3
				Imperfecto	Sin fase de pedregosidad	A3
					Con fase de pedregosidad	A3
				Muy pobre, pobre, excesivo	Sin fase de pedregosidad	A3
					Con fase de pedregosidad	A3
			Psamment, Psamementic, Hitosoles	Cualquiera	Cualquiera	N1
		Superficial, muy superficial	Resto de taxonomías	Moderado, Bueno	Sin fase de pedregosidad	A2
					Con fase de pedregosidad	A3
				Imperfecto	Sin fase de pedregosidad	A2
					Con fase de pedregosidad	A3
				Muy pobre, pobre, excesivo	Sin fase de pedregosidad	A3
					Con fase de pedregosidad	A3
			Fragic, Vertisoles	Moderado, Bueno	Sin fase de pedregosidad	A3
					Con fase de pedregosidad	A3
				Imperfecto	Sin fase de pedregosidad	A3
					Con fase de pedregosidad	A3
				Muy pobre, pobre, excesivo	Sin fase de pedregosidad	A3
					Con fase de pedregosidad	A3
			Arenic, Grossarenic, Petronodic, Vitric, Andisoles	Moderado, Bueno	Sin fase de pedregosidad	A3
					Con fase de pedregosidad	A3

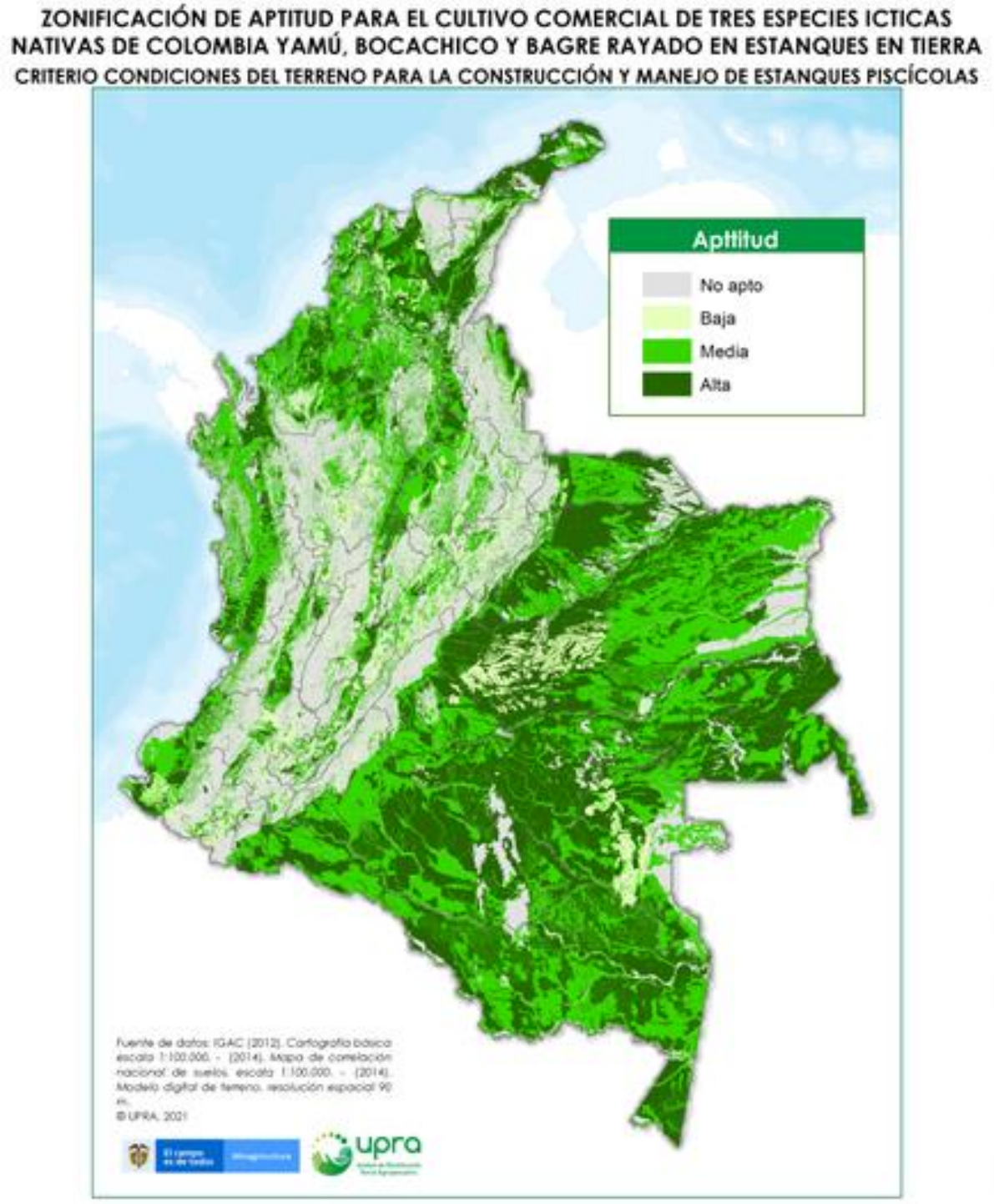
				Imperfecto	Sin fase de pedregosidad	A3
					Con fase de pedregosidad	A3
				Muy pobre, pobre, excesivo	Sin fase de pedregosidad	A3
					Con fase de pedregosidad	A3
			Psamment, Psamementic, Hitosoles	Cualquiera	Cualquiera	N1
		Lithic, Petroferric, Petrocalcic, Petrogypsic	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	N1
	12-25	Profundo, muy profundo	Resto de taxonomías	Moderado, Bueno	Sin fase de pedregosidad	A2
					Con fase de pedregosidad	A2
				Imperfecto	Sin fase de pedregosidad	A2
					Con fase de pedregosidad	A3
				Muy pobre, pobre, excesivo	Sin fase de pedregosidad	A2
					Con fase de pedregosidad	A3
			Fragic, Vertisoles	Moderado, Bueno	Sin fase de pedregosidad	A2
					Con fase de pedregosidad	A3
				Imperfecto	Sin fase de pedregosidad	A3
					Con fase de pedregosidad	A3
				Muy pobre, pobre, excesivo	Sin fase de pedregosidad	A3
					Con fase de pedregosidad	A3
			Arenic, Grossarenic, Petronodic, Vitric, Andisoles	Moderado, Bueno	Sin fase de pedregosidad	A3
					Con fase de pedregosidad	A3
				Imperfecto	Sin fase de pedregosidad	A3
					Con fase de pedregosidad	A3
				Muy pobre, pobre, excesivo	Sin fase de pedregosidad	A3
					Con fase de pedregosidad	A3
			Psamment, Psamementic, Hitosoles	Cualquiera	Cualquiera	N1
		Moderadamente profundo	Resto de taxonomías	Moderado, Bueno	Sin fase de pedregosidad	A2

					Con fase de pedregosidad	A3
				Imperfecto	Sin fase de pedregosidad	A3
					Con fase de pedregosidad	A3
				Muy pobre, pobre, excesivo	Sin fase de pedregosidad	A3
					Con fase de pedregosidad	A3
			Fragic, Vertisoles	Moderado, Bueno	Sin fase de pedregosidad	A3
					Con fase de pedregosidad	A3
				Imperfecto	Sin fase de pedregosidad	A3
					Con fase de pedregosidad	A3
				Muy pobre, pobre, excesivo	Sin fase de pedregosidad	A3
					Con fase de pedregosidad	A3
			Arenic, Grossarenic, Petronodic, Vitric, Andisoles	Moderado, Bueno	Sin fase de pedregosidad	A3
					Con fase de pedregosidad	A3
				Imperfecto	Sin fase de pedregosidad	A3
					Con fase de pedregosidad	A3
				Muy pobre, pobre, excesivo	Sin fase de pedregosidad	A3
					Con fase de pedregosidad	A3
			Psamment, Psamementic, Hitosoles	Cualquiera	Cualquiera	N1
		Superficial, muy superficial	Resto de taxonomías	Moderado, Bueno	Sin fase de pedregosidad	A3
					Con fase de pedregosidad	A3
				Imperfecto	Sin fase de pedregosidad	A3
					Con fase de pedregosidad	A3
				Muy pobre, pobre, excesivo	Sin fase de pedregosidad	A3
					Con fase de pedregosidad	A3
			Fragic, Vertisoles	Moderado, Bueno	Sin fase de pedregosidad	A3
					Con fase de pedregosidad	A3

			Imperfecto	Sin fase de pedregosidad	A3
				Con fase de pedregosidad	A3
			Muy pobre, pobre, excesivo	Sin fase de pedregosidad	A3
				Con fase de pedregosidad	A3
		Arenic, Grossarenic, Petronodic, Vitric, Andisoles	Moderado, Bueno	Sin fase de pedregosidad	A3
				Con fase de pedregosidad	A3
			Imperfecto	Sin fase de pedregosidad	A3
				Con fase de pedregosidad	A3
			Muy pobre, pobre, excesivo	Sin fase de pedregosidad	A3
				Con fase de pedregosidad	A3
		Psamment, Psamementic, Hitosoles	Cualquiera	Cualquiera	N1
	Lithic, Petroferric, Petrocalcic, Petrogypsic	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	N1
≥ 25	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	N1

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

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO



FUENTES DE INFORMACIÓN

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

1.3.1. Variable profundidad del sustrato

<table>
<tr><th colspan="4">FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="2">TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano</td></tr>
<tr><td colspan="2">COMPONENTE: físico</td><td colspan="2">SUBCOMPONENTE: edáfico</td></tr>
<tr><td colspan="4">CRITERIO ASOCIADO: condiciones del terreno para la construcción y manejo de estanques piscícolas</td></tr>
<tr><td colspan="2">VARIABLE: profundidad del sustrato</td><td colspan="2">UNIDAD DE MEDIDA: centimetro (cm)</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Exclusión técnica</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Análisis jerárquico</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante legal</td><td></td></tr>
<tr><th colspan="4">DEFINICIÓN</th></tr>
<tr><td colspan="4">Espacio del suelo que se puede penetrar o excavar sin mayores dificultades, para construir los estanques y las instalaciones piscícolas (USDA, 1961).</td></tr>
<tr><th colspan="4">IMPORTANCIA DE LA VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="4">Es determinante en el establecimiento de las granjas piscícolas, ya que, determina específicamente el lugar de su construcción; se considera que el suelo debe tener una profundidad mayor o igual a 100 cm, libre de fragmentos gruesos, contactos líticos, petroférricos o petrocálcicos que impidan la excavación.

También tiene pertinencia con las excavaciones superficiales para la construcción de las instalaciones (tuberías, líneas de alcantarillado, líneas telefónicas y líneas de transmisión de energía, sótanos, zanjas abiertas, entre otros) (USDA, NRCS, 1993).</td></tr>
<tr><th colspan="4">VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO</th></tr>
<tr><td colspan="4">Se establecen como exclusión técnica (N1) todos los suelos que tienen capas o contactos limitantes porque, además de impedir la excavación, representan una posible zona de filtración o fugas de agua de los estanques.</td></tr>
<tr><th colspan="4">LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="4">La evaluación de la variable consiste en la utilización de la información del mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014). Se utiliza el suelo dominante en la unidad cartográfica de suelos (asociaciones por lo general), sin incluir los suelos con poca representación, lo que implica profundidades y aptitudes diferentes en un área determinada.</td></tr>
<tr><th colspan="4">METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN</th></tr>
<tr><td colspan="4">La evaluación de la variable se hace a partir de la información del mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014), de acuerdo con la clasificación definida por el IGAC (2010), para los estudios generales de suelos. Los límites de variación de la profundidad efectiva del suelo se establecen de la siguiente manera:</td></tr>
</table>

Clases de profundidad efectiva de los suelos

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

En la determinación de las clases 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 manuales o con palas mecánicas.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

La determinación definición de rangos en la variable, se hace en función de la afectación en la inversión para su adecuación del terreno y construcción de los estanques e instalaciones.

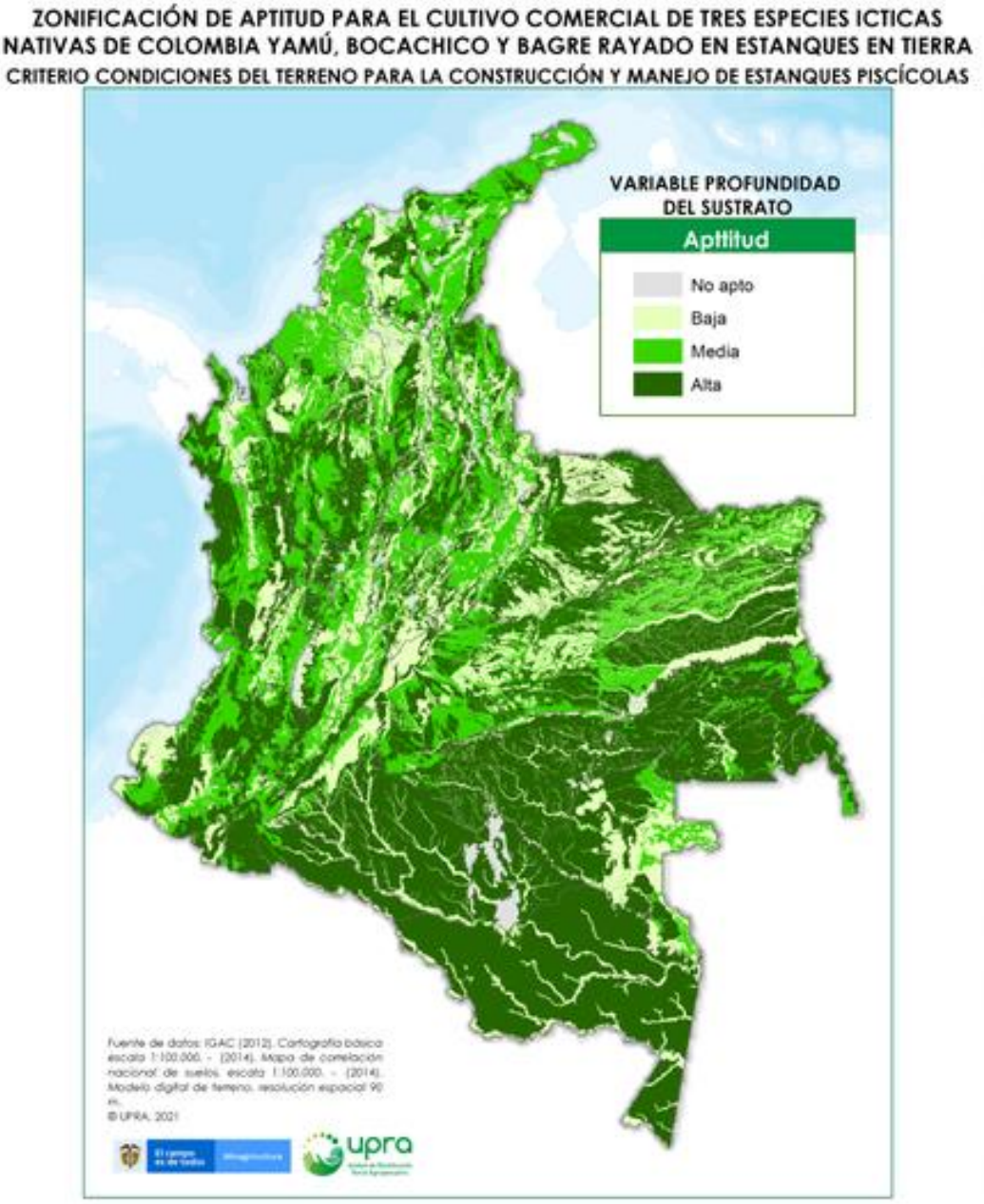
Los rangos de aptitud por profundidad del sustrato se definen como: aptitud alta (A1), mayor de 100 cm, lo que corresponde a suelos profundos y muy profundos; aptitud moderada (A2), entre 50 y 100 cm, es decir moderadamente profundos; aptitud baja (A3), menor de 50 cm (solamente por aspectos de drenaje y horizontes compactados). Como suelos de exclusión técnica (N1) los que tienen horizontes o contactos pétreos.

Rangos de aptitud por profundidad del sustrato

Profundidad de sustrato (cm)	Aptitud
Profundo, muy profundo (> 100)	Alta (A1)
Moderadamente profundo (50 – 100)	Media (A2)
Superficial, muy superficial (< 50)	Baja (A3)
Lithic, Petroferric, Petrocalcic, Petrogypsic (consociaciones), no suelo	No apta (N1)

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

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



FUENTES DE INFORMACIÓN

- IGAC. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (Manual de códigos)*. Bogotá. 119p. Uso interno.
- _. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000.* Bogotá: IGAC.
- _. (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000.*
- USDA (1961). Land capability classification. *Agriculture Handbook*. Washington, USA.
- USDA, NRCS. (1993). National soil survey handbook. *Soil interpretations rating guides*. Part 620, Washington, USA.

1.3.2. Variable drenaje natural

<table>
<tr><th colspan="4">FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="2">TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano</td></tr>
<tr><td colspan="4">COMPONENTE: físico SUBCOMPONENTE: edáfico</td></tr>
<tr><td colspan="4">CRITERIO ASOCIADO: condiciones del terreno para la construcción y manejo de estanques piscícolas</td></tr>
<tr><td colspan="2">VARIABLE: drenaje natural</td><td colspan="2">UNIDAD DE MEDIDA: clase de drenaje</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Exclusión técnica</td><td></td></tr>
<tr><td>Análisis jerárquico</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante legal</td><td></td></tr>
<tr><th colspan="4">DEFINICIÓN</th></tr>
<tr><td colspan="4">Frecuencia y duración de los períodos de humedad en condiciones similares a aquellas bajo las cuales se desarrolló el suelo. La alteración del régimen hídrico por parte de los humanos, ya sea a través del drenaje o el riego, no es una consideración a menos que las alteraciones hayan cambiado significativamente la morfología del suelo (Soil Science Division Staff, 2018).</td></tr>
<tr><th colspan="4">IMPORTANCIA DE LA VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="4">Incide en los costos de adecuación del terreno para el establecimiento de las granjas piscícolas, ya que impide la libre circulación de equipos y operarios para la construcción de los estanques. Cuando los niveles freáticos son muy altos, se puede llegar a contaminar los estanques, especialmente cuando existen evidencias en el área de contaminación de suelos o aguas por esta situación.

También tiene importancia en las excavaciones superficiales, ya que los suelos deben estar libre de niveles freáticos altos para la construcción de las instalaciones y la duración de los materiales (tuberías, líneas de alcantarillado, líneas telefónicas y líneas de transmisión de energía, sótanos, zanjas abiertas, entre otros) (USDA, NRCS, 1993).</td></tr>
<tr><th colspan="4">VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO</th></tr>
<tr><td colspan="4">No hay rango de exclusión técnica (N1), porque esta variable puede tener acciones correctivas de tipo técnico para bajar las capas de agua; aunque pueden aumentar los costos de construcción, pero no se excluye el negocio.</td></tr>
<tr><th colspan="4">LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="4">La variable se califica por las unidades cartográficas de suelos del mapa de correlación nacional de suelos (escala 1:100.000) las cuales están representadas principalmente por asociaciones de suelos, de tal manera que se utiliza el componente taxonómico de mayor representatividad dentro de la unidad o, eventualmente, el de menor limitación.</td></tr>
</table>

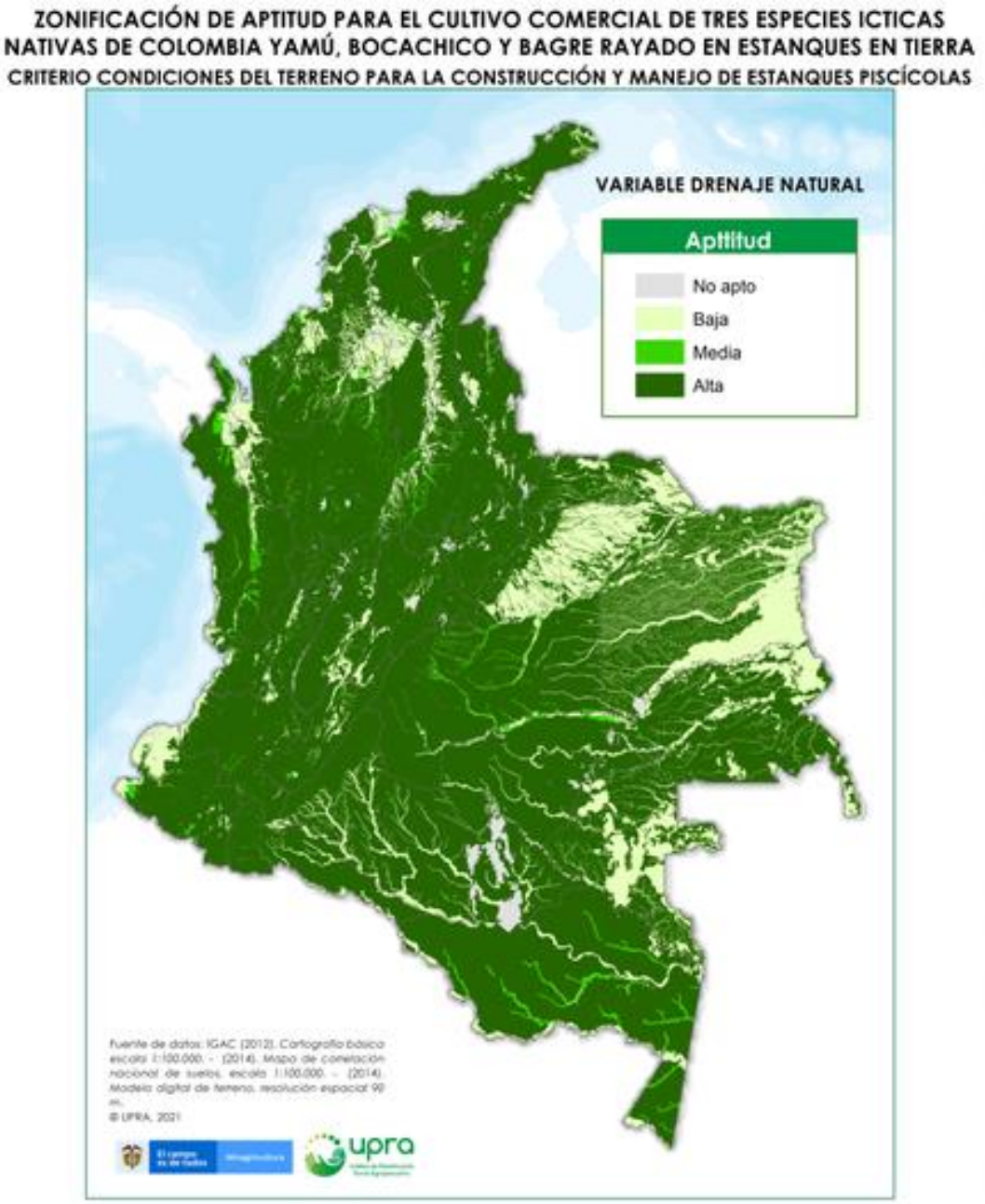
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN
La evaluación de la variable consiste en la utilización de la información del mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014), teniendo en cuenta las clases de drenaje del manual de códigos (IGAC, 2010). En los casos en que no se cuenta con la información de drenaje natural dentro de esta base, ésta se complementa interpretando la taxonomía de los suelos presentes en las unidades cartográficas.
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD
La determinación de rangos de aptitud de la variable está en función de la afectación en la inversión para la adecuación, construcción y mantenimiento de las granjas piscícolas. Los rangos de aptitud por drenaje natural se definen como: aptitud alta (A1), drenajes natural bueno y moderado; aptitud moderada (A2), drenaje imperfecto; aptitud baja (A3), los drenajes pobre, muy pobre y excesivo. No se establece un rango de exclusión (N1), porque esta variable puede tener acciones correctivas de tipo técnico, aunque pueden aumentar los costos de la infraestructura.

Rangos de aptitud

Drenaje natural	Aptitud
Moderado, bueno	Alta (A1)
Imperfecto	Media (A2)
Muy pobre, pobre, excesivo	Baja (A3)

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

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



FUENTES DE INFORMACIÓN

- IGAC. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (Manual de códigos)*. Bogotá. 119p. Uso interno.
- _. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC.
- Soil Science Division Staff. (2018). *Soil survey manual*. USDA. United department of agriculture. *Agriculture Handbook No. 18*. Washington D.C. p. 213-215.
- USDA, NRCS. (1993). National soil survey handbook. *Soil interpretations rating guides*. Part 620, Washington, USA.

1.3.3. Variable pedregosidad

<table>
<tr><th colspan="3">FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE</th></tr>
<tr><td>TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano</td></tr>
<tr><td colspan="3">COMPONENTE: físico SUBCOMPONENTE: edáfico</td></tr>
<tr><td colspan="3">CRITERIO ASOCIADO: condiciones del terreno para la construcción y manejo de estanques piscícolas</td></tr>
<tr><td>VARIABLE: pedregosidad</td><td colspan="2">UNIDAD DE MEDIDA: fase cartográfica</td></tr>
<tr><td rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Exclusión técnica</td><td></td></tr>
<tr><td>Análisis jerárquico</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante legal</td><td></td></tr>
<tr><th colspan="3">DEFINICIÓN</th></tr>
<tr><td colspan="3">Cantidad de fragmento de roca (> 2 mm) presentes en el suelo (Van Wambeke y Forbes, 1987).</td></tr>
<tr><th colspan="3">IMPORTANCIA DE LA VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="3">La presencia de fragmentos de roca afecta los trabajos de adecuación y construcción de los estanques piscícolas. Cuando los fragmentos son muy grandes, sus contornos son posiblemente vías de infiltración, obligando a proporcionar mayores caudales de agua y a hacer mayores inversiones en impermeabilizaciones. También dificulta la adecuación de la granja para el tránsito tanto de personas como de vehículos.</td></tr>
<tr><th colspan="3">VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO</th></tr>
<tr><td colspan="3">No se establece un rango de exclusión técnica (N1).</td></tr>
<tr><th colspan="3">LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="3">La información de pedregosidad se encuentra registrada en la base de datos del mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014) como una fase cartográfica, es decir fase pedregosa, no se encuentran rangos.</td></tr>
<tr><th colspan="3">METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN</th></tr>
<tr><td colspan="3">Las clases de pedregosidad se obtienen a partir del mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000 (IGAC, 2014); esta variable se tomó como aparece en los registros de la información de la base de datos, es decir, la fase pedregosa, pero no especificando rangos por porcentaje. Se asume que cuando es fase pedregosa, la cantidad de fragmentos de roca es mayor de 35 %, la cual es determinada en la etapa de campo durante el estudio de suelos.

Aunque la tabla se refiere a los cultivos, para el presente caso se toma el porcentaje a partir de donde interfiere con el uso de maquinaria y la estabilidad de los estanques (> 35%).</td></tr>
</table>

Clases de fragmentos rocosos en el perfil de suelo

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

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

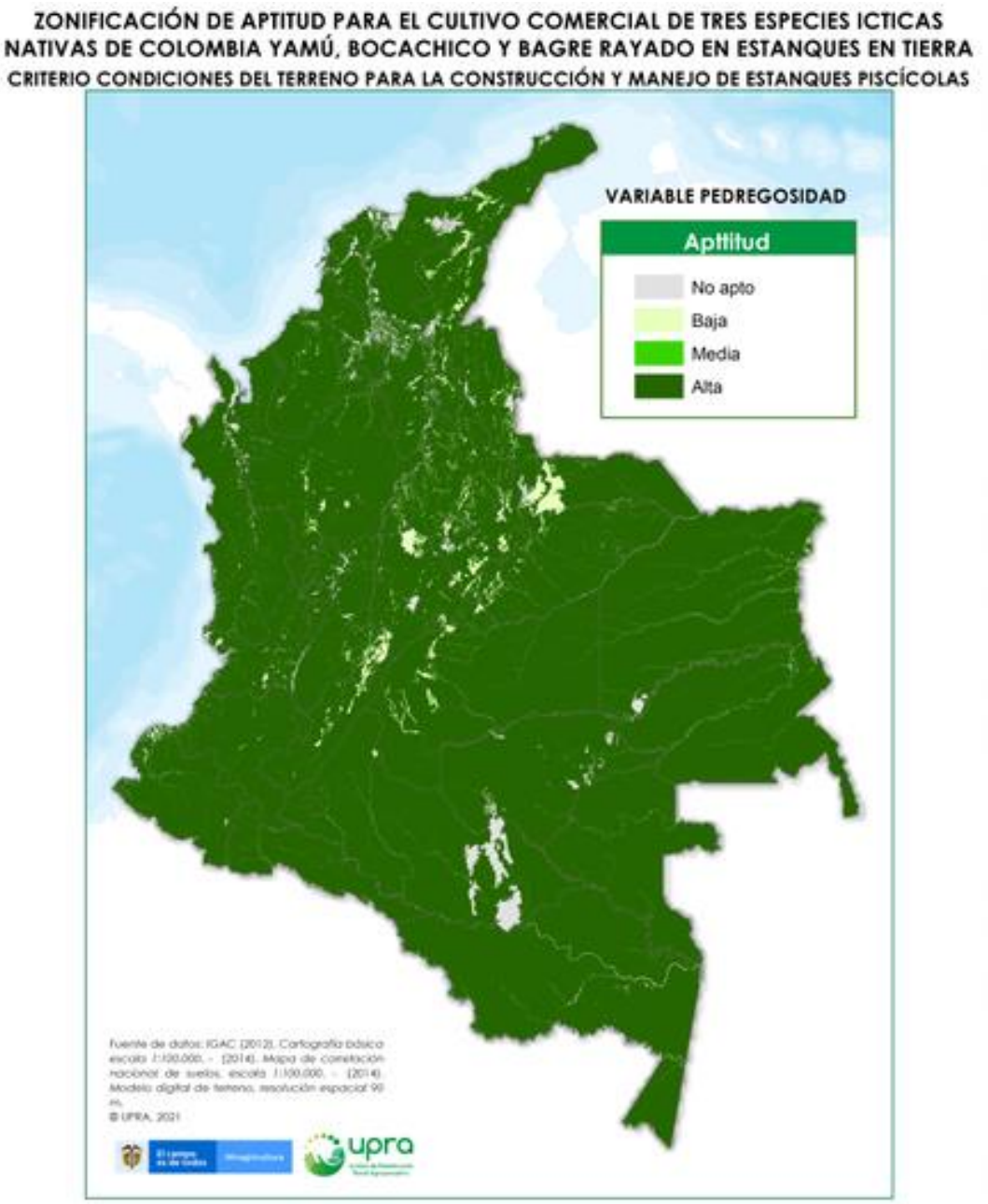
Para la determinación de rangos en la variable pedregosidad, se procede en función los costos de inversión para su adecuación de terreno y los costos de construcción de los estanques e instalaciones. Los rangos de aptitud por pedregosidad se definen como: aptitud alta (A1), sin fase pedregosa y aptitud baja (A3), con fase pedregosa; no se establece rango de exclusión técnica (N1).

Rangos de aptitud

Pedregosidad	Aptitud
Sin fase de pedregosidad	Alta (A1)
Con fase de pedregosidad	Baja (A3)

Unidad de análisis	Fase cartográfica por pedregosidad del mapa de correlación de suelos 1:100.000

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



FUENTES DE INFORMACIÓN

- IGAC. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (Manual de códigos)*. Bogotá. 119p.
- _. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC.
- -. (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000*.
- -. (2014). *Metodología para elaborar y actualizar áreas homogéneas de tierras con fines catastrales*. Bogotá: IGAC. 48 p.
- Van Wambeke, A., y Forbes, T. (1987). *Criterios para el uso de la taxonomía de suelos en la denominación de unidades cartográficas*. Monografía técnica No. 15. pp. 44-46.

1.3.4. Variable textura

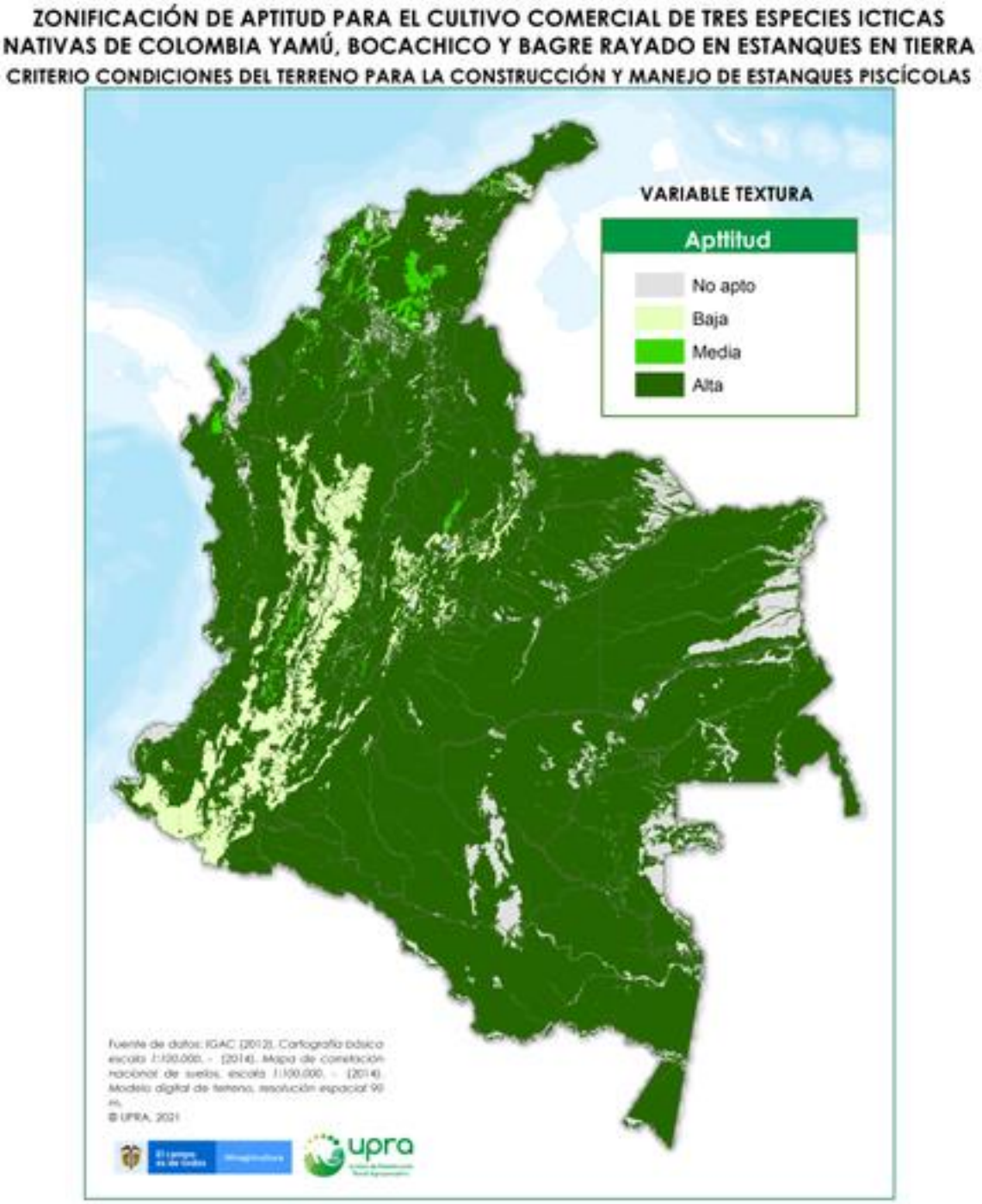
<table>
<tr><th colspan="4">FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="2">TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp) en estanques en tierra</td></tr>
<tr><td colspan="4">COMPONENTE: físico SUBCOMPONENTE: edáfico</td></tr>
<tr><td colspan="4">CRITERIO ASOCIADO: condiciones del terreno para la construcción y manejo de estanques piscicolas</td></tr>
<tr><td colspan="2">VARIABLE: textura</td><td colspan="2">UNIDAD DE MEDIDA: ordenes y subórdenes taxonómicos de los suelos</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Exclusión técnica</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Análisis jerárquico</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante legal</td><td></td></tr>
<tr><th colspan="4">DEFINICIÓN</th></tr>
<tr><td colspan="4">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).</td></tr>
<tr><th colspan="4">IMPORTANCIA DE LA VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="4">Se relaciona con la impermeabilidad y con la dificultad para la construcción de estanques psicolas e instalaciones; esta variable es definida a nivel de órdenes y subórdenes taxonómicos de los suelos.

Incide en los costos de adecuación del terreno para el establecimiento de los estanques acuícolas; algunas características de las clases de suelos dificultan y elevan los costos de la impermeabilización y estabilidad de los estanques e instalaciones asociadas. Por ejemplo, los Psamments tienen alto contenido de arenas que causan filtración y los suelos orgánicos pueden generar subsidencia al desecarlos, aspectos que limitan y encarecen la construcción de los estanques.</td></tr>
<tr><th colspan="4">VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO</th></tr>
<tr><td colspan="4">Se establece el rango de exclusión técnica (N1), a los suelos de texturas gruesas y orgánicas, por la inestabilidad que genera en los estanques y en construcciones asociadas.</td></tr>
<tr><th colspan="4">LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="4">La mayoría de las unidades cartográficas de suelos en los estudios generales, representan asociaciones; por lo tanto, se califica la taxonomía del componente que ocupa la mayor área dentro de la unidad; esto quiere decir que, dentro de ésta, existen algunos sectores con diferentes taxonomías y, por lo tanto, aptitudes distintas.</td></tr>
<tr><th colspan="4">METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN</th></tr>
<tr><td colspan="4">La variable se evalúa haciendo uso de la base de datos del mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014), tomando la taxonomía del suelo principal de cada unidad cartográfica.</td></tr>
</table>

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD	
Los órdenes de suelos considerados más limitantes (A3) para el establecimiento de estanques piscícolas son los que tienen textura gruesa en alguna capa dentro del perfil; como aptitud media (A2) se consideran los suelos que tienen un horizonte compactado de textura gruesa (que se ablanda con la humedad) y los suelos con texturas muy finas (por su dificultad de manejo); el resto de los suelos se consideran apropiados, con aptitud alta (A1), para la construcción de los estanques. Se excluyen (N1), los suelos orgánicos y los que tienen textura gruesa en todo el perfil.	
Unidad de análisis	Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos

Órdenes y subórdenes taxonómicos de los suelos	Aptitud
Resto (demás taxonomías)	Alta (A1)
Fragic, Vertisoles	Media (A2)
Arenic, Grossarenic, Petronodic, Vitric, Andisoles	Baja (A3)
Psamment, Psammentic, Histosoles	No apta (N1)

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



FUENTES DE INFORMACIÓN

- IGAC. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000.* Bogotá: IGAC.
- _. (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000*.
- Malagón, D., y Montenegro, H. (1990). *Propiedades físicas de los suelos*. Bogotá: IGAC, p. 101 y 157.
- Soil Survey Staff (2014). Keys to soil taxonomy, USDA. 12.ª edición. USDA.

1.3.5. Variable pendiente

<table>
<tr><th colspan="4">FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="2">TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano</td></tr>
<tr><td colspan="4">COMPONENTE: físico SUBCOMPONENTE: edáfico</td></tr>
<tr><td colspan="4">CRITERIO ASOCIADO: condiciones del terreno para la construcción y manejo de estanques piscicolas</td></tr>
<tr><td colspan="2">VARIABLE: pendiente</td><td colspan="2">UNIDAD DE MEDIDA: porcentaje (%)</td></tr>
<tr><td rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Exclusión técnica</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Análisis jerárquico</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante legal</td><td></td></tr>
<tr><th colspan="4">DEFINICIÓN</th></tr>
<tr><td colspan="4">Grado de inclinación de una superficie desde la horizontal, generalmente expresada en porcentaje o grados (Soil Science Society of America, 2018).</td></tr>
<tr><th colspan="4">IMPORTANCIA DE LA VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="4">Influye directamente en los costos de inversión de los estanques piscícolas, los cuales dependen de la facilidad o dificultad en la adecuación y construcción; así como en la realización de las labores de los operarios, la maquinaria, los equipos y los vehículos para el transporte de alimento, insumos, subproductos y peces, entre otros.</td></tr>
<tr><th colspan="4">VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO</th></tr>
<tr><td colspan="4">Se considera que no es recomendable (N1), construir en pendientes que superen el 25 %.</td></tr>
<tr><th colspan="4">LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="4">El proceso de generación del mapa de pendiente se basa en el uso de las fases por pendiente y en cálculos y análisis espaciales a partir del SRTM con resolución de 30 m. El nivel de aproximación no muestra con claridad en el mapa las pendientes fuertes, especialmente las mayores de 25 %.</td></tr>
</table>

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Se genera el mapa mediante la combinación de las fases cartográficas (a, b, c, d), con las pendientes superiores a éstas, a partir del algoritmo $\theta=100\sqrt{(\theta_x^2+\theta_y^2)}$ (Burrough y McDonell, 1998) aplicado al modelo digital de elevación SRTM de 30 m, en un sistema de información geográfica.

Clases por pendiente de los suelos

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

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

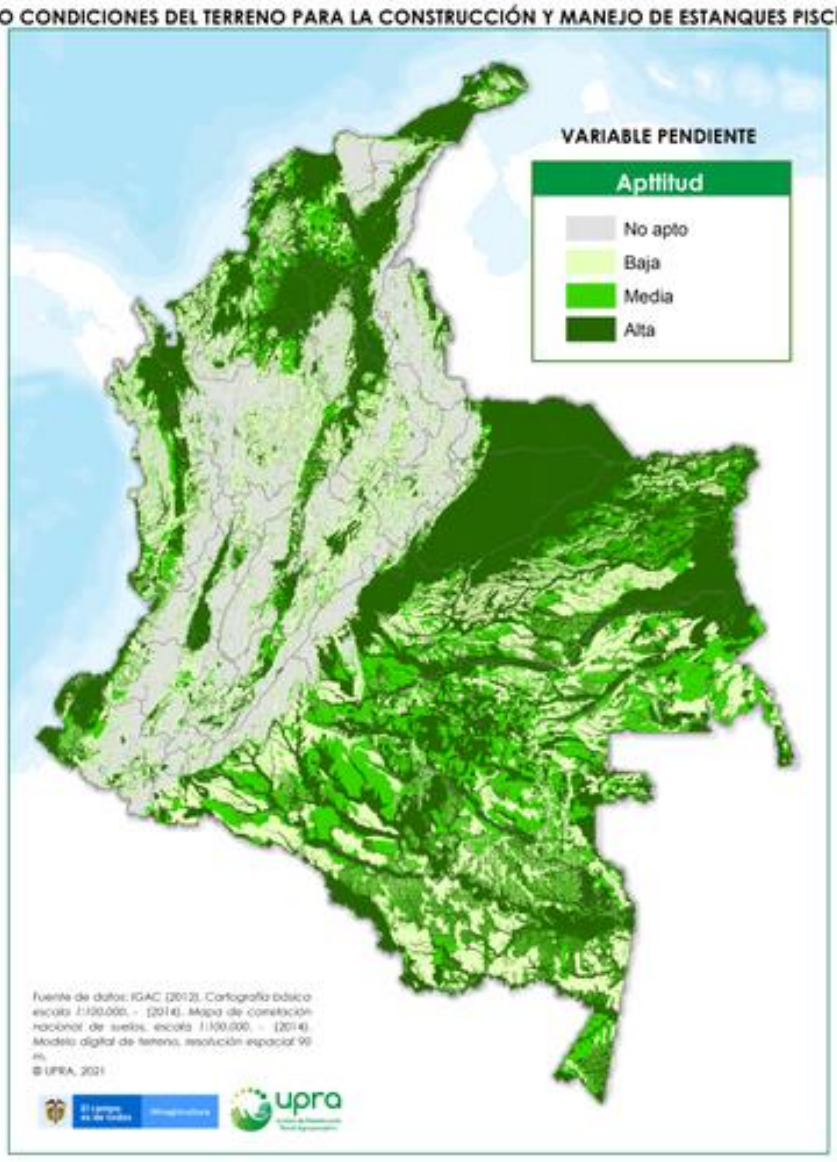
La definición de rangos de la variable considera la afectación en la inversión para la adecuación, construcción y mantenimiento de los estanques piscícolas y construcciones asociadas. Los rangos de aptitud por pendiente se definen como: aptitud alta (A1), menor o igual a 7 %; aptitud moderada (A2), entre 7 y 12 %; aptitud baja (A3), entre de 12 y 25 %. Se establece como rango de exclusión (N1) a pendientes mayores al 25 %.

Rangos de aptitud

Pendiente (%)	Aptitud
≤ 7	Alta (A1)
7 - 12	Media (A2)
12 - 25	Baja (A3)
>25	No apta (N1)

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

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Burrough, P., y McDonell, R. (1998). *Principles of geographical information systems* (Oxford University Press, New York). 190 p.
- IGAC. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos)*. Bogotá. 119p.
- _. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000.* Bogotá: IGAC.
- _. (2014). *Modelo digital de terreno, resolución espacial de 30 metros.* Bogotá: IGAC.
- Shuttle Radar Topography Mission (SRTM). (2015). *Modelo digital de elevación 30 metros.* USA: USGS.
- Soil Science Society of America (2018). Soils sustain life. https://www.soils.org/publications/soils-glossary#

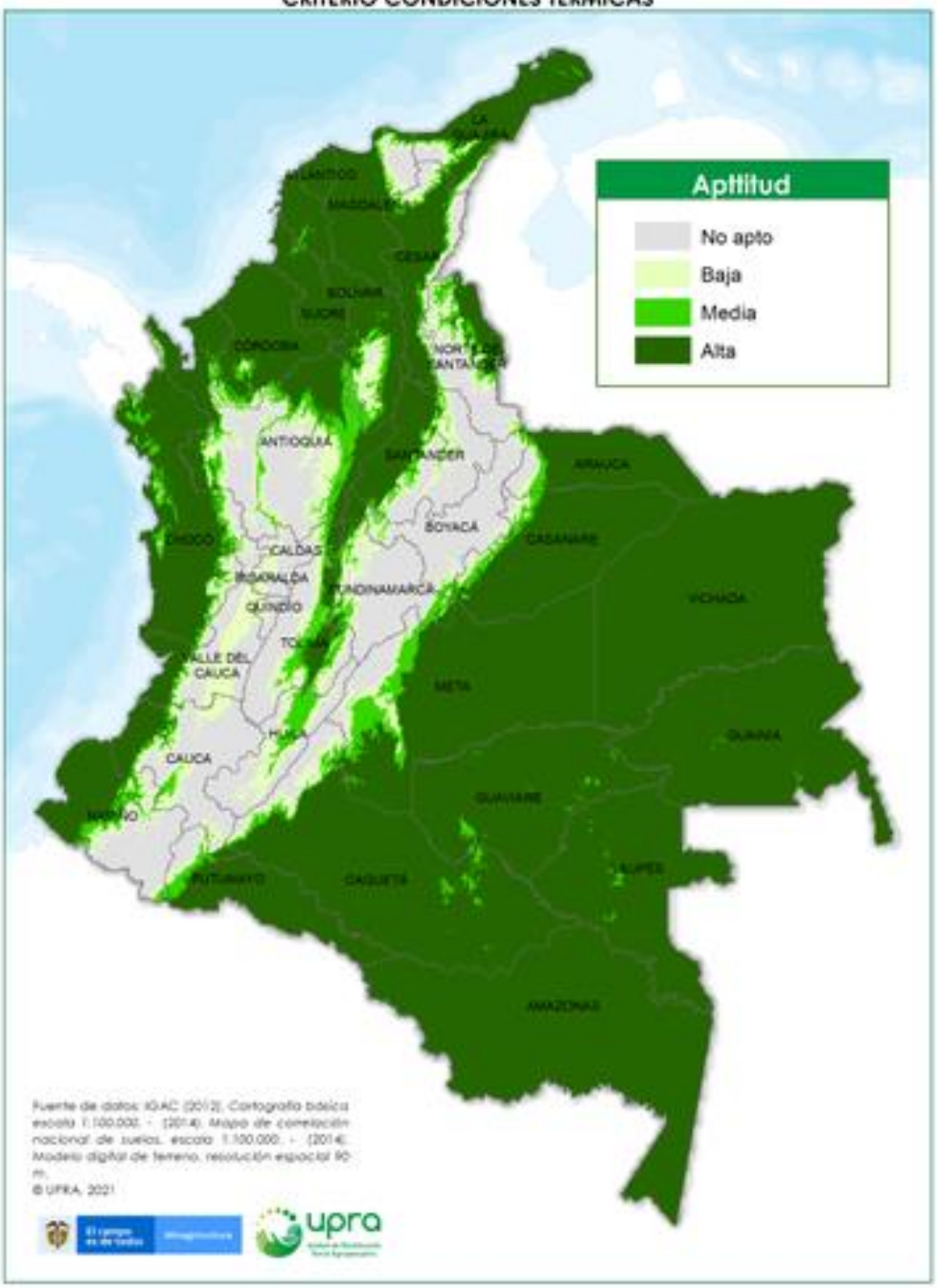
1.4. Criterio condiciones térmicas

<table>
<tr><th colspan="3">FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO</th></tr>
<tr><td>TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERR (TUT)</td><td colspan="2">Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano</td></tr>
<tr><td colspan="2">COMPONENTE: físico</td><td>SUBCOMPONENTE: climático</td></tr>
<tr><td colspan="3">CRITERIO: condiciones térmicas</td></tr>
<tr><td rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Exclusión técnica</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Análisis jerárquico</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante legal</td><td></td></tr>
<tr><th colspan="3">VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO</th></tr>
<tr><td colspan="3">• Temperatura media del agua, expresada en grados centígrados (°C)</td></tr>
<tr><th colspan="3">DEFINICIÓN</th></tr>
<tr><td colspan="3">Condiciones del estado térmico promedio anual del agua en un estanque para la producción acuícola, a través de la medida del contenido de energía térmica interna de un cuerpo de agua (Boyd y Lichtkoppler, 1969).</td></tr>
<tr><th colspan="3">IMPORTANCIA DEL CRITERIO</th></tr>
<tr><td colspan="3">Dado que los peces son organismos poiquilotérmicos -no pueden regular su temperatura corporal-, la temperatura del agua determina directamente todos los procesos metabólicos de estos, desde el crecimiento hasta el desarrollo y reproducción. Igualmente, tiene influencia sobre los organismos alimentarios y sobre las condiciones de la calidad del agua, como el oxígeno disuelto y el pH (Boyd, 2015; Boyd y Lichtkoppler, 1979).</td></tr>
<tr><th colspan="3">LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO</th></tr>
<tr><td colspan="3">Presenta las limitaciones generadas por la estimación de la variable temperatura media anual del agua que compone este criterio.</td></tr>
<tr><th colspan="3">METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN</th></tr>
<tr><td colspan="3">El criterio está compuesto solo por la variable temperatura media del agua, por lo cual mantiene el mismo mapa.</td></tr>
<tr><th colspan="3">RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD</th></tr>
<tr><td colspan="3">El criterio está compuesto solo por la variable temperatura media del agua, por lo cual mantiene el mismo mapa.</td></tr>
</table>

REPRESENTACION CARTOGRAFICA DEL CRITERIO

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE TRES ESPECIES ICTICAS NATIVAS DE COLOMBIA YAMÚ, BOCACHICO Y BAGRE RAYADO EN ESTANQUES EN TIERRA

CRITERIO CONDICIONES TÉRMICAS



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Boyd. (2015). *Water Quality an Introduction*. Second Edition, Auburn, USA.
- Boyd y Lichtkoppler. (1979). *Water quality management in pond fish culture*. International Center for Aquaculture Agricultural Experiment Station, Research and Development Series No. 22 Project: AID/DSAN-G 0039 Auburn, USA.

1.4.1. Variable temperatura media del agua

<table>
<tr><th colspan="4">FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="2">TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano</td></tr>
<tr><td colspan="4">COMPONENTE: físico SUBCOMPONENTE: climático</td></tr>
<tr><td colspan="4">CRITERIO ASOCIADO: condiciones climáticas</td></tr>
<tr><td colspan="2">VARIABLE: temperatura media del agua</td><td colspan="2">UNIDAD DE MEDIDA: grados centígrados (°C)</td></tr>
<tr><td rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td colspan="2">Exclusión técnica</td><td>✓</td></tr>
<tr><td colspan="2">Análisis jerárquico</td><td>✓</td></tr>
<tr><td colspan="2">Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Condicionante</td><td></td></tr>
<tr><th colspan="4">DEFINICIÓN</th></tr>
<tr><td colspan="4">Medida del contenido de energía térmica interna de un cuerpo de agua. Es una propiedad que se puede medir directamente con un termómetro, o estimarse. El contenido de calor generalmente se considera como la cantidad de energía por encima de la contenida por el agua líquida a 0 °C; es una función de temperatura y volumen. Un litro de agua hirviendo en un vaso, tiene una temperatura alta pero pequeño contenido de calor en comparación con el agua a 20 °C en un depósito de cinco millones de m^3 de volumen (Boyd, 2015).</td></tr>
<tr><th colspan="4">IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO</th></tr>
<tr><td colspan="4">Incide en la las tasas de reacciones químicas y biológicas, estas se duplican por cada aumento de temperatura de 10 °C; esto significa que los organismos acuáticos usarán el doble de oxígeno disuelto a 30 °C que a 20 °C, y las reacciones químicas progresarán dos veces más rápido a 30 °C que a 20 °C, por lo tanto, los requerimientos de oxígeno disuelto de los peces son más críticos en aguas tibias que en agua más frías; los tratamientos químicos de los estanques también se ven afectados por la temperatura; en aguas tibias, los fertilizantes se disuelven más rápido, y la tasa de consumo de oxígeno, por la descomposición del estiércol es mayor (Boyd y Lichtkoppler, 1979).</td></tr>
<tr><th colspan="4">VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO</th></tr>
<tr><td colspan="4">Para la definición de los rangos de aptitud y exclusión de la variable de temperatura media del agua, se presentan a continuación las siguientes referencias:

<table>
<tr><th rowspan="2">Especies de bocachico</th><th colspan="3">Rangos de temperaturas optimas</th><th rowspan="2">Fuente</th></tr>
<tr><th>Mínimo</th><th>Medio</th><th>Máximo</th></tr>
<tr><td>Prochilodus mariae</td><td>26,2</td><td></td><td>29</td><td>Flores, (1985)</td></tr>
<tr><td>Prochilodus nigricans</td><td></td><td>26</td><td></td><td>FAO, (2010)</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

Prochilodus magdalenae		28,8		Atencio y otros, (2013)
Prochilodus magdalenae	26		30	Atencio, (2001)
Prochilodus magdalenae	27,5		30	Cultivo de bocachico *Prochilodus magdalenae* con tecnología Biofloc: Dinámica de la Calidad del Agua, (2016)
Prochilodus magdalenae	26,6	28,6	30,6	Levante de reproductores de bocachico *Prochilodus magdalenae* con tecnología biofloc, (2017)
Promedio	26,6	27,8	29,9	
Mínimo	26,0	26,0	29	
Máximo	27,5	28,8	30,6	

Especies de bagre	**Rangos de temperaturas optimas**		**Fuente**
	Mínimo	**Máximo**	
Pseudoplatystoma tigrinum	26	28	Ecured, (2017)
Pseudoplatystoma tigrinum	22	28	Pezadicto, (2017)
Pseudoplatystoma fasciatum	22	28	Padilla Pérez, y otros, (2001)
Rhamdia sapo	24	30	Luchini, (1990)
Promedio	23.5	28.5	
Minima	22	28	
Máximo	26	30	

Especies de yamú	**Rangos de temperaturas optimas**		**Fuente**
	Mínimo	**Máximo**	
Brycon sinuensis Dahl, 1955	26	28	Cultivo de dorada (*Brycon sinuensis* Dahl, 1955) en jaulas flotantes a diferentes niveles de proteína, (2006)
Brycon moorei Steindachner 1878	25	32	Ensayo preliminar de engorde de dorada (*Brycon moorei* Steindachner 1878) en dos densidades de siembra, (2014)
Brycon siebenthalae	26	29	García Rojas, y otros, (2006)
Brycon henni		29	Corporación Universitaria Santa Rosa de Cabal UNISARC, (2015)
Brycon moorei	26	30	Producción de alevinos de especies

sinuensis			nativas, (2001)
Brycon siebenthalae	26	30	Producción de alevinos de especies nativas, (2001)
Brycon amazonicus	26	30	Estado actual del conocimiento sobre el yamú, *Brycon amazonicus*, (2006)
Brycon sinuensis Dahl, 1955	26	28	Peña Buitrago, y otros, (2006)
Brycon henni Eigenmann, 1913		29	Algunos aspectos biológicos y del manejo en cautiverio de la Sabaleta *Brycon henni* Eigenmann, 1913 (Pisces: Characidae, (2006)
Brycon henni		28	Maduración gonadal en hembras de sabaleta (*Brycon henni*) y su relación con variables medioambientales, 2005)
Brycon siebenthalae	25	30	Merino Archila, y otros (2006)
Brycon cephalus	27	29	Comportamento alimentar do matrinxã (*Brycon cephalus*) no período de temperaturas mais baixas, (2001)
Promedio	25,9	29,3	
Mínimo	25,0	28,0	
Máximo	27,0	32,0	

Con base en lo anterior, se construyeron los rangos de temperatura del agua óptimos para los cultivos de bochachico, bagre rayado y yamú, y a través de talleres con los profesionales especializados de Aunap se consolidó el rango de temperatura de agua en el cual se puede realizar el cultivo:

Rango de temperatura del agua (°C)	**Descripción**
<14	Nulo o mínimo crecimiento. Mortalidad es probable
14-22	Disminuye la tasa de crecimiento y aumenta la susceptibilidad a infecciones.
22-26	Reportado por algunos autores como parte del rango optimo
26-30	Rango optimo según la mayoría de autores y expertos
30-32	Las Especies nativas son más susceptible acondiciones de bajo contenido de oxígeno disuelto
32-34	Las Especies nativas son más susceptible acondiciones de bajo contenido de oxígeno disuelto
>34	mortalidad es probable

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE
En Colombia no existe información suficiente de temperatura del agua que permita identificar su comportamiento ni variaciones a nivel nacional; por lo tanto, la temperatura del agua se estima a partir de la temperatura ambiente, temperatura del bulbo húmedo temperatura a punto de rocío y la humedad relativa de las cuales existen más información (Moya y Núñez, 2009). La base de datos de las variables utilizadas para el cálculo en todo el territorio nacional, generada por la red de estaciones meteorológicas, solamente cubre hasta 2010; en consecuencia, el análisis espacial anual no refleja la condición térmica del agua actual del país.
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN
El procesamiento de esta variable se realizó en función de la temperatura del aire, temperatura del bulbo húmedo, la temperatura a punto de rocío y la humedad relativa, a nivel anual. La temperatura del aire se calculó en función de las siguientes ecuaciones: $Tw = T - (0{,}0121T + 0{,}2305) * (T - Tr)$ Ec. 1 donde: Tw: temperatura del agua anual. T: temperatura media del aire anual. Tr: temperatura del punto de rocío anual (Tr). La temperatura del punto de rocío (T*r*) se determinó por la ecuación: $Tr = T - ((100 - HR) / 5)$. Ec. 2 donde: Tr: La temperatura del punto de rocío anual. HR: humedad relativa anual. Seguidamente se realizó la correlación de la temperatura del agua obtenida para 177 estaciones meteorológicas con la altura, Con el fin de interpolar la temperatura del agua a 455 puntos. Esto se realizó bajo la premisa, que la atura influye directamente en su variación. Obteniendo la siguiente ecuación de interpolación con un coeficiente de correlación igual a 0,978: Temperatura del agua = -0,0052 * altura + 25.946 Ec. 3.

Con base en lo anterior, se definen los criterios y variables, sobre los cuales se establecen las características y cualidades del territorio que le confieren cierto grado de aptitud, para soportar adecuadamente los cultivos de bochachico, bagre rayado y yamú de acuerdo con los rangos establecidos por el equipo técnico de trabajo del componente físico, actividad soportada por el grupo TIC de la UPRA.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Del análisis anterior se definen los siguientes rangos de aptitud:

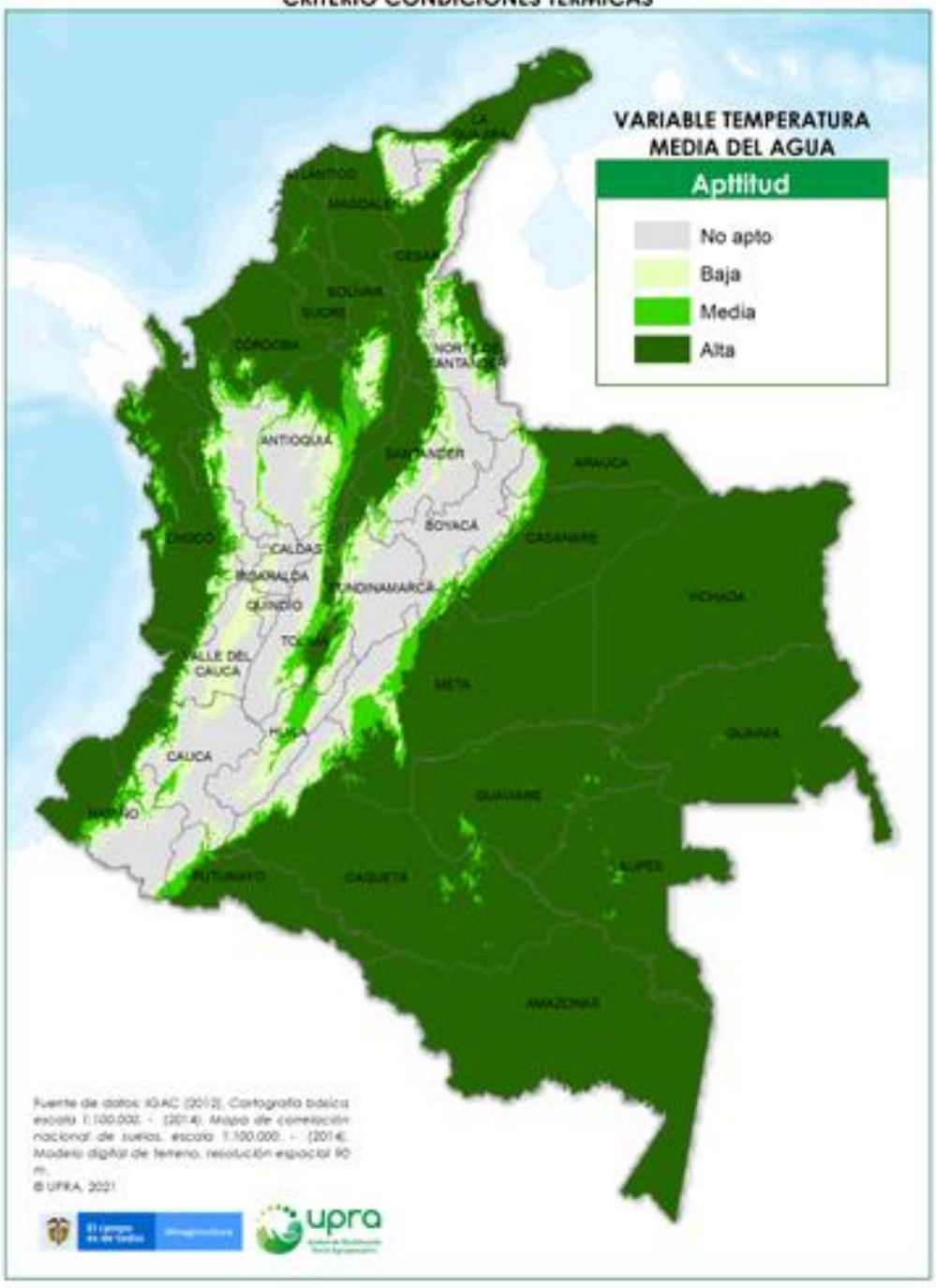
Temperatura media del agua (°C)	**Aptitud**
>25	Alta (A1)
24-25	Media (A2)
22-24	Baja (A3)
<22	No apta (N1)

Unidad de análisis	Distribución de la temperatura del agua media anual en el territorio nacional

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE TRES ESPECIES ICTICAS NATIVAS DE COLOMBIA YAMÚ, BOCACHICO Y BAGRE RAYADO EN ESTANQUES EN TIERRA

CRITERIO CONDICIONES TÉRMICAS



FUENTES DE INFORMACIÓN
• Atencio, V. (2001). Producción de alevinos de especies nativas. Universidad de Córdoba, Facultad de Medicina y Zootecnia, Departamento de Acuicultura, Centro de investigación Piscicola (CINPIC), Vol. 6, págs. 9-14. • Atencio V; Kerguelen E; Naar E; Petro R. (2012). Desempeño reproductivo del bocachico *Prochilodus magdalenae* inducido dos veces en un mismo año; Vol. 18 Núm. 1: Revista MVZ Córdoba Volumen 18(1) enero-abril. Montería. • Boyd. (2015). Water Quality, An Introduction, Second Edition, Auburn, USA, p 3. • Boyd y Lichtkoppler. (1979). Water quality management in pond fish culture. International Center for Aquaculture Agricultural Experiment Station, Research and Development Series No. 22 Project: AID/DSAN-G 0039 Auburn, USA, p 16. • Ideam. (2010). Temperatura media, temperatura a punto de roció, temperatura del bulbo húmedo y humedad relativa. *Promedio multianual 1981-2010*. Bogotá: Ideam. • IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC. • Flores F; (1985). Observaciones ecológicas sobre los peces Bocachico real (*Prochilodus mariae* Eigenmann 1922) y el Bocachico cardumero (*Suprasinelepichthys laticeps* Valenciennes 1849) del sistema del rio metica y algunos datos comparativos del Bocachico (Prochilodus r. 1878) rio Cauca, afluente del rio Magdalena, Universidad Nacional, Bogotá. • FAO (2010). Peces nativos de agua dulce de América del Sur de interés para la acuicultura: Una síntesis del estado de desarrollo tecnológico de su cultivo, Roma, p 140.

1.5. Criterio susceptibilidad a amenazas naturales

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano**	
COMPONENTE: físico	**SUBCOMPONENTE**: edáfico	
CRITERIO ASOCIADO: susceptibilidad a amenazas naturales		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante legal	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
• Susceptibilidad a la pérdida de suelos, expresada como clases por susceptibilidad. • Susceptibilidad a inundaciones, expresada como duración. • Exposición a mareas, expresada como áreas expuestas al ascenso del nivel del mar.		
DEFINICIÓN		
Conjunto de eventos naturales que ponen en condición de peligro a los estanques piscícolas; estos pueden ocasionar pérdidas parciales o totales de las especies, las instalaciones, los equipos y los insumos (FAO, 2009; MADS, 2014).		

IMPORTANCIA DEL CRITERIO
Influye en la selección del lugar para el establecimiento de los estanques acuícolas, así como en los sobrecostos de las obras para la mitigación de dichas amenazas, por lo tanto, es necesario conocer los eventos naturales que pueden causar desastres en los estanques acuícolas. Existen terrenos planos y áreas depresionales que están expuestos a inundaciones por periodos muy largos, y áreas de ladera que tienen condiciones naturales de inestabilidad; en ambos casos, se requieren obras de infraestructura orientados a disminuir su efecto en los estanques y en las instalaciones. En algunos casos, dependiendo de la magnitud probable del evento, se debe evitar la construcción de instalaciones acuícola en esos lugares.
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO
Las variables que contempla este criterio son medidas a través de la susceptibilidad de ocurrencia, y dada la escala, también es necesario tener en cuenta las imprecisiones en los mapas que representan las variables.
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO
Las condiciones de alta susceptibilidad a la pérdida de suelos, especialmente las relacionadas con los movimientos en masa y las áreas expuestas a ascensos del nivel del mar, se consideran no aptas (N1) para la construcción de estanques acuícolas.
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN
Para las clases de aptitud por susceptibilidad a inundaciones se toma como base el mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000 (IGAC, 2014). Para la susceptibilidad a la pérdida de suelos se tienen en cuenta las fases por erosión del mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014), el mapa de susceptibilidad a erosión del Ideam (Ideam, 2016) y el mapa de amenaza relativa por movimientos en masa (SGC, 2015). Para las áreas expuestas a mareas se hace uso del mapa de áreas afectadas por las mareas, realizado por Invemar (2012). El argumento para discriminar los diferentes niveles de aptitud del criterio es el peligro que cada una de las variables representa para la integridad y estabilidad de los estanques acuícolas.

Variables	Aptitud			
	Alta (A1)	**Media (A2)**	**Baja (A3)**	**No apta (N1)**
Susceptibilidad a la pérdida de suelo	Baja susceptibilidad a la pérdida de suelos, para el establecimiento de estanques acuícolas	Moderada susceptibilidad a la pérdida de suelos, para el establecimiento de estanques acuícolas	Fuerte susceptibilidad a la pérdida de suelos, para el establecimiento de estanques acuícolas.	Restricciones por susceptibilidad a la pérdida de suelos, que imposibilitan el establecimiento

				de estanques acuícolas.
Susceptibilidad a inundaciones	No hay y cortas	Largas	Muy largas	-
Exposición de mareas	Áreas sin influencia de ascenso del nivel del mar	-	-	Áreas de ascenso del nivel del mar

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

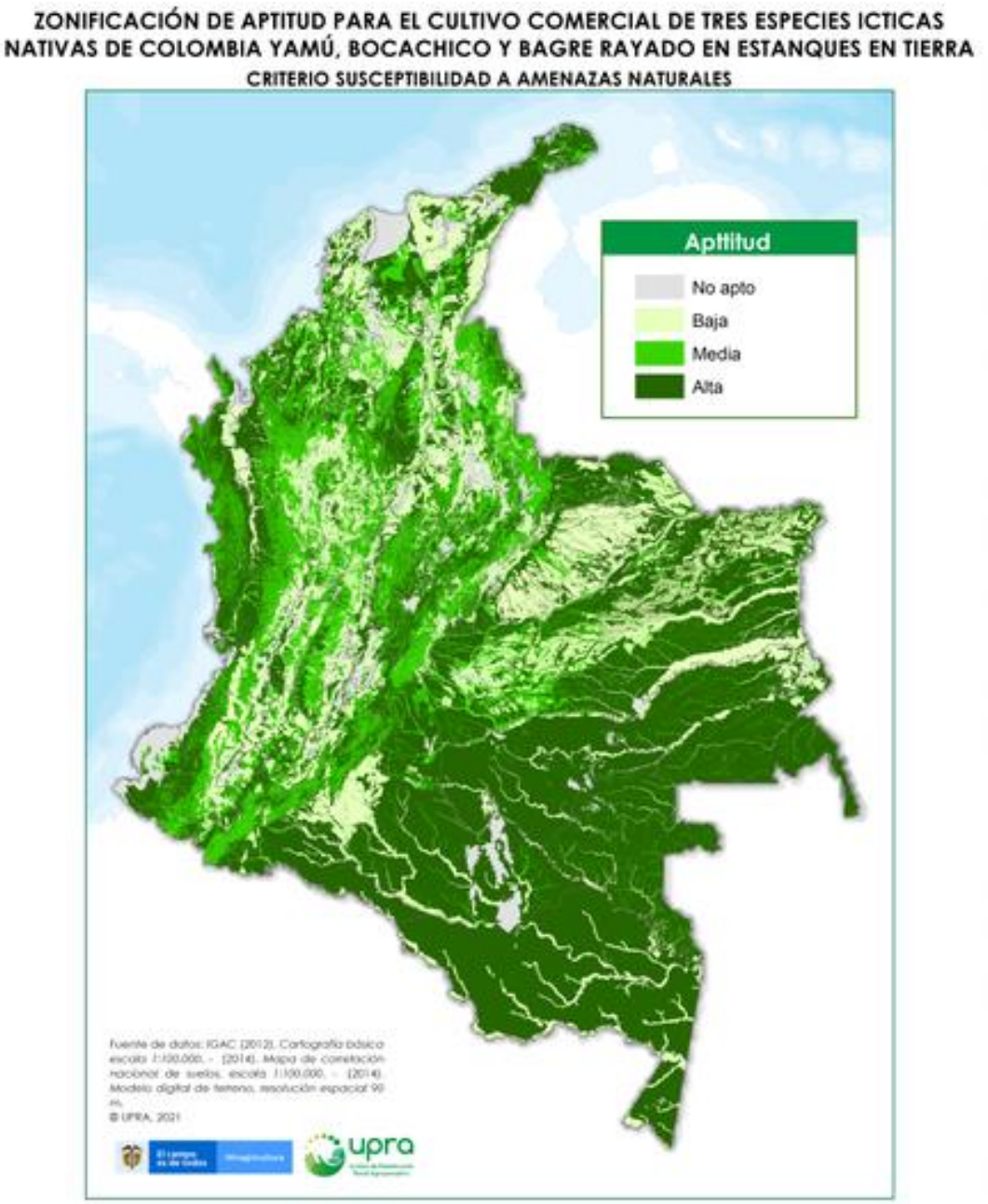
La calificación de los niveles de aptitud del criterio fue definida a través de la combinación de las variables en un árbol de decisión, así:

Árbol de decisión del criterio

Susceptibilidad a la perdida de suelos	Susceptibilidad a inundaciones	Exposición a mareas	Aptitud
A1	A1	Sin ascenso de mareas	A1
		Con ascenso de mareas	N1
	A2	Sin ascenso de mareas	A2
		Con ascenso de mareas	N1
	A3	Sin ascenso de mareas	A3
		Con ascenso de mareas	N1
A2	A1	Sin ascenso de mareas	A2
		Con ascenso de mareas	N1
	A2	Sin ascenso de mareas	A2
		Con ascenso de mareas	N1
	A3	Sin ascenso de mareas	A3
		Con ascenso de mareas	N1
A3	Cualquiera	Cualquiera	A3

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

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO



FUENTES DE INFORMACIÓN

- FAO. (2009). *Análisis de sistemas de gestión del riesgo de desastres.*
- IGAC. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000.* Bogotá: IGAC.
- Invemar. (2012). *Mapa de áreas afectadas por las mareas.*
- _. (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000.*
- MADS. (2014). *Guía técnica para la formulación de los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas POMCAS*. Anexo B. Gestión del Riesgo. Bogotá: MADS.
- Servicio Geológico colombiano (SGC). (2015). *Mapa de susceptibilidad relativa a los movimientos en masa.* Bogotá.

1.5.1 Variable susceptibilidad a la pérdida de suelos

<table>
<tr><th colspan="4">FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="2">TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano</td></tr>
<tr><td colspan="4">COMPONENTE: físico SUBCOMPONENTE: edáfico</td></tr>
<tr><td colspan="4">CRITERIO ASOCIADO: susceptibilidad a amenazas naturales</td></tr>
<tr><td colspan="2">VARIABLE: susceptibilidad a la pérdida de suelos</td><td colspan="2">UNIDAD DE MEDIDA: clases por susceptibilidad</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Exclusión técnica</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Análisis jerárquico</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante legal</td><td></td></tr>
<tr><th colspan="4">DEFINICIÓN</th></tr>
<tr><td colspan="4">Grado o nivel de vulnerabilidad de las tierras a ser afectadas por los agentes erosivos. Aunque suele ser un proceso natural, puede incrementarse con el uso y manejo inadecuado originando una disminución de la productividad (FAO, 1976; FAO, 1991).</td></tr>
<tr><th colspan="4">IMPORTANCIA DE LA VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="4">Para el establecimiento de explotaciones acuícolas, lo ideal es que no existan procesos erosivos en el contorno, debido a la contaminación que se puede presentar en los estanques y en las fuentes de agua, con los sedimentos y por el proceso de escorrentía.

Donde existe erosión de cualquier grado, de ligero a severo, debe promoverse actividades orientadas a su control, ya que este proceso puede intensificarse si la pendiente y la alta pluviosidad la favorecen.</td></tr>
<tr><th colspan="4">VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO</th></tr>
<tr><td colspan="4">Se considera que la erosión actual tiene rangos que se califican como no aptos (N1), en los grados severo y muy severo, ya que deben estar destinadas a la restauración ecológica. Igualmente, la combinación entre ellas, cuando la susceptibilidad a los movimientos en masa es alta y muy alta, genera exclusiones.</td></tr>
<tr><th colspan="4">LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="4">La representación cartográfica está regida por las unidades cartográficas de suelos a escala 1:100.000 (IGAC; 2014), las cuales contienen las fases por erosión, ya que las otras variables consisten en polígonos de mayor tamaño que no permiten precisión en la delimitación del proceso de pérdida de los suelos.</td></tr>
<tr><th colspan="4">METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN</th></tr>
</table>

A los insumos asociados a la variable no se les dan calificaciones de aptitud por separado, sino que se generan aptitudes por combinación entre ellos a partir de los siguientes mapas:

- **Fases por grados de erosión:** desgaste actual de la superficie de la tierra por el desprendimiento y transporte del suelo y de los materiales de roca a través de la acción del agua en movimiento, viento u otros agentes geológicos (USDA, 1961).

- **Degradación de suelos por erosión:** pérdida de la capa superficial de la corteza terrestre por acción del agua y/o del viento, que es mediada por los seres humanos, y trae consecuencias ambientales, sociales, económicas y culturales (Ideam, 2015).

- **Pendiente:** grado de inclinación de una superficie desde la horizontal, generalmente expresada en porcentaje o grados (Soil science society of America, 2018).

- **Amenaza por movimientos en masa**: peligro latente de movimientos en masa, de origen natural, o causado o inducido por la acción humana de modo accidental, en función de la probabilidad de ocurrencia espacial y temporal (SGC, 2016).

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

Criterio de calificación	Aptitud
Baja susceptibilidad a la pérdida de suelos, para el establecimiento de estanques acuícolas.	Alta (A1)
Moderada susceptibilidad a la pérdida de suelos, para el establecimiento de estanques acuícolas.	Media (A2)
Fuerte susceptibilidad a la pérdida de suelos, para el establecimiento de estanques acuícolas.	Baja (A3)
Restricciones por susceptibilidad a la pérdida de suelos, que imposibilitan el establecimiento de estanques acuícolas.	No apta (N1)

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

La variable se estableció a través de un árbol de decisión, mediante la combinación de las fases cartográficas por erosión del mapa de correlación nacional de suelos del (IGAC, 2014), el mapa de degradación de suelos por erosión (Ideam, 2015), el modelo digital de pendiente en porcentaje (%) a partir del SRTM de 30 m y el mapa de amenazas por movimientos en masa del Servicio Geológico Colombiano (SGC, 2016), a través de un árbol de decisión.

Árbol de decisión del criterio

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

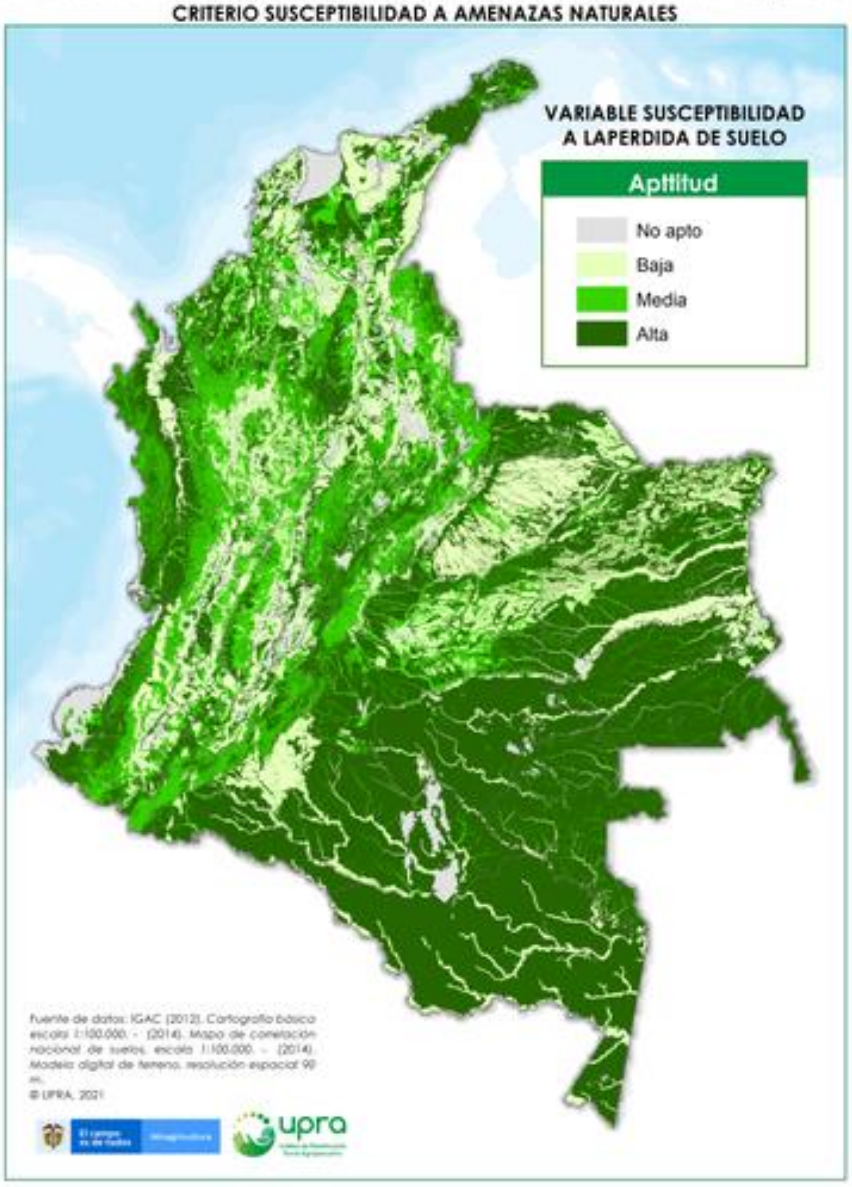
			Alta	A3
			Muy alta	A3
	Severa	≤ 25	Baja y media	A2
			Alta	A2
			Muy alta	A3
		> 25	Baja y media	A3
			Alta	A3
			Muy alta	A3
	Muy severa	≤ 25	Baja y media	A2
			Alta	A3
			Muy alta	A3
		> 25	Baja y media	A3
			Alta	A3
			Muy alta	N1
Moderada	No hay y ligera	≤ 25	Baja y media	A2
			Alta	A3
			Muy alta	A3
		> 25	Baja y media	A3
			Alta	A3
			Muy alta	A3
	Moderada	≤ 25	Baja y media	A3
			Alta	A3
			Muy alta	A3
		> 25	Baja y media	A3
			Alta	A3
			Muy alta	N1
	Severa	≤ 25	Baja y media	N1
			Alta	N1
			Muy alta	N1
		> 25	Baja y media	N1
			Alta	N1
			Muy alta	N1
	Muy severa	≤ 25	Baja y media	N1
			Alta	N1
			Muy alta	N1
		> 25	Baja y media	N1
			Alta	N1
			Muy alta	N1
Severa y muy severa	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	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 DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE TRES ESPECIES ICTICAS NATIVAS DE COLOMBIA YAMÚ, BOCACHICO Y BAGRE RAYADO EN ESTANQUES EN TIERRA

CRITERIO SUSCEPTIBILIDAD A AMENAZAS NATURALES



FUENTES DE INFORMACIÓN

- FAO. (1976). FAO, Editor, & FAO, Producer. http://www.fao.org/: http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es.
- _. (1991). Guidelines: land evaluation for extensive grazing. *FAO Soils Bulletin 58*. Rome, Italy.
- Ideam. (2015). *Degradación de suelos por erosión.* Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000.* Bogotá: IGAC.
- _. (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos.* Bogotá: IGAC.
- Servicio Geológico Colombiano (SGC). (2016). *Amenaza relativa por movimientos en masa.* Bogotá: SGC.
- USDA. (1961). Land-Capability Classification. *Agriculture Handbook* no. 210. EUA: Soil Conservation Service USDA.

1.5.2 Variable susceptibilidad a inundaciones

<table>
<tr><th colspan="4">FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="2">TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano</td></tr>
<tr><td colspan="4">COMPONENTE: físico SUBCOMPONENTE: edáfico</td></tr>
<tr><td colspan="4">CRITERIO ASOCIADO: susceptibilidad a amenazas naturales</td></tr>
<tr><td colspan="2">VARIABLE: susceptibilidad a inundaciones</td><td colspan="2">UNIDAD DE MEDIDA: duración</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Exclusión técnica</td><td></td></tr>
<tr><td>Análisis jerárquico</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante legal</td><td></td></tr>
<tr><th colspan="4">DEFINICIÓN</th></tr>
<tr><td colspan="4">Condición por la cual un área del suelo se cubre temporalmente de agua causado por el desborde de las corrientes (IGAC, 2010).</td></tr>
<tr><th colspan="4">IMPORTANCIA DE LA VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="4">Incide directamente en la posibilidad del establecimiento de los estanques acuícolas, así como en los sobrecostos en las obras para la mitigación de dicha amenaza; las inundaciones pueden causar grandes pérdidas, ya que el anegamiento rebosa los estanques y se producen fugas de las especies acuícolas.

Por otro lado, las inundaciones pueden afectar las instalaciones, los equipos, las materias primas; adicionalmente se puede alterar la normal prestación de los servicios públicos como la electricidad y el agua, causando interrupciones en el normal cumplimiento de las actividades lo que trasciende en pérdidas económicas.</td></tr>
<tr><th colspan="4">VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO</th></tr>
<tr><td colspan="4">No hay valores de exclusión técnica (N1), porque se prevé la adecuación de los terrenos con el fin de aislar los estanques de la amenaza.</td></tr>
<tr><th colspan="4">LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="4">En la base de datos del mapa de correlación nacional de suelos, algunas unidades cartográficas no registran información sobre fases por inundación; por lo tanto, se toma como base el régimen de humedad que proporcionan los nombres taxonómicos de los perfiles modales.</td></tr>
<tr><th colspan="4">METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN</th></tr>
<tr><td colspan="4">Esta variable se construye a partir del mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014). En algunas unidades de suelos se infiere el tiempo de duración con las características de drenaje natural y la interpretación de los nombres taxonómicos a nivel de subgrupo.

Las calificaciones tomadas para la realización del mapa están de acuerdo con las</td></tr>
</table>

referenciadas en el manual de códigos (IGAC, 2010).

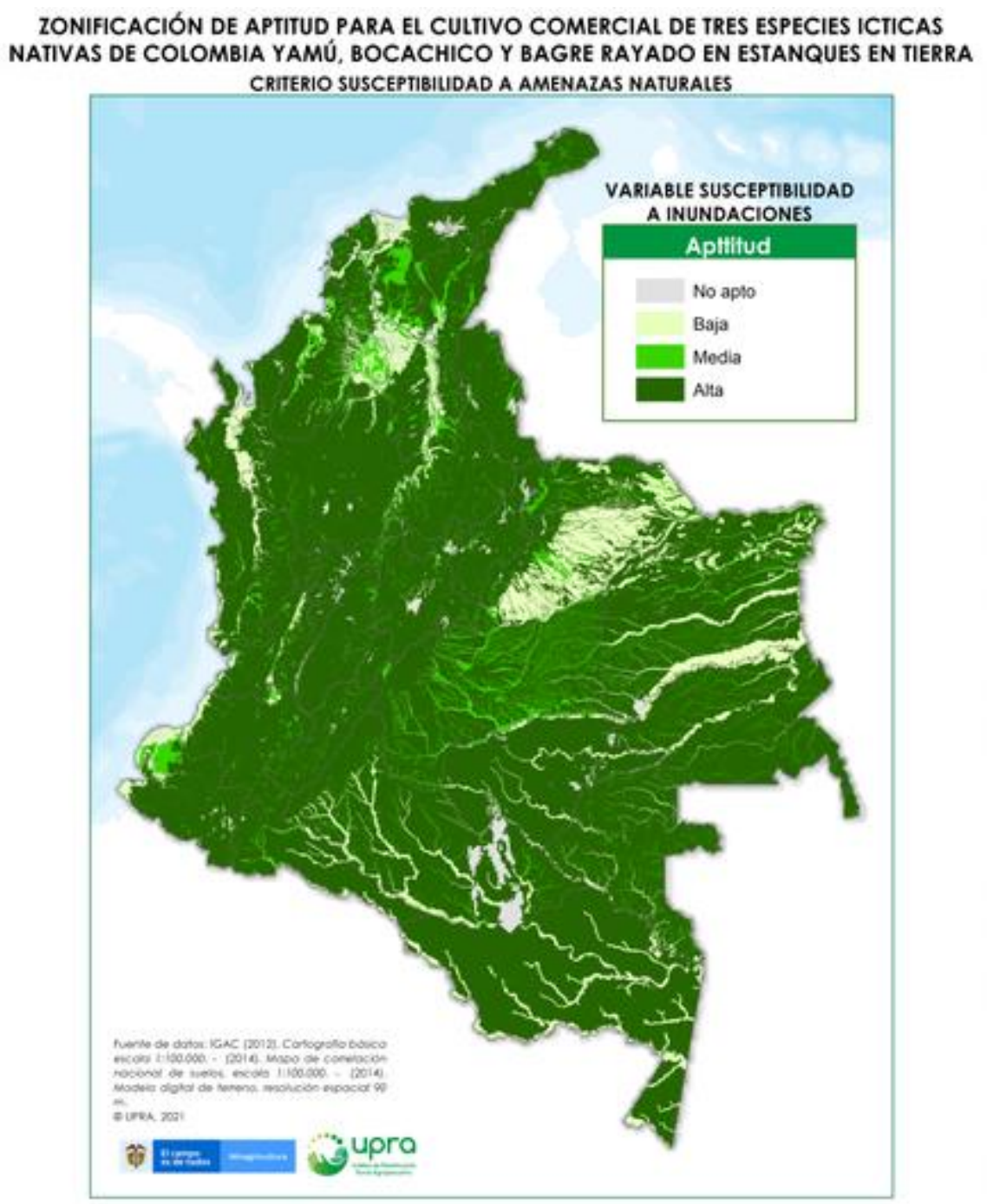
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

No hay valores de exclusión (N1) dado que se trata de una variable de susceptibilidad; en las áreas donde no se registran o son cortas las inundaciones la aptitud es alta (A1), los terrenos con inundaciones largas tienen aptitud media (A2) y, los terrenos con inundaciones muy largas se califican con aptitud baja (A3).

Duración	Aptitud
No hay, cortas	Alta (A1)
Largas	Media (A2)
Muy largas	Baja (A3)

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

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



FUENTES DE INFORMACIÓN

- FAO. (2009). Análisis de sistemas de gestión del riesgo de desastres.
- IGAC. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos)*. Bogotá: IGAC. 119 p
- _. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC.

1.5.3 Variable exposición a mareas

<table>
<tr><th colspan="3">FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE</th></tr>
<tr><td>TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano</td></tr>
<tr><td colspan="3">COMPONENTE: físico SUBCOMPONENTE: edáfico</td></tr>
<tr><td colspan="3">CRITERIO ASOCIADO: susceptibilidad a amenazas naturales</td></tr>
<tr><td>VARIABLE: exposición a mareas</td><td colspan="2">UNIDAD DE MEDIDA: áreas expuestas al ascenso del nivel del mar</td></tr>
<tr><td rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Exclusión técnica</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Análisis jerárquico</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante legal</td><td></td></tr>
<tr><th colspan="3">DEFINICIÓN</th></tr>
<tr><td colspan="3">Condición por la cual un área costera se cubre temporalmente de agua causado por una marea, es decir, por la elevación y descenso periódicos del agua en los mares o en grandes lagos debidos a la atracción gravitatoria de la luna y el sol (OMM-UNESCO, 2012).</td></tr>
<tr><th colspan="3">IMPORTANCIA DE LA VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="3">Afecta directamente la escogencia del lugar para el establecimiento de estanques acuícolas, así como en los sobrecostos en las obras para la mitigación de dicha amenaza; las inundaciones pueden causar grandes pérdidas a las empresas acuícolas, ya que el ascenso de las mareas altera las condiciones de las instalaciones, los equipos, las materias primas, el alimento y las especies acuícolas; adicionalmente se puede alterar la normal prestación de los servicios públicos como la electricidad y el agua causando interrupciones en el normal cumplimiento de las actividades lo que trasciende en pérdidas económicas.</td></tr>
<tr><th colspan="3">VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO</th></tr>
<tr><td colspan="3">Se considera que los terrenos que están expuestos al oleaje marino, no son aptos (N1) para la construcción de estanque acuícolas para especies de agua dulce.</td></tr>
<tr><th colspan="3">LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="3">El mapa utilizado tiene escala más pequeña que la de publicación del estudio, por lo tanto, algunas áreas no son representadas en el mapa.</td></tr>
<tr><th colspan="3">METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN</th></tr>
<tr><td colspan="3">Se hace uso del mapa de áreas afectadas por las mareas, realizado por Invemar (2012).</td></tr>
<tr><th colspan="3">RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD</th></tr>
<tr><td colspan="3">Las áreas donde no se registran influencia del ascenso del nivel del mar la aptitud es alta (A1), mientras que las áreas de ascenso del nivel del mar no son aptas (N1), para el establecimiento de instalaciones acuícolas.</td></tr>
</table>

Rangos de aptitud por exposición a mareas

Susceptibilidad a mareas	Aptitud
Áreas sin influencia de ascenso del nivel del mar	Alta (A1)
-	Media (A2)
-	Baja (A3)
Áreas de ascenso del nivel del mar	No aptas (N1)

Unidad de análisis	Áreas expuestas a mareas

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



FUENTES DE INFORMACIÓN

- IGAC. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC.
- _ (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000*. Bogotá. IGAC
- _. Invemar. (2012). Áreas afectadas por las mareas.
- OMM-UNESCO. (2012). *Glosario hidrológico internacional*. Ginebra. p. 127.

2. Fichas metodológicas del componente socioecosistémico

2.1. Criterio distribución geográfica de la especie

<table>
<tr><th colspan="3">FICHA METODOLOGICA DE CRITERIO</th></tr>
<tr><td>TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano</td></tr>
<tr><td colspan="3">COMPONENTE: socioecosistémico</td></tr>
<tr><td colspan="3">CRITERIO: distribución geográfica de la especie</td></tr>
<tr><td rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Exclusión técnica</td><td></td></tr>
<tr><td>Análisis jerárquico</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante legal</td><td></td></tr>
<tr><th colspan="3">VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO</th></tr>
<tr><td colspan="3">• Distribución geográfica natural, expresada como presencia.
• Trasplante a fuentes naturales, expresado como presencia.
• Trasplante a cultivos, expresado como presencia.</td></tr>
<tr><th colspan="3">DEFINICIÓN</th></tr>
<tr><td colspan="3">Evalúa la oferta natural de recursos hidrobiológicos presentes en las zonas hidrográficas del país y áreas de tierra firme, como uno de los principales insumos para el desarrollo sostenible y competitivo del cultivo comercial de especies nativas en estanques en tierra, para lo cual analiza y evalúa integralmente la distribución geográfica de especies nativas (yamú, bocachico y bagre rayado), reportes de trasplante de estas especies en las zonas hidrográficas del país y áreas de cultivo en tierra.

Trasplante a cultivos: de acuerdo a la información registrada por el Instituto Colombiano Agropecuario-ICA, relacionada con el censo acuícola (2003-2015), se identifican los cultivos de especies nativas (yamú, bocachico y bagre rayado), que se localizan fuera de las áreas de distribución natural.</td></tr>
</table>

Trasplante a fuentes naturales: se identifican a través de información secundaria las cuencas y los cuerpos de agua asociados a estas en donde se ha registrado presencia de especies nativas (yamú, bocachico y bagre rayado), y no corresponden a su distribución natural

Distribución geográfica natural: se identifican a través de información secundaria las cuencas hidrográficas y los cuerpos de agua asociados a estas que corresponden a la distribución natural de especies nativas (yamú, bocachico y bagre rayado).

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

Permite identificar zonas potenciales para el establecimiento de cultivos comerciales de yamú, bocachico y bagre rayado, a través de la evaluación e integración de los recursos hidrobiológicos de las zonas hidrográficas del país donde se ha reportado la distribución natural y trasplante, y las zonas en tierra diferentes a estas áreas, donde se encuentran cultivos de esta especie.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

La identificación de las zonas de distribución natural y trasplante a fuentes naturales depende de la información reportada en relación a las investigaciones de la especie. Los reportes de cultivos se encuentran desactualizados y se maneja la información reportada por el ICA relacionada con el censo acuícola 2003 - 2015.

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

El criterio se construyó a partir de la unión de los mapas de las variables distribución geográfica natural, trasplante a fuentes naturales y trasplante a cultivos, teniendo en cuenta:

Las zonas asociadas a la variable distribución natural= aptitud alta (A1)
Las zonas asociadas a la variable trasplante a cultivos= aptitud media (A2)
Las zonas asociadas a la variable trasplante a fuentes naturales= aptitud baja (A3)

APTITUD DEL CRITERIO

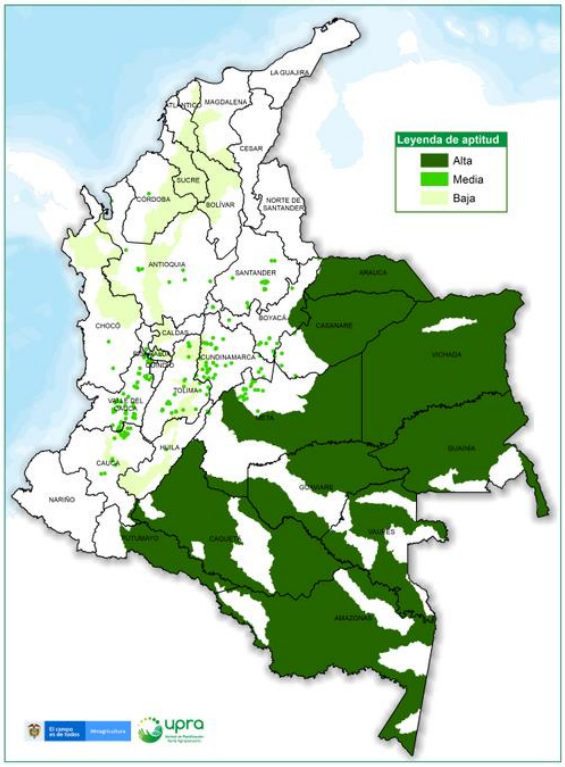
Aptitud para el establecimiento de granjas destinadas al cultivo comercial de especies nativas (yamú, bocachico y bagre rayado), en estanques en tierra, según criterio Distribución geográfica de la especie

Descripción	Aptitud
Zonas hidrográficas con presencia natural de especies nativas (yamú, bocachico y bagre rayado)	Alta (A1)
Zonas asociadas a la presencia de cultivos en tierra de especies nativas (yamú, bocachico y bagre rayado)	Media (A2)
Zonas hidrográficas con presencia inducida de especies nativas (yamú, bocachico y bagre rayado)	Baja (A3)

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO

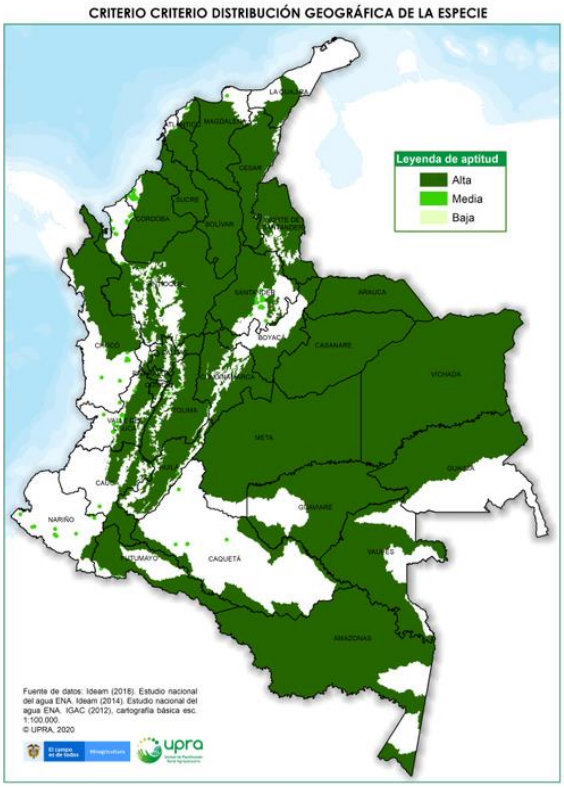
ZONIFICACIÓN DE LA APTITUD DEL TERRITORIO RURAL PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE ESPECIES NATIVAS - YAMÚ PARA ESTANQUES EN TIERRA

CRITERIO CRITERIO DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LA ESPECIE



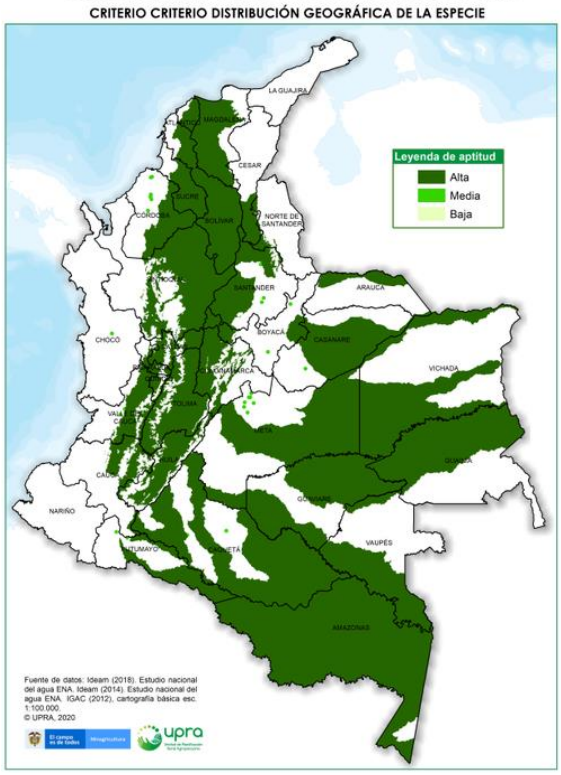
ZONIFICACIÓN DE LA APTITUD DEL TERRITORIO RURAL PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE ESPECIES NATIVAS - BOCACHICO PARA ESTANQUES EN TIERRA

CRITERIO CRITERIO DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LA ESPECIE



ZONIFICACIÓN DE LA APTITUD DEL TERRITORIO RURAL PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE ESPECIES NATIVAS - BAGRES RAYADO PARA ESTANQUES EN TIERRA

CRITERIO CRITERIO DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LA ESPECIE



ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE TRES ESPECIES ICTICAS NATIVAS DE COLOMBIA YAMÚ, BOCACHICO Y BAGRE RAYADO EN ESTANQUES EN TIERRA

CRITERIO DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LA ESPECIE



FUENTES DE INFORMACIÓN

- ICA. Consolidado censo establecimientos acuicultura 2003-2015. Bogotá: ICA.

2.1.1. Variable distribución geográfica natural

<table>
<tr><th colspan="4">FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="2">TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano</td></tr>
<tr><td colspan="4">COMPONENTE: socioecosistémico</td></tr>
<tr><td colspan="4">CRITERIO ASOCIADO: distribución geográfica de la especie</td></tr>
<tr><td colspan="2">VARIABLE: distribución geográfica natural</td><td colspan="2">UNIDAD DE MEDIDA: presencia.</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Exclusión técnica</td><td></td></tr>
<tr><td>Análisis jerárquico</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante legal</td><td></td></tr>
<tr><th colspan="4">DEFINICIÓN</th></tr>
<tr><td colspan="4">Evalúa la oferta natural de recursos hidrobiológicos de las zonas hidrográficas del país, como uno de los principales insumos (pie parental-producción de semilla) para el desarrollo de la acuicultura.

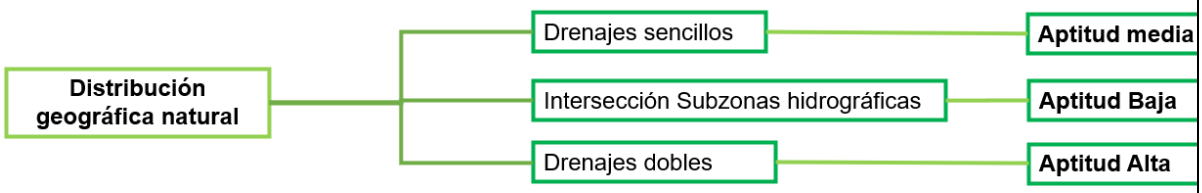
Los ecosistemas acuáticos son frágiles, debido a que son impactados severamente por factores antropogénicos que generan cambios en las características físicas de las cuencas, perdidas y fragmentación del hábitat, sobreexplotación de flora y fauna, contaminación e invasiones biológicas, siendo esto más peligroso que en otros ecosistemas (Lasso et al., 2011).

Los peces son un grupo sensible a los cambios ambientales en los sistemas acuáticos, su conservación es prioritaria, por su importancia en la seguridad alimentaria. Por tal razón es importante evaluar el estado de la conservación de la biodiversidad de peces verificando las cuencas naturales de presencia de especies dulceacuícolas (Mojica et al., 2012).</td></tr>
<tr><th colspan="4">IMPORTANCIA DE LA VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="4">Promueve el desarrollo sostenible del cultivo de especies nativas (yamú, bocachico y bagre rayado) previniendo la alteración de los ecosistemas acuáticos (contaminación biológica y consecuente pérdida de biodiversidad), a partir de la valoración de su distribución natural y su presencia en otros cuerpos de agua.</td></tr>
<tr><th colspan="4">VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO</th></tr>
<tr><td colspan="4">Esta variable no genera exclusión. Su análisis no presenta ningún límite que califique zonas del territorio nacional como no aptas (N1).</td></tr>
<tr><th colspan="4">LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="4">La identificación de las zonas de distribución natural depende de la información reportada en relación a las investigaciones de la especie.</td></tr>
</table>

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

A través de la consulta bibliográfica se identifican las cuencas de distribución natural en Colombia. Para (yamú, bocachico y bagre rayado), se parte de la información reportada por el INCODER (2006), la información del libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia en Mojica *et al.* (2012), (Lasso *et al.*, 2011) y (Gutiérrez, 2010). Posterior a la identificación de las cuencas se realiza una intersección con los drenajes sencillos y dobles, y otros cuerpos de agua naturales, asignando los rangos de aptitud como se describe en el esquema:

Esquema metodológico de la variable distribución geográfica natural



RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Aptitud para el establecimiento de granjas destinadas al cultivo comercial de especies nativas (yamú, bocachico y bagre rayado), en estanques en tierra según variable distribución geográfica natural

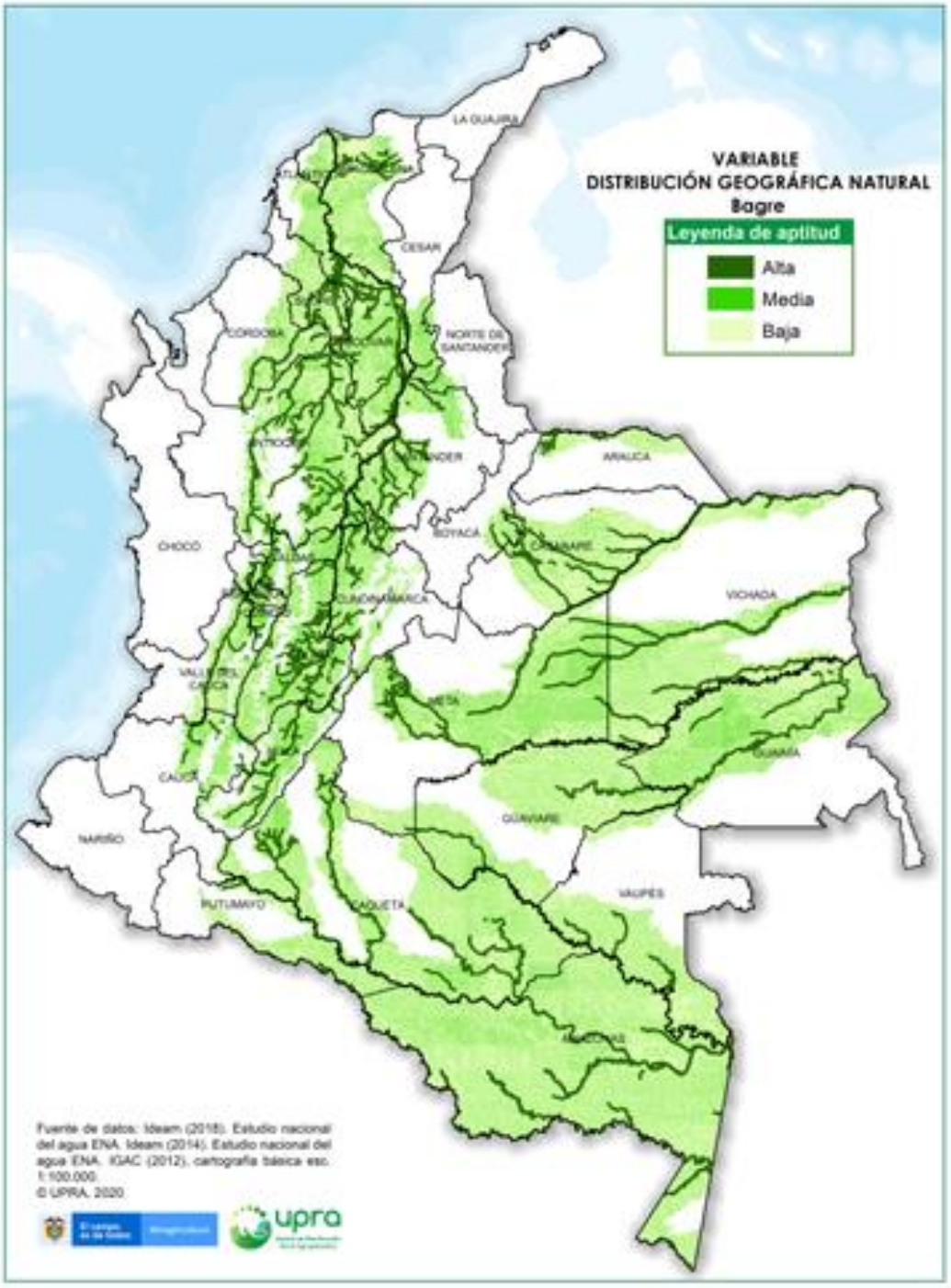
Descripción	Aptitud
Drenajes dobles asociados a las zonas hidrográficas con presencia natural de especies nativas (yamú, bocachico y bagre rayado)	Alta (A1)
Drenajes sencillos asociados a las zonas hidrográficas con presencia natural de especies nativas (yamú, bocachico y bagre rayado)	Media (A2)
Áreas diferentes a los drenajes dobles y sencillos asociados a las zonas hidrográficas con presencia natural de especies nativas (yamú, bocachico y bagre rayado)	Baja (A3)

Unidad de análisis	Puntos de reporte de la especie por subzona hidrográfica y cuerpos de agua asociados

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

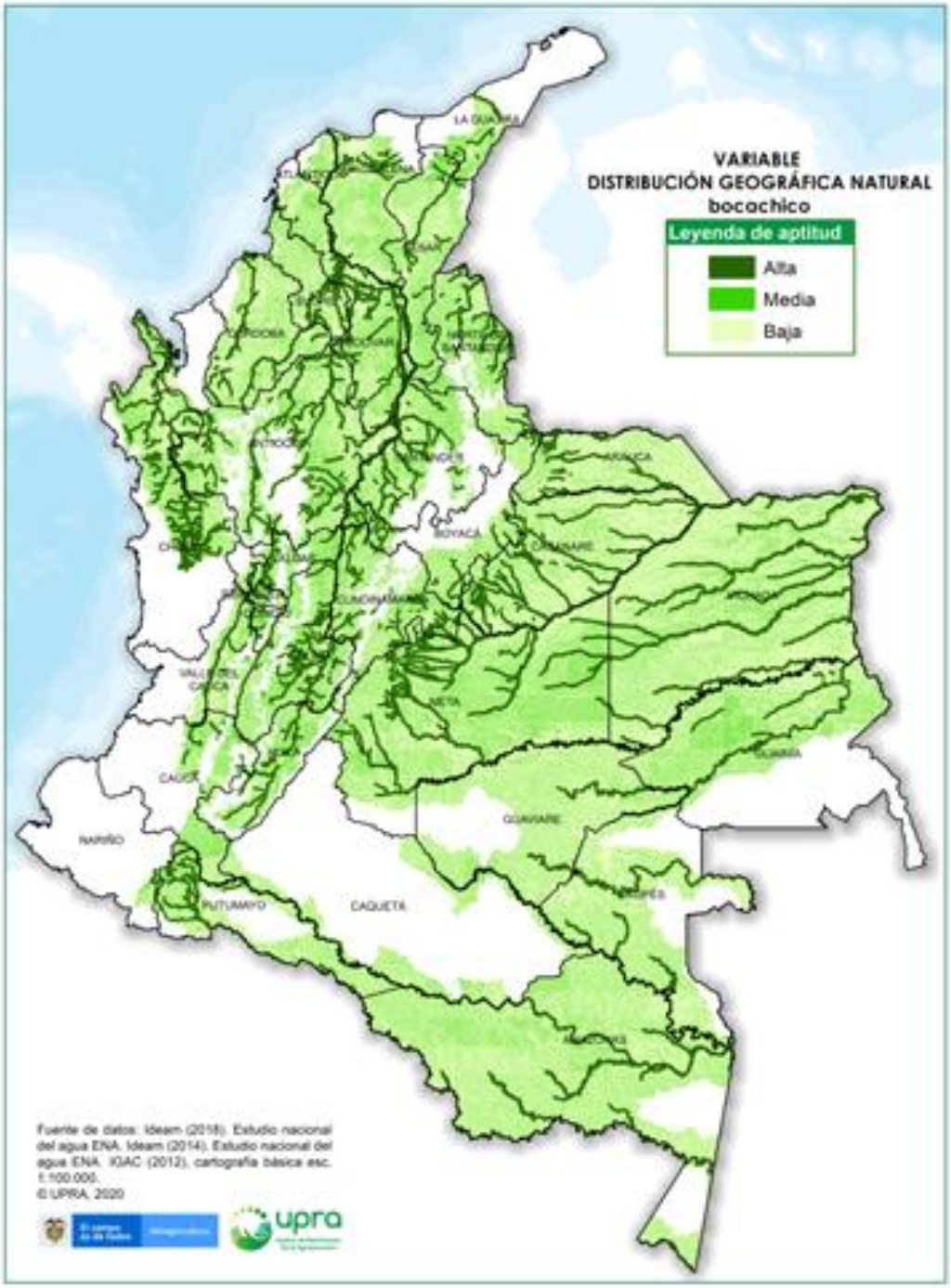
ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE TRES ESPECIES ICTICAS NATIVAS DE COLOMBIA YAMÚ, BOCACHICO Y BAGRE RAYADO EN ESTANQUES EN TIERRA

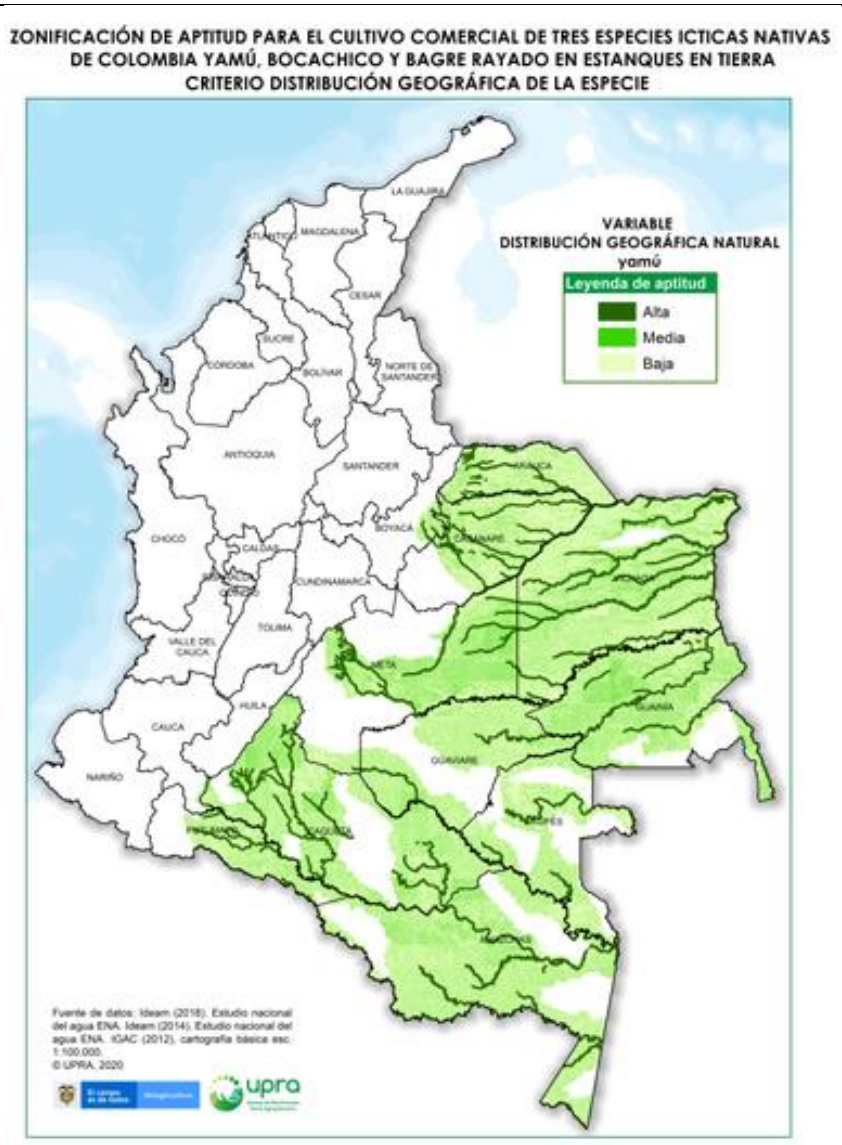
CRITERIO DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LA ESPECIE



ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE TRES ESPECIES ICTICAS NATIVAS DE COLOMBIA YAMÚ, BOCACHICO Y BAGRE RAYADO EN ESTANQUES EN TIERRA

CRITERIO DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LA ESPECIE





FUENTES DE INFORMACIÓN

- Incoder. (2006). Guía práctica de piscicultura en Colombia.
- Ideam. (2019). Estudio Nacional del Agua (ENA).
- Gutiérrez, F. (2010). *Los recursos hidrobiológicos y pesqueros continentales en Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia, 118 pp.
- Lasso, C., Agudelo, A., Jiménez, F., Ramírez, H., Morales, M., Ajiaco, R., Gutiérrez, P., Usma, J., Muñoz, S., y Sanabria, A. (2011). *Catálogo de los recursos pesqueros continentales de Colombia*. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia, 715 pp.
- Mojica, L., Usma, J., Álvarez, R., y Lasso, C. (2012). *Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, WWF Colombia y Universidad de Manizales. Bogotá, D. C., Colombia, 319 pp.

2.1.2. Variable trasplante a fuentes naturales

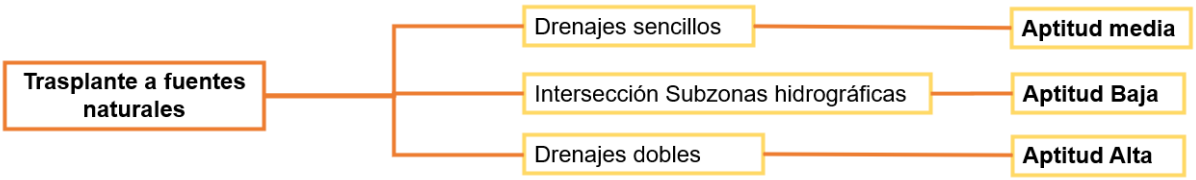
<table>
<tr><th colspan="4">FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="2">TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano</td></tr>
<tr><td colspan="4">COMPONENTE: socioecosistémico</td></tr>
<tr><td colspan="4">CRITERIO ASOCIADO: distribución geográfica de la especie</td></tr>
<tr><td colspan="2">VARIABLE: trasplante a fuentes naturales</td><td colspan="2">UNIDAD DE MEDIDA: presencia.</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Exclusión técnica</td><td></td></tr>
<tr><td>Análisis jerárquico</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante legal</td><td></td></tr>
<tr><th colspan="4">DEFINICIÓN</th></tr>
<tr><td colspan="4">La variable permite identificar las zonas hidrográficas del país donde no hay reportes de la presencia de especies nativas (yamú, bocachico y bagre rayado), con el fin de evitar su llegada a estos ecosistemas por causa de la acuicultura.

De acuerdo con Mojica et al. (2012), la introducción de especies se considera la segunda causa más importante de pérdida de biodiversidad. El trasplante es considerado como una introducción, pues se define como el traslado de una especie nativa local a otro hábitat o cuenca. Feinstein (2004), señala que posterior al trasplante la especie se puede convertir en invasora, afectando las especies nativas por hibridación, competencia por alimento y espacio, depredación, transferencia de patógenos, alteración del hábitat, desplazamiento de especies nativas, alteración de la estructura de los niveles tróficos, introducción de parásitos y enfermedades (Gutiérrez et al., 2012).</td></tr>
<tr><th colspan="4">IMPORTANCIA DE LA VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="4">Promueve el desarrollo sostenible del cultivo de especies nativas (yamú, bocachico y bagre rayado), previniendo la alteración de los ecosistemas acuáticos (contaminación biológica y consecuente pérdida de biodiversidad) dado que el cultivo se realiza en estanques en tierra promoviendo la implementación de las medidas de bioseguridad establecidas por la Aunap mediante la resolución 2879 de 2017.</td></tr>
<tr><th colspan="4">VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO</th></tr>
<tr><td colspan="4">La variable no genera exclusiones técnicas (N1), para la zonificación de la aptitud para el establecimiento de granjas dedicadas al cultivo comercial de especies nativas (yamú, bocachico y bagre rayado) en estanques en tierra, pero sí condiciona el potencial que pueda tener un territorio para el desarrollo de esta actividad.</td></tr>
<tr><th colspan="4">LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="4">La identificación de las zonas de trasplante natural depende de la información reportada en relación a las investigaciones de la especie.</td></tr>
</table>

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

A través de la consulta bibliográfica se identifican las cuencas, diferentes a la distribución natural en Colombia de las especies nativas, en donde se han presentado. Para especies nativas (yamú, bocachico, bagre rayado), se parte de la información reportada por el INCODER (2006), la información del libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia reportada en Mojica *et al.* (2012) e IAvH (2015). Posterior a la identificación de las cuencas se realiza una intersección con los drenajes sencillos y dobles, y otros cuerpos de agua naturales, asignando los rangos de aptitud como se describe en el esquema:

Esquema metodológico de la variable trasplante a fuentes naturales



Se identifico que solo existe trasplante de Yamú a otras fuentes naturales diferentes a la de su distribución natural.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Aptitud para el establecimiento de granjas destinadas al cultivo comercial de especies nativas (yamú, bocachico, bagre rayado), en estanques en tierra según variable trasplante a fuentes naturales

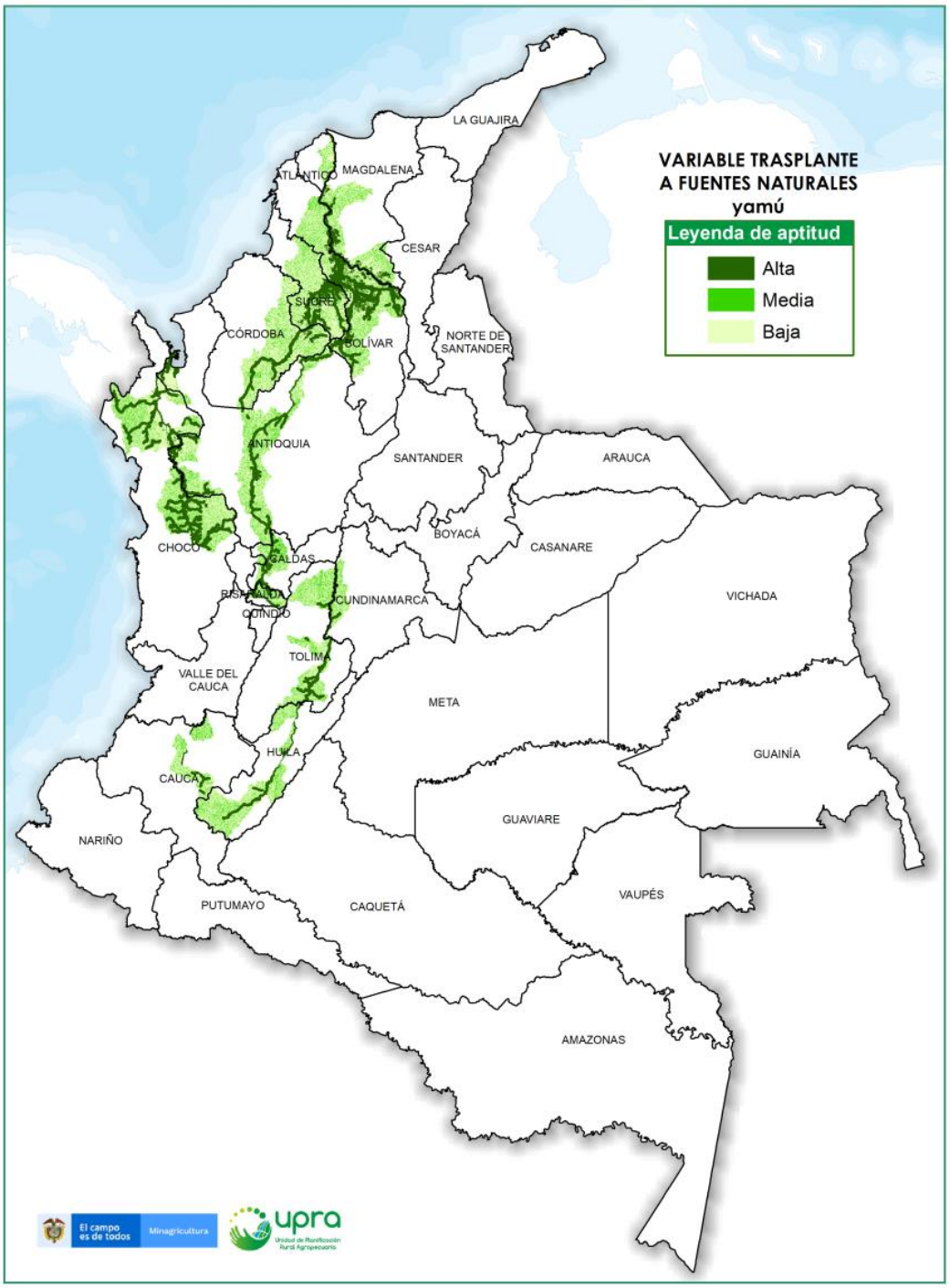
Descripción	Aptitud
Drenajes dobles asociados a las zonas hidrográficas con presencia de especies nativas (yamú) diferentes a su distribución natural	Alta (A1)
Drenajes sencillos asociados a las zonas hidrográficas con presencia de especies nativas (yamú) diferentes a su distribución natural	Media (A2)
Áreas diferentes a los drenajes dobles y sencillos asociados a las zonas hidrográficas con presencia de especies nativas (yamú) diferentes a su distribución natural	Baja (A3)

Unidad de medida	Reporte de la especie por subzona hidrográfica y cuerpos de agua asociado

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE TRES ESPECIES ICTICAS NATIVAS DE COLOMBIA YAMÚ, BOCACHICO Y BAGRE RAYADO EN ESTANQUES EN TIERRA

CRITERIO DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LA ESPECIE



FUENTES DE INFORMACIÓN
• Feinstein, B. J. (2004). Learning and transformation in the context of Hawaian traditional ecological knowledge. Education Quarterly 54 (2): 105-120. • Gutiérrez, F., Lasso, C., Baptiste, M., Sánchez, P. & A. Díaz. (2012). VI. Catálogo de la biodiversidad acuática exótica y trasplantada en Colombia: moluscos, crustáceos, peces, anfibios, reptiles y aves. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia, 335 pp. • INCODER. (2006). Guía práctica de piscicultura en Colombia • Ideam. (2019). Estudio Nacional del Agua – ENA. • Instituto Alexander von Humboldt. (2015). Catálogo de la biodiversidad acuática exótica y trasplantada en Colombia. • Mojica, L., Usma, J., Álvarez, R. & C. Lasso. (2012). Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, WWF Colombia y Universidad de Manizales. Bogotá, D. C., Colombia, 319 pp.

2.1.3. Variable trasplante a cultivos

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE			
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano**		
COMPONENTE: socioecosistémico			
CRITERIO ASOCIADO: distribución geográfica de la especie			
VARIABLE: trasplante a cultivos	**UNIDAD DE MEDIDA**: presencia.		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**		
	Análisis jerárquico	✓	
	Exclusión legal		
	Condicionante legal		
DEFINICIÓN			
Identifica zonas donde se han instalado cultivos de especies nativas (yamú, bocachico, bagre rayado), los cuales podrían ser insumo (pie parental-producción de semilla) para el desarrollo de nuevos cultivos.			
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE			
Promueve el desarrollo sostenible del cultivo de especies nativas (yamú, bocachico, bagre rayado) a través de la identificación de zonas donde el establecimiento del cultivo reporta producción.			

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO
Esta variable no genera exclusión. Su análisis no presenta ningún límite que califique zonas del territorio nacional como no aptas (N1).
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE
La localización geográfica de los cultivos se realizó de acuerdo a la información del censo acuícola entre los años 2003 a 2015, y no se cuenta con información más actualizada.
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN
Se parte de la depuración de la base de datos del censo acuícola del ICA (2003-2015), identificando los reportes del cultivo de especies nativas (yamú, bocachico, bagre rayado). Se realizó una normalización de los datos en relación al posicionamiento verificando que las coordenadas se encontraran en un mismo formato, de igual forma se ajustaron aquellas que se encontraban lejanas al municipio reportado en la base. Con la base depurada se construyó una capa de puntos y posteriormente se eliminaron aquellos localizados sobre áreas de trasplante a fuentes naturales. Los puntos finales se calificaron con una aptitud alta (A1).
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD
Aptitud para el establecimiento de granjas destinadas al cultivo comercial de especies nativas (yamú, bocachico y bagre rayado), en estanques en tierra según variable trasplante a cultivos

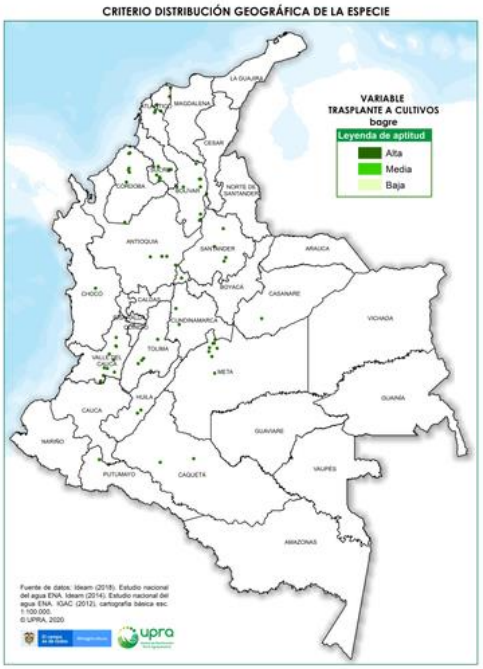
Descripción	Aptitud
Cultivos presentes en áreas diferentes a las zonas hidrográficas con presencia de especies nativas (yamú, bocachico, bagre rayado) que no corresponden a su distribución natural	Alta (A1)

Unidad de analisis	Cultivo de especies nativas

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

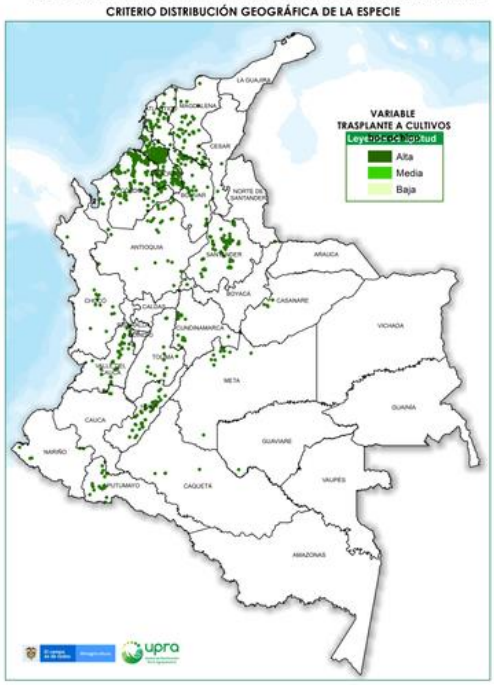
ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE TRES ESPECIES ICTICAS NATIVAS DE COLOMBIA YAMÚ, BOCACHICO Y BAGRE RAYADO EN ESTANQUES EN TIERRA

CRITERIO DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LA ESPECIE



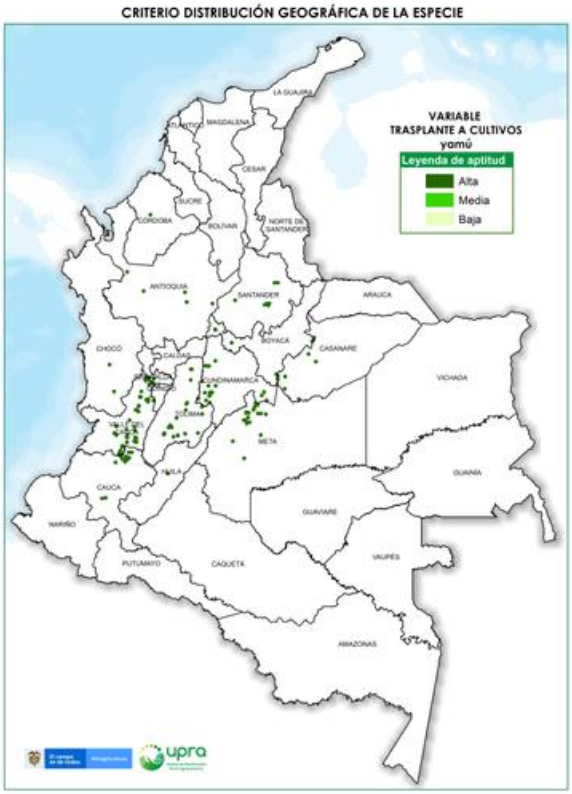
ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE TRES ESPECIES ICTICAS NATIVAS DE COLOMBIA YAMÚ, BOCACHICO Y BAGRE RAYADO EN ESTANQUES EN TIERRA

CRITERIO DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LA ESPECIE



ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE TRES ESPECIES ICTICAS NATIVAS DE COLOMBIA YAMÚ, BOCACHICO Y BAGRE RAYADO EN ESTANQUES EN TIERRA

CRITERIO DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LA ESPECIE



FUENTES DE INFORMACIÓN
• Instituto Colombiano Agropecuario-ICA. Censo acuícola (2003-2015). • Ideam. (2019). *Estudio nacional del agua*. Bogotá: Ideam. • _. (2019). *Estudio nacional del agua: capa de subzonas hidrográficas, escala 1:100.000*. Bogotá: Ideam. • _. (2012). *Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2005-2009, escala 1:100.000*. Bogotá: Ideam. • IGAC. (2012). *Cartografía básica, escala 1:1000.000*. Bogotá: IGAC.

2.2. Criterio integridad ecológica

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano**	
COMPONENTE: socioecosistémico		
CRITERIO ASOCIADO: Integridad ecológica		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante legal	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
• Conectividad estructural de las coberturas naturales (CECN), expresada como categoría de costo-distancia acumulada. • Índice de naturalidad (INAT), expresado como la proporción de área de la unidad biogeográfica (%). • Áreas de concentración de especies sensibles (ACES), expresada como cualitativa. Requiere asignación de pesos para integrar especies sensibles en AICAS y APC; riqueza potencial de especies migratorias.		
DEFINICIÓN		
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). La integridad ecológica (IE) es un estimador de la calidad ambiental, útil en la planificación y toma de decisiones para la conservación, se define como la «habilidad de un ecosistema para soportar y mantener una comunidad, balanceada y adaptada, de organismos con una composición de especies, diversidad y organización funcional comparable con aquella de los hábitats naturales en una región». La IE constituye una medida del funcionamiento		

permanente saludable o apropiado de los ecosistemas en un territorio, así como de la provisión continuada de recursos naturales y servicios ecosistémicos (autogenerados y autosostenibles), por lo que vincula el bienestar humano actual y futuro con el cuidado y protección de la tierra y sus ecosistemas como hábitat de las especies (Corcoran, 2005; Ciontescu, 2012).

De acuerdo con esta definición, un territorio con integridad ecológica es capaz de sobreponerse y superar perturbaciones naturales y los disturbios inducidos por el hombre.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

La integridad ecológica aproxima el estado de conservación de un área determinada, permitiendo establecer el grado de salud de los ecosistemas o paisajes, y por tanto su vocación como área de conservación, su orientación hacia la restauración, o, por el contrario, su aptitud hacia el establecimiento de granjas destinadas al cultivo comercial de especies nativas (yamú, bocachico y bagre rayado) en estanques en tierra cuya producción está destinada al consumo humano

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 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 a través del decreto 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 cultivos comerciales de especies nativas (yamú, bocachico y bagre rayado) en estanques en tierra, 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 AVC.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

La temporalidad de la información de Corine Land Cover asociada a las coberturas de 2018 limita una interpretación actualizada de la situación ecosistémica real. Sin embargo, esta 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.

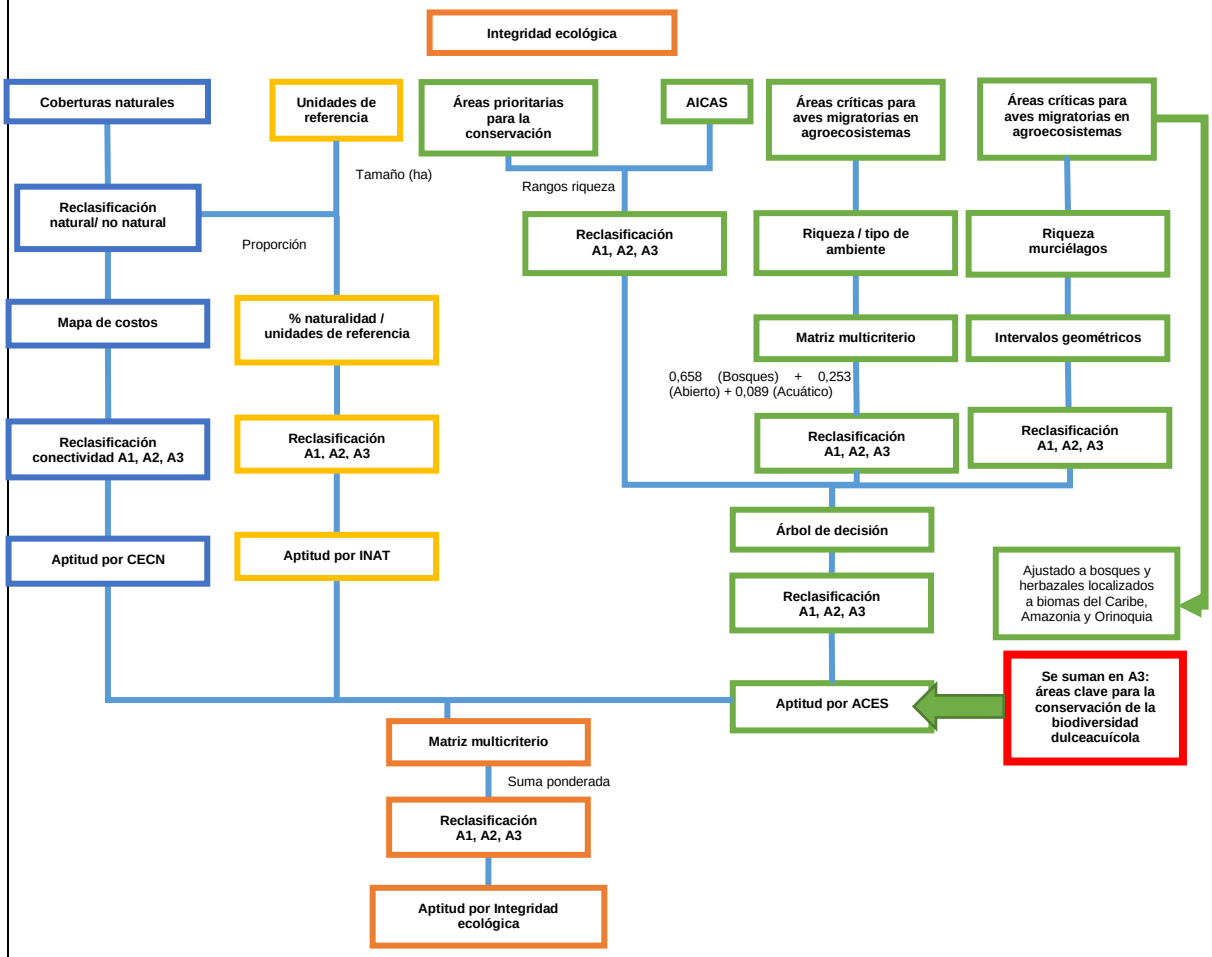
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

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

- Conectividad estructural de las coberturas naturales (CECN)
- Índice de naturalidad (INAT)
- Áreas de concentración de especies sensibles (ACES)

Para la evaluación del criterio se realiza el procesamiento independiente de cada una de sus tres variables, como se describe en sus respectivas fichas técnicas, según el siguiente procedimiento:

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



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

$$A_{IE} = \alpha A_{CECN} + \beta A_{NAT} + \gamma A_{ACES}$$

En la que $\alpha, \beta \, y \, \gamma$ representan los coeficientes o factores de ponderación de la aptitud de las tres variables, los cuales se determinan mediante el criterio de experto.

Para este proceso, los valores respectivamente son:

$$\alpha = 0{,}6175$$
$$\beta = 0{,}2968$$
$$\gamma = 0{,}0857$$

Los resultados de esta suma se agruparon en tres categorías de aptitud para el criterio, A1, A2 y 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 apta (N1)**
Integridad ecológica	Valores menores del rango del criterio, clasificados por cortes naturales. La actividad productiva irrumpe en baja medida, sobre la conectividad natural, espacios naturales, o los procesos vitales de especies sensibles. (<1,1)	Valores intermedios del rango del criterio, clasificados por cortes naturales. 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. (1,1 – 1,52)	Valores mayores del rango del criterio, clasificados por cortes naturales. 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. (>1,52)	-

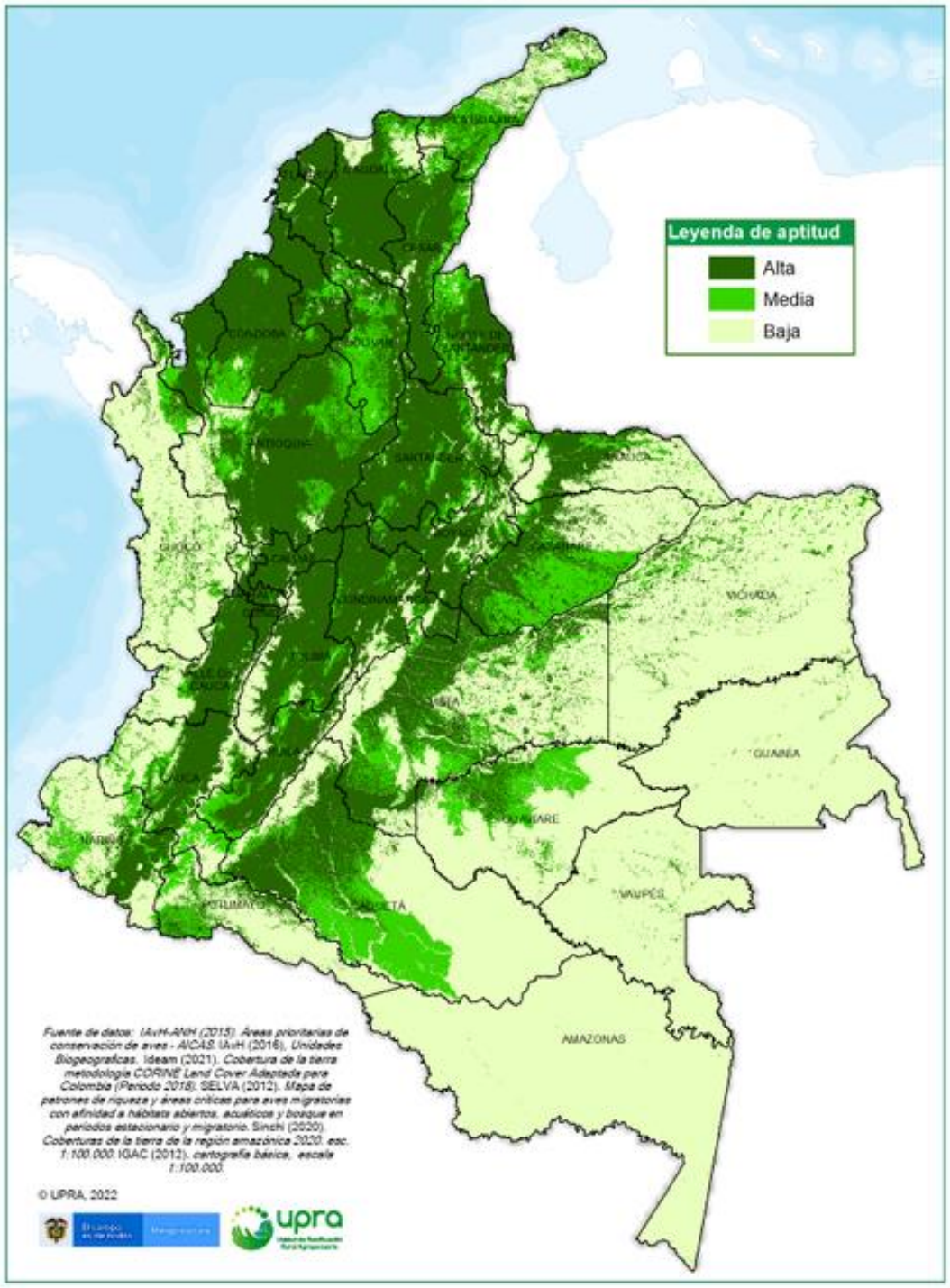
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Variables	Unidad de medida	Categorías de aptitud			
		Alta (A1)	**Media (A2)**	**Baja (A3)**	**No apta (N1)**
Conectividad estructural de las coberturas naturales (CECN)	Categoría de costo-distancia acumulada	Conectividad baja (>17.500)	Conectividad media (0-17.500)	Conectividad alta (0)	-
Índice de Naturalidad (INAT)	Proporción de área de la unidad biogeográfica (%)	Naturalidad muy baja – vital (0 – 5) Naturalidad baja – estratégica (5 – 30) Naturalidad moderada (30 – 50)	Naturalidad media – alta (50 – 75)	Naturalidad alta – protección (75 – 100%)	-

Áreas de concentración de especies sensibles (ACES)	Cualitativa Requiere asignación de pesos para integrar especies sensibles en AICAS y APC; Riqueza potencial de especies migratorias	Zonas de muy baja densidad de especies sensibles <2,3 * Áreas sin identificación o baja presencia de APC * Ausencia de AICAS (ln(D) < -8,085) * Áreas sin importancia para especies migratorias. >1,51	Zonas de baja densidad de especies sensibles 1,6 – 2,3 * APCs con alta presencia de especies sensibles * AICAS con densidad muy baja o baja de especies sensibles (Ln(D) = -8,085 a -4,189) * Áreas de importancia moderada o alta para especies migratorias 1,34-1,51	Zonas de moderada, alta y muy alta densidad de especies. 1,0 – 1,6 * APCs con densidad muy alta asociada a coberturas naturales * AICAS con moderada, alta y muy alta densidad de especies sensibles (Ln(D) = -4,189 a 1,670) * Áreas de importancia muy alta para especies migratorias <1,34 *Se incluyen áreas clave para la conservación de la biodiversidad dulce acuícola	-

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE TRES ESPECIES ICTICAS NATIVAS DE COLOMBIA YAMÚ, BOCACHICO Y BAGRE RAYADO EN ESTANQUES EN TIERRA
CRITERIO INTEGRIDAD ECOLÓGICA



FUENTES DE INFORMACIÓN

- 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). Ámsterdam: KIT Publishers BV.
- Franco, A. M., Devenish, C., Barrero, M. C. y Romero, M. H. (2009). Colombia. En C. Devenish, D. F.; Díaz Fernández, R. P.; Clay, I. Davidson e I. Yépez Zabala (Eds.). *Important Bird Areas Americas - Priority sites for biodiversity conservation*. Quito: BirdLife International (BirdLife Conservation Series num. 16), pp. 135-148.
- IAvH. (2015). *Áreas importantes para la conservación de las aves, escala 1:100.000*. Bogotá: IAvH.
- IAvH y ANH. (2010). *Áreas prioritarias para la conservación, escala 1:250.000*. Bogotá: IAvH y ANH.
- IAvH. (2017). Áreas clave para la conservación de la biodiversidad dulceacuícola (moluscos, cangrejos, peces, tortugas, crocodilidos, aves y mamíferos), del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2017. Bogotá: IAvH.
- Ideam. (2010). *Estudio Nacional del Agua: capa de subzonas hidrográficas, escala 1:100.000*. Bogotá: Ideam.
- _. (2010). *Leyenda nacional de coberturas de la tierra: metodología Corine Land Cover, adaptada para Colombia*, escala 1:100.000. Bogotá: Ideam. 72 p.
- _. (2021). *Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2018, escala 1:100.000*. Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC.
- SELVA. (2012). «Modelamiento de áreas críticas para especies migratorias con relación a los agroecosistemas de Colombia». *Mapa de patrones de riqueza y áreas críticas para aves migratorias con afinidad a hábitats abiertos, acuáticos y de bosque en periodos estacionario y migratorio*. Informe final del Convenio 044 de 2012 entre SELVA y UPRA. 165 pp. Bogotá, Colombia.

2.2.1 Variable conectividad estructural de las coberturas naturales (CECN)

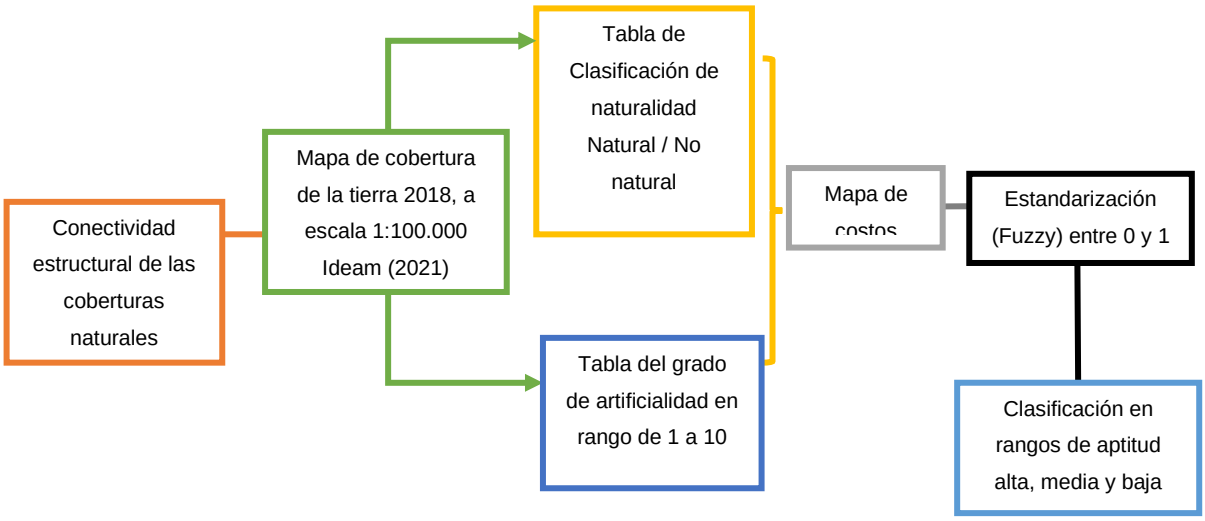
<table>
<tr><th colspan="4">FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="2">TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano</td></tr>
<tr><td colspan="4">COMPONENTE: socioecosistémico</td></tr>
<tr><td colspan="4">CRITERIO ASOCIADO: integridad ecológica</td></tr>
<tr><td colspan="2">VARIABLE: conectividad estructural de las coberturas naturales (CECN)</td><td colspan="2">UNIDAD DE MEDIDA: categoría de costo - distancia acumulada</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Exclusión técnica</td><td></td></tr>
<tr><td>Análisis jerárquico</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante legal</td><td></td></tr>
<tr><th colspan="4">DEFINICIÓN</th></tr>
<tr><td colspan="4">Se analiza a partir de la fragmentación y la heterogeneidad del paisaje (McArthur y Wilson, 1967, Tischendorf y Fahrig, 2000; Correa, 2009), por lo cual 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.

En todo paisaje cultural, los relictos de vegetación natural juegan un papel fundamental para la movilidad de la biodiversidad y la continuidad en prestación de los servicios ecosistémicos (que son la base ambiental que sustenta los procesos productivos). Por tanto, la variable parte del análisis 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.

De esta forma, en términos de la aplicación en el presente estudio, en áreas con mayor conectividad de las coberturas naturales, la aptitud para establecimiento de producción de granjas destinadas al cultivo comercial de especies nativas (yamú, bocachico y bagre rayado) en estanques en tierra es baja.</td></tr>
<tr><th colspan="4">IMPORTANCIA DE LA VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="4">Contribuye a estimar la sostenibilidad ambiental, mediante la favorabilidad del hábitat para el desplazamiento de la biodiversidad, flujos e información necesarios para el funcionamiento natural de la cual dependen en gran medida los servicios ecosistémicos que sostienen los procesos vitales del sistema, así como el abastecimiento a procesos productivos.</td></tr>
<tr><th colspan="4">VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO</th></tr>
<tr><td colspan="4">Esta variable no genera exclusión técnica (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.</td></tr>
</table>

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE
Al basarse en la capa base oficial de Coberturas de la Tierra 2018, y su leyenda adaptada para Colombia (Ideam, 2010a), 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 CECN 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 parte del mapa de coberturas de la Tierra, adaptada para Colombia (Ideam, 2010a). Adicionalmente se identifican las coberturas no naturales y el grado de artificialidad, a partir del cual se definen los pesos de resistencia de paso, a partir de esto se determina el costo de desplazamiento de las especies haciendo uso de la herramienta costes del programa *ArcGis*.

Esquema metodológico de la variable de conectividad estructural de las coberturas naturales



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

Áreas que representan un alto costo para la conectividad de las estructuras de las coberturas naturales como los territorios artificializados, la 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 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, con el fin de establecer la aptitud para producción de granjas destinadas al cultivo comercial de especies nativas (yamú, bocachico y bagre rayado) en estanques en tierra. De forma general, la conectividad baja, para este ejercicio, tendrá la mayor aptitud (A1), la conectividad media aptitud media (A2), y a una alta conectividad una menor aptitud (A3).

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

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

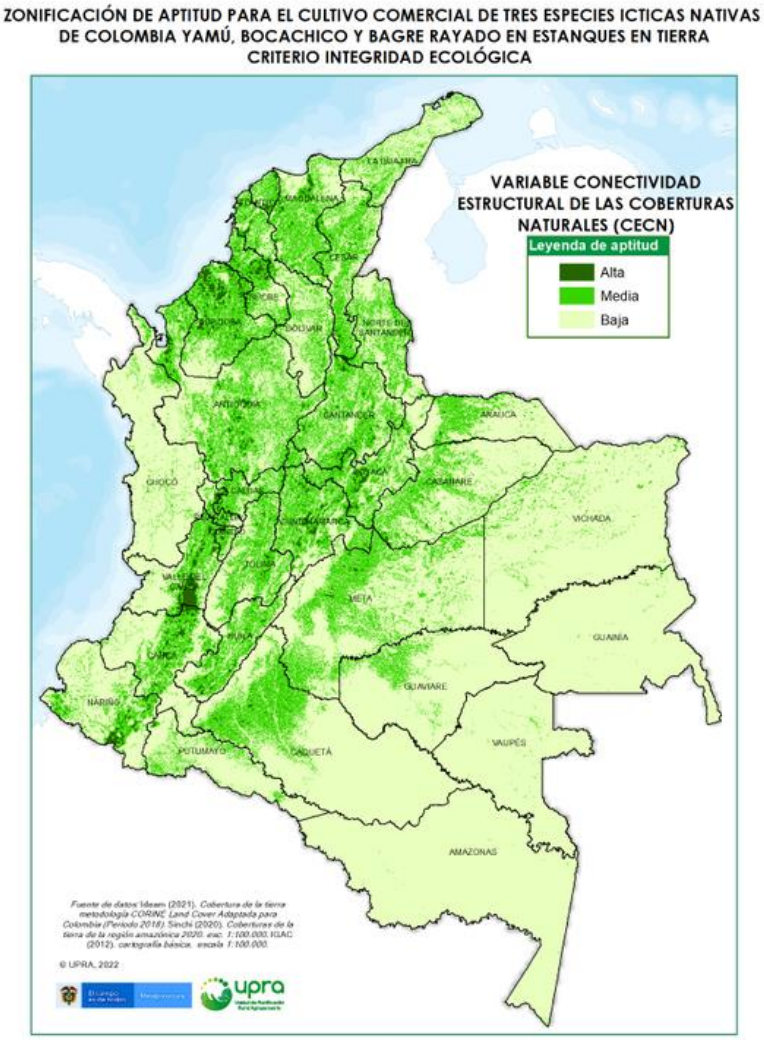
Calificación de la variable
conectividad estructural de las coberturas naturales (CECN)

Conectividad (costo-distancia acumulada)	Aptitud
Conectividad baja (>17.500)	Alta (A1)
Conectividad media	Media (A2)

	(0-17.500)		
	Conectividad alta (0)	Baja (A3)	
	No aplica	No apta (N1)	

Unidad de analisis	Índice de conectividad entre coberturas

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Correa, A. (2009). Análisis del estado actual de conectividad de las coberturas vegetales de la cuenca media del río Tunjuelo. *Revista Pérez-Arbelaezia 19*, 115-139.
- 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: idea. 72 p.

- MacArthur, R. H., y Wilson, E. O. (1967). *La teoría de la biogeografía de la isla*. Princeton, New Jersey: Impresión de la universidad de Princeton. 203 p.
- Tischendorf, L., y Fahrig, L. (2000). How should we measure landscape connectivity? *Landscape Ecology 15*, 633-641.

2.1.2 Variable índice de naturalidad (INAT)

<table>
<tr><th colspan="4">FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="2">TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano</td></tr>
<tr><td colspan="4">COMPONENTE: socioecosistémico</td></tr>
<tr><td colspan="4">CRITERIO ASOCIADO: integridad ecológica</td></tr>
<tr><td colspan="2">VARIABLE: índice de naturalidad (INAT)</td><td colspan="2">UNIDAD DE MEDIDA: proporción de área de la unidad biogeográfica (%).</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Exclusión técnica</td><td></td></tr>
<tr><td>Análisis jerárquico</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante legal</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="4">DEFINICIÓN</td></tr>
<tr><td colspan="4">Está referida a las coberturas naturales en las cuales se desarrollan los procesos ecológicos esenciales; que son necesarios para sustentar la vida.

La prestación de servicios ecosistémicos y la sostenibilidad ambiental en un área geográfica de análisis[1], 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. Así entre más alta sea la naturalidad, menor será la aptitud para el establecimiento de especies nativas (yamú, bocachico y bagre rayado) en estanques en tierra, 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 esta producción acuícola, por cuanto no interrumpe los procesos</td></tr>
</table>

[1] Se emplean las unidades biogeográficas.

naturales, e incluso potenciaría la prestación de algún servicio ecosistémico en comparación con la cobertura existente.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Contribuye a estimar la sostenibilidad ambiental de la unidad geográfica de análisis (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.

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

Esta variable no genera exclusión técnica (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.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

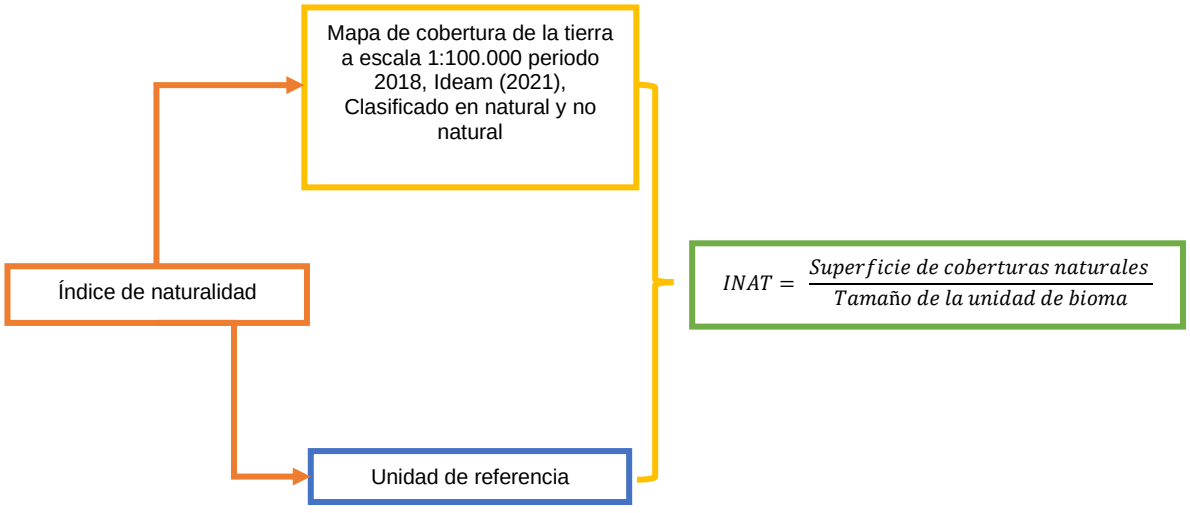
Al basarse en la capa base oficial de Coberturas de la Tierra de 2018, y su leyenda adaptada para Colombia (Ideam, 2010), su información tiene cierto nivel de discrepancia con la realidad, en función de los cambios que se hayan producido desde el 2018.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

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 Unidades biogeográficas facilitado por el Instituto Alexander von Humboldt (2017).

INAT = Superficie de coberturas naturales (ha)/tamaño de unidad biogeográfica (ha)

Esquema metodológico de la variable índice de naturalidad



RANGO DE APTITUD

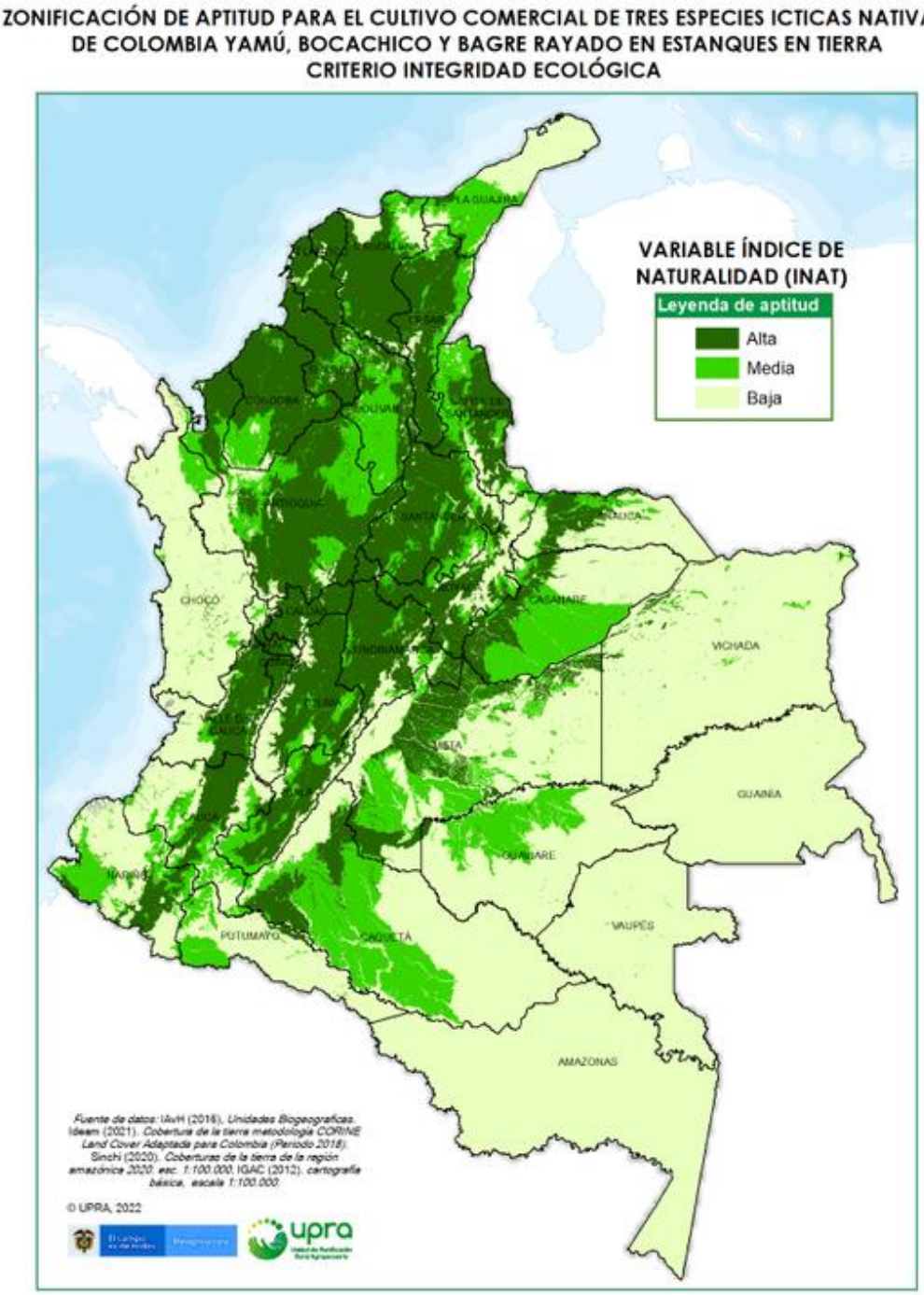
Se establecieron los siguientes rangos, de acuerdo con los parámetros establecidos por Márquez (2003) y se reclasificaron en términos de su aporte a la aptitud para el establecimiento de producción de granjas destinadas al cultivo comercial de especies nativas (yamú, bocachico, bagre rayado) en estanques en tierra.

Calificación de la variable Índice de Naturalidad (INAT) por subzona hidrográfica. (Adaptado a partir de Márquez, 2003)

Descripción	Rango	Aptitud
% INAT muy baja – vital % INAT baja – estratégica % INAT moderada	< 50	Alta (A1)
% INAT alta	50 – 75	Media (A2)
% INAT muy alta – protección	75 – 100	Baja (A3)

Unidad de analisis	Coberturas naturales por unidades biogeográficas

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



FUENTES DE INFORMACIÓN

- 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: Ideam. 72 p.
- _. (2021). *Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2018, escala 1:100.000.* Bogotá: Ideam.
- Márquez, C. G. (2003). *Ecosistemas estratégicos*. Sociedad Geográfica de Colombia. Documento Electrónico. URL: http://www.sogeocol.edu.co/documentos/07ecos.pdf. Descargado 20 de agosto de 2015.

2.2.3 Variable áreas de concentración de especies sensibles (ACES)

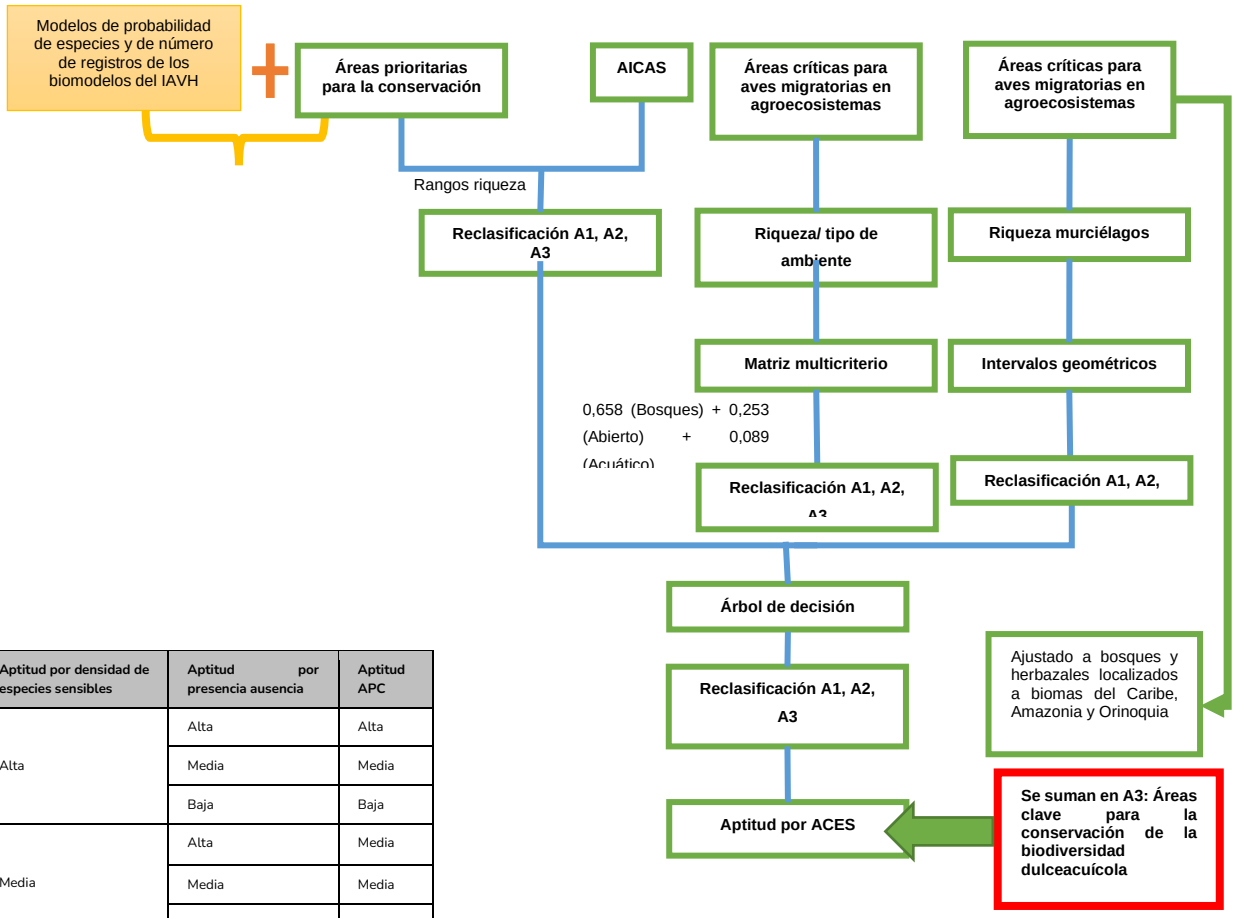
<table>
<tr><th colspan="3">FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE</th></tr>
<tr><td>TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano</td></tr>
<tr><td colspan="3">COMPONENTE: socioecosistémico</td></tr>
<tr><td colspan="3">CRITERIO ASOCIADO: integridad ecológica</td></tr>
<tr><td>VARIABLE: áreas de concentración de especies sensibles (ACES)</td><td colspan="2">UNIDAD DE MEDIDA: Cualitativa. Requiere asignación de pesos para integrar especies sensibles en AICAS y APC; Riqueza potencial de especies migratorias</td></tr>
<tr><td rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Exclusión técnica</td><td></td></tr>
<tr><td>Análisis jerárquico</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante legal</td><td></td></tr>
<tr><th colspan="3">DEFINICIÓN</th></tr>
<tr><td colspan="3">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). De igual forma, se integran las Áreas de Importancia para la Conservación de Aves Silvestres (AICAS). Para este TUT se incluyen las Áreas clave para la conservación de la biodiversidad dulceacuícola (moluscos, cangrejos, peces, tortugas, crocodrilidos, aves y mamíferos), del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (2017), debido a que el TUT involucra fuentes de agua naturales donde habitan estas especies y su densidad poblacional puede verse afectada por la introducción de cultivos acuícolas como los de especies nativas (yamú, bocachico y bagre rayado).

La representatividad ecosistémica en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (Sinap) es reducida, y con ello el potencial para la conservación de la biodiversidad del país. Por esta razón, existen en el territorio nacional, áreas que, sin presentar figuras de protección, cuentan con altos valores para la conservación (AVC) por sus niveles de concentración de biodiversidad (en especial de especies amenazadas, de distribuciones reducidas, o dependientes de la calidad del hábitat a lo largo de rutas de migración).

Estas áreas son de importancia debido a que constituyen sitios de refugio para elementos de la biodiversidad sensible, los cuales prestan servicios ecosistémicos como la dispersión de semillas, control de plagas, etc. Estas áreas además aportan en el funcionamiento natural de los ecosistemas nacionales y transfronterizos, a través de la integración de cadenas alimenticias, ciclos biogeoquímicos, etc.

De esta forma, entre mayor sea la concentración de estas especies, dada su sensibilidad, es menor la aptitud para el establecimiento de producción de granjas destinadas al cultivo comercial de</td></tr>
</table>

especies nativas (yamú, bocachico y bagre rayado) en estanques en tierra, por cuanto los procesos productivos presionan sobre los procesos que sostienen las poblaciones de interés. Por el contrario, en áreas donde la concentración de estos elementos de la biodiversidad es baja, la aptitud para el establecimiento de este tipo de acuicultura es mayor.
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE
Permite identificar áreas donde el establecimiento de granjas destinadas al cultivo comercial de yamú, bocachico y bagre rayado en estanques en tierra, puede generar un riesgo potencial de afectación a la biodiversidad sensible en áreas no protegidas.
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO
La concentración de especies sensibles es una variable que no genera exclusiones (N1). 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, etc.), de tal forma que entre mayor sea la concentración de especies sensibles, menor es la aptitud para el establecimiento de producción de granjas destinadas al cultivo comercial de especies nativas (yamú, bocachico, bagre rayado) en estanques en tierra, puesto que pueden generar presiones recíprocas a los ciclos naturales de las especies.
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE
No existen estudios a nivel nacional que determinen la distribución y concentración de especies sensibles, por lo que el cubrimiento no es homogéneo. Esto supone integrar varios estudios realizados con diferentes metodologías y finalidades para complementar el panorama nacional. 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 tanto, la variable supone una menor concentración en las áreas no mencionadas, pero puede corresponder en realidad a estudios no elaborados, por lo que ha de complementarse a medida que se incorpore nueva información al respecto.
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN
Esta variable se construye a partir de los siguientes insumos: mapas de polígonos y bases de datos asociadas de áreas prioritarias de conservación, datos de presencia ausencia de especies de los modelos de probabilidad de especies y de número de registros de los biomodelos del IAVH, libro rojo de especies amenazadas en Colombia, listas AICAS, y riqueza potencial para aves migratorias en agroecosistemas. Se emplea la información sobre biodiversidad asociada a las APC (IAvH – ANH, 2013), AICAS (IAvH, 2015), y agroecosistemas (SELVA, 2012). El esquema metodológico de la variable se describe a continuación:



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

- **Áreas prioritarias de conservación (APC):**

  En el estudio, esta subvariable se mide a través de la densidad de especies sensibles por kilómetro cuadrado, en áreas prioritarias de conservación (APC) no declaradas en el Sinap, para lo cual se 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 Áreas Prioritarias de Conservación (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 toman 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 en 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 de producción de granjas destinadas al cultivo comercial de yamú, bocachico y bagre rayado en estanques en tierra.

Para este análisis se asigna a cada polígono de APC, el valor de la densidad de la riqueza, teniendo en cuenta la riqueza por hectárea, calculando la riqueza 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, como se describe a continuación:

Descripción	Rango	Aptitud
Áreas sin identificación de APC	(Ln(D) < a -10,02)	Alta (A1)
APC con densidad muy baja de especies sensibles	(Ln(D) = -10,02 a -5,72)	Media (A2)
APC con densidad baja de especies sensibles	(Ln(D) = -5,71 a -2,77)	
APCs con densidad moderada de especies sensibles	(Ln(D) = -2,76 a -1,42)	Baja (A3)
APC con densidad alta de especies sensibles	(Ln(D) = -1,42 a -0,06)	
APCs con densidad muy alta de especies sensibles	(Ln(D) = -0,05 a 6,42)	
No aplica	-	No apta (N1)

Posteriormente, se utiliza 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 contabilizán 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 1 para las especies presentes y 0 para su ausencia. Se asigna a cada unidad biogeográfica el valor de las especies amenazadas o endémicas que le corresponda.

Posteriormente se unen estas dos tablas por medio del campo «unidad biogeográfica» en el *software* ArcGis 10.3. y se obtiene una tabla que indica la cantidad de especies amenazadas o endémicas para cada unidad; finalmente, se realiza una clasificación de los valores obtenidos.

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

Árbol de decisión para integración de los insumos de APC

Aptitud por presencia ausencia	Aptitud APC	Aptitud por densidad de especies sensibles
Alta	Alta	Alta (A1)
Media	Media	
Baja	Baja	
Alta	Media	Media (A2)
Media	Media	
Baja	Baja	
Alta	Baja	Baja (A3)
Media	Baja	
Baja	Baja	

Una vez obtenido este mapa, se realizó una comparación con las áreas naturales, y aquellas que contenían áreas naturales se calificaron con aptitud baja (A3), es decir todas las áreas naturales se mantuvieron con aptitud baja (A3) 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)

- **Áreas de importancia para la conservación de aves silvestres (AICAS)**

Para el desarrollo y análisis de las AICAS, se tomó la información suministrada por el IAVH, relacionada con AICAS, en formato shape y documental. Se ajustó la riqueza de la capa AICAS (IAvH, 2015) de acuerdo con la información publicada en la página BirdLife International, tomando las categorías de especies vulnerables y amenazadas de cada AICA. De la base de datos de especies se excluyeron las AICAS sin información georreferenciada y las especies duplicadas; posteriormente, para cada AICAS se definió el número de especies por categoría de amenaza a nivel nacional. Se definieron rangos de riqueza aplicando la herramienta *Natural breaks* de *ArcGis*.

Para cada AICA se calculó la densidad mediante el número de especies amenazadas (en peligro crítico, en peligro y vulnerables) que se reporta en cada AICA de acuerdo a la base de datos facilitada y, se divide por el área del AICA en km^2.

Finalmente, para la reclasificación se calcula el logaritmo natural de la densidad obtenida y de allí se determinan los rangos para su reclasificación:

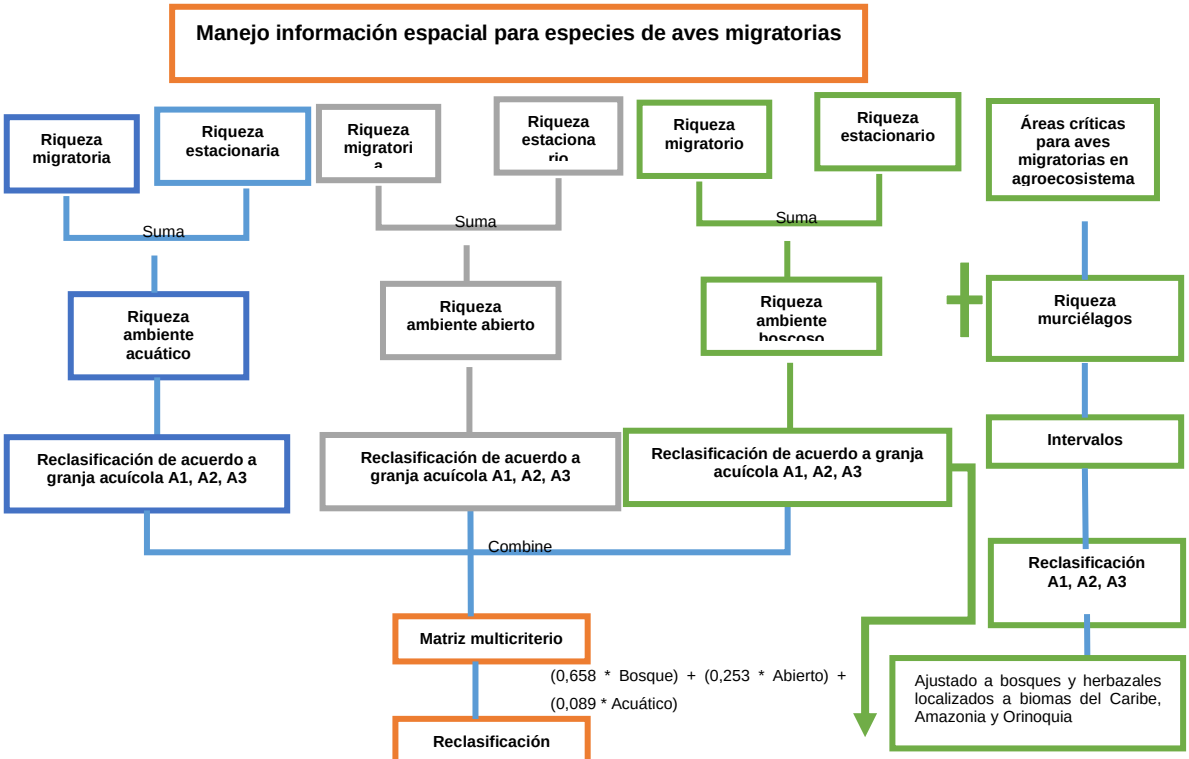
Calificación de la densidad (D) de especies sensibles en AICAS

Descripción	Rango (ln D)	Aptitud
Áreas sin identificación de AICAS	< -8,085	Alta (A1)
AICAS con densidad muy baja de especies sensibles AICAS con densidad baja de especies sensibles	-8,085 a -6,137 -6,137 a -4,189	Media (A2)
AICAS densidad moderada de especies sensibles AICAS con densidad alta de especies sensibles AICAS con densidad muy alta de especies sensibles	-4,189 a -2,241 -2,241 a -0,293 -0,293 a 1,67	Baja (A3)

- **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 1 es la menor presencia y 3 la mayor. Seguido a esto los tres hábitats se reclasificaron y combinaron. La reclasificación se realizó teniendo en cuenta el establecimiento de producción de granjas destinadas al cultivo comercial de especies nativas (yamú, bocachico y bagre rayado) en estanques en tierra, y su afectación en la aptitud de la riqueza. La siguiente figura ilustra el procedimiento para encontrar la aptitud de acuerdo a la riqueza de especies migratorias asociadas a ambientes acuáticos, abiertos y de bosque, en los periodos migratorio y estacionario, sumando estas dos capas a fin de identificar aquellas áreas que representan ambientes críticos a lo largo de todo el ciclo migratorio.

Procedimiento para determinar la aptitud por áreas críticas para especies migratorias en agroecosistema



Ambiente	Aptitud	Granjas acuícolas
Bosque	Alta	1
	Media	1
	Baja	2
Abierto	Alta	1
	Media	2
	Baja	2
Acuático	Alta	3
	Media	2
	Baja	1

Fuente: SELVA (2012).

Para este TUT se incluyó además la riqueza asociada a murciélagos, cuya aptitud se determina mediante la reclasificación de riqueza aplicando intervalos geométricos, teniendo en cuenta solo los bosques y herbazales localizados en los biomas del caribe, amazonia y orinoquia, cuyas zonas se tiene certeza de presencia de especies murciélagos piscívoros. La riqueza de murciélagos y aves se integró a través del siguiente árbol de decisión

Reclasificación de aptitud para el cultivo de especies nativas de acuerdo con la importancia y preferencia del hábitat de las aves migratorias

Aves migratorias	Murciélagos	Aptitud
Alto	Alto	Alto
Alto	Medio	Medio
Alto	Bajo	Bajo
Medio	Alto	Medio
Medio	Medio	Medio
Medio	Bajo	Bajo
Bajo	Alto	Bajo
Bajo	Medio	Bajo
Bajo	Bajo	Bajo

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

Riqueza de especies migratorias = (0,658 * Bosque) + (0,253 * Abierto) + (0,089 * Acuático)

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

Rango	Aptitud
1,51>	Alta (A1)
1,34-1,51	Media (A2)
<1,34	Baja (A3)

Para integrar toda la información de concentración de especies sensibles relacionada con biodiversidad, y evitar redundancias, se realiza también a través matrices multicriterio, obteniendo los siguientes pesos:

ACES= 0,5 (APC)+ 0,25 (AICAS) + 0,25 (AC)

A las zonas de aptitud baja (A3) por ACES, se le incluyó los polígonos asociados a la capa Áreas clave para la conservación de la biodiversidad dulceacuícola (moluscos, cangrejos, peces, tortugas, crocodilidos, aves y mamíferos), del IAVH (2017).

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

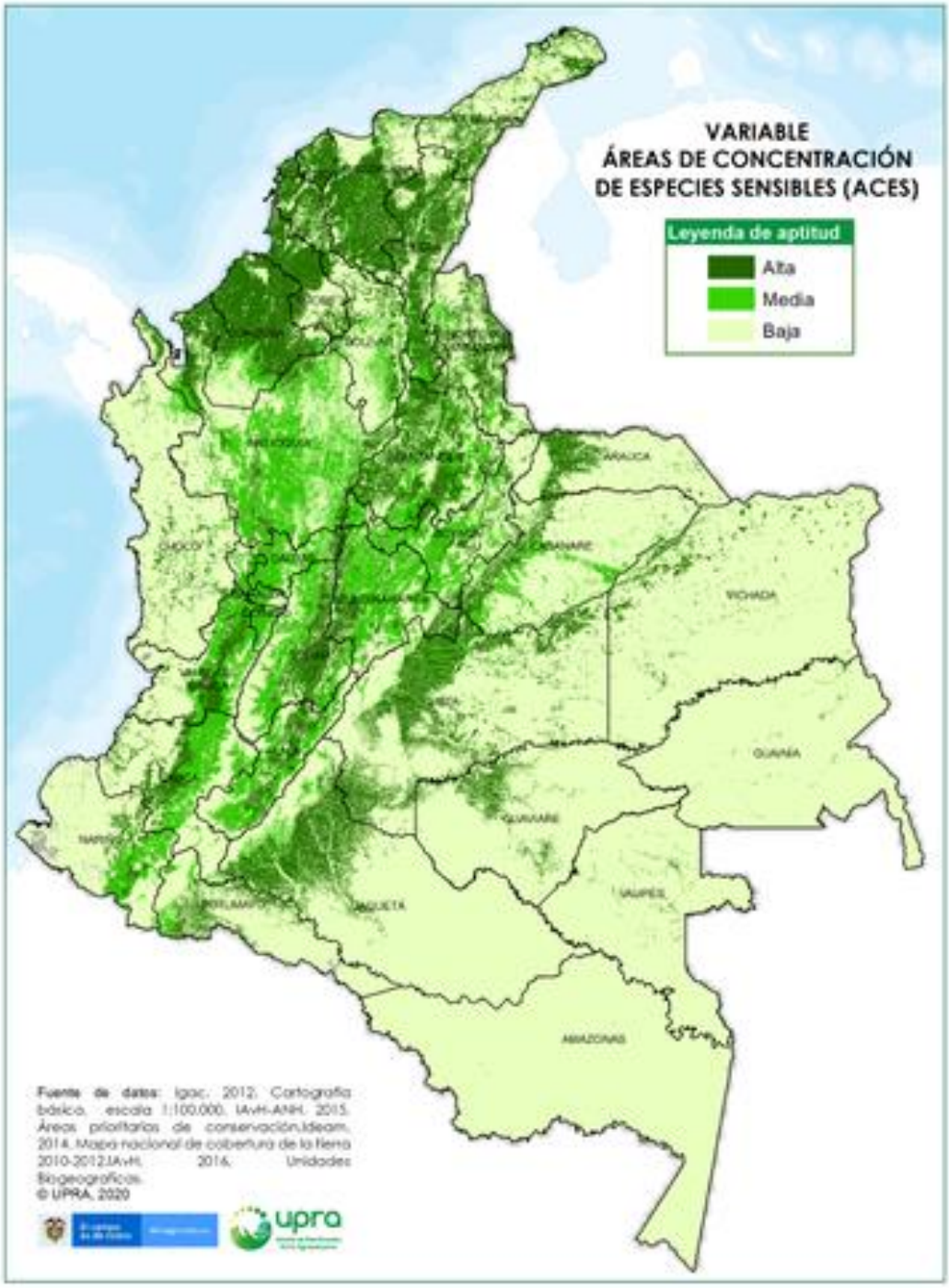
Para el establecimiento de los rangos de clase de aptitud de la variable fueron calculados intervalos geométricos haciendo uso del software *ArcGis*.

Rango	Aptitud
2,27-3,0	Alta (A1)
1,6-2,27	Media (A2)
<1,6	Baja (A3)

Unidad de analisis	Áreas de importancia por la concentración de especies

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE TRES ESPECIES ICTICAS NATIVAS DE COLOMBIA YAMÚ, BOCACHICO Y BAGRE RAYADO EN ESTANQUES EN TIERRA CRITERIO INTEGRIDAD ECOLÓGICA



FUENTES DE INFORMACIÓN
• Franco, A. M., Devenish, C., Barrero, M. C. & Romero, M. H. (2009). Colombia. En: Devenish C, Díaz Fernández D; Clay R; Davidson I., & Yépez Zabala I. Eds. Important Bird Areas Americas - Priority sites for biodiversity conservation. Quito: BirdLife International (BirdLife Conservation Series No. 16). Pp 135 –148 p. • García- Márquez, J.; Moreno R 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 Fundación SELVA: Investigación para la Conservación en el Neotrópico y UPRA. Bogotá, Colombia. 165 p. • Instituto Alexander von Humboldt (IAvH). (2015). Mapa de Áreas Importantes para la Conservación de las Aves - AICAS. En: F. Gary Still, Quevedo A; Casallas R.; Brand M; Zyskowski K; Van Remsen J, y Asociación Calidris. • Instituto Alexander von Humboldt (IAvH). (2017). Áreas clave para la conservación de la biodiversidad dulceacuícola (moluscos, cangrejos, peces, tortugas, crocodilidos, aves y mamíferos. • Instituto Alexander von Humboldt (IAvH), y Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH). (2010). Áreas prioritarias para la conservación. Escala 1:250.000. • SELVA (2012). Mapas de Modelamiento de Áreas Críticas para especies migratorias con relación a los agroecosistemas colombianos. Convenio No. 044 del 2012 SELVA - UPRA. Bogotá.

2.3. Criterio apropiación y calidad de agua

FICHA METODOLOGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano**	
COMPONENTE: socioecosistémico		
CRITERIO: apropiación y calidad de agua		
TIPO DE CRITERIO:	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante legal	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
• Apropiación de agua, expresada como millones de m^3 por año (Mm^3/año). • Presión por calidad hídrica sectorial, expresada como cualitativa.		
DEFINICIÓN		

Hace referencia a la oferta y calidad de agua por sub-zona hidrográfica con base en análisis del estado actual del recurso hídrico en el país, teniendo en cuenta balances hídricos nacionales y regionales, así como restricciones para el uso del agua por presiones sobre la calidad del recurso y por efecto de la regulación hídrica. Análisis a partir del Estudio Nacional del Agua (ENA) del Ideam, 2014.

La apropiación de agua estima la relación entre la oferta y la demanda hídrica, esta última relacionada con el consumo potencial de agua relacionado con el establecimiento de producción de granjas destinadas al cultivo comercial de especies nativas (yamú, bocachico y bagre rayado) en estanques en tierra, en una subzona hidrográfica.

La presión por calidad hídrica sectorial por subzona hidrográfica hace referencia a la evaluación de la calidad del agua, mediante el uso de información del Estudio Nacional del Agua (ENA, 2014), realizando las reclasificaciones en función de aptitud para el establecimiento de cultivos comerciales de yamú, bocachico y bagre rayado y la integración de las diferentes variables que componen la calidad del agua.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

La apropiación de agua se orienta a la calificación del grado de fragilidad del sistema hídrico en términos de seguridad respecto a la disponibilidad de agua en las fuentes. Estima la sostenibilidad hídrica de la unidad geográfica de análisis. Considera la oferta neta, el uso[2] y las condiciones de capacidad de regulación hídrica[3] del área hidrográfica. Considera la fragilidad del sistema hídrico para mantener una oferta para el abastecimiento de agua, que ante amenazas —como periodos largos de estiaje o eventos como el fenómeno cálido del Pacífico (El Niño)— podría generar riesgos de desabastecimiento. Análisis a partir del Estudio Nacional del Agua (ENA) (Ideam, 2014).

La variable calidad de agua evalúa las condiciones de calidad de agua en los sistemas hídricos superficiales del país. La alteración de la calidad del agua puede provocar afectaciones en la salud animal y humana.

En general el criterio permite identificar las áreas donde existe una alta demanda de recurso hídrico y suelo por parte de otros sectores productivos y/o áreas en donde la disponibilidad y calidad de los recursos es afectada por el desarrollo de otras actividades productivas, generando graves conflictos ambientales, sociales y económicos, aspectos que inciden en la aptitud de una zona para el establecimiento de granjas destinadas al cultivo comercial de especies nativas (yamú, bocachico y bagre rayado) en estanques en tierra cuya producción está destinada al consumo humano

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

Se parte de información del Estudio Nacional de Agua (Ideam, 2018), la cual es muy general, sin monitoreos de calidad de agua en la totalidad del territorio nacional, por tal razón el detalle es reducido.

[2] El uso se refiere a la demanda de agua: de población por habitante, industrial, urbana y de grandes consumidores, de sector comercial y de servicios, pecuaria, de distritos de riegos (grandes y pequeños), hidroeléctricas y termoeléctricas.
[3] Tiene en cuenta la capacidad de retención de humedad de las cuencas con base en la distribución de las series de frecuencias acumuladas de los caudales diarios.

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

La FAO define la acuicultura como el cultivo de organismos acuáticos tanto en zonas costeras como en el interior, cuyo objetivo es aumentar su producción a través de la intervención del proceso de cría. Es decir, involucra cultivo y comercialización de algas, moluscos, crustáceos o peces.

La calidad de agua es un factor crítico en el establecimiento de granjas acuícolas puesto que determina su rendimiento y sostenibilidad (Cline 2012, Freitas 2015).

El Estudio Nacional del Agua del Ideam (2018), tiene por objeto determinar la situación actual y posibles escenarios futuros del agua en Colombia en sus componentes de oferta, demanda, calidad, disponibilidad y riesgo a partir de sus características, dinámica e interacciones con el medio natural y con la sociedad. Por tal razón, el ENA se convierte en un insumo técnico de diagnóstico sobre la situación del agua en Colombia como referente para la planificación y la gestión sectorial.

Las unidades espaciales de análisis son: cuencas (5 áreas, 41 zonas y 309 subzonas hidrográficas), cuencas fuentes de abastecimiento de acueductos (cabeceras municipales) y 16 provincias hidrogeológicas. Tiene en cuenta la información de 34 años de series históricas: 458 estaciones hidrológicas, 2000 estaciones de precipitación y 389 estaciones climatológicas de la red básica del Ideam y 25 estaciones de otras entidades del SINA.

Se estructura a través de indicadores de régimen natural y de intervención antrópica. Grupos de indicadores se articulan en varios índices de análisis, entre los que se encuentran: el índice de regulación hídrica, a partir del cual se ajusta la oferta hídrica de la subzona hidrográfica, el índice de alteración potencial de la calidad de agua (IACAL), más la evaluación de variables como la Demanda biológica de oxígeno (DBO), Demanda química de oxígeno (DQO) y Mercurio.

De acuerdo con Rodríguez y Anzola (s. f.), la calidad del agua para la actividad acuícola, involucra un conjunto de propiedades químicas, y físicas que interactúan con los organismos. Cualquier característica del agua que afecte el comportamiento, reproducción crecimiento, rendimiento por unidad de área, productividad y manejo de las especies se asocia a variables de calidad de agua.

- **Integración de variables:**

La integración de variables se realizó mediante el siguiente árbol de decisión

Apropiacion de agua	Calidad de agua	Criterio apropiacion y calidad del agua
A1	A1	A1
A1	A2	A1
A1	A3	A2
A2	A1	A2

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

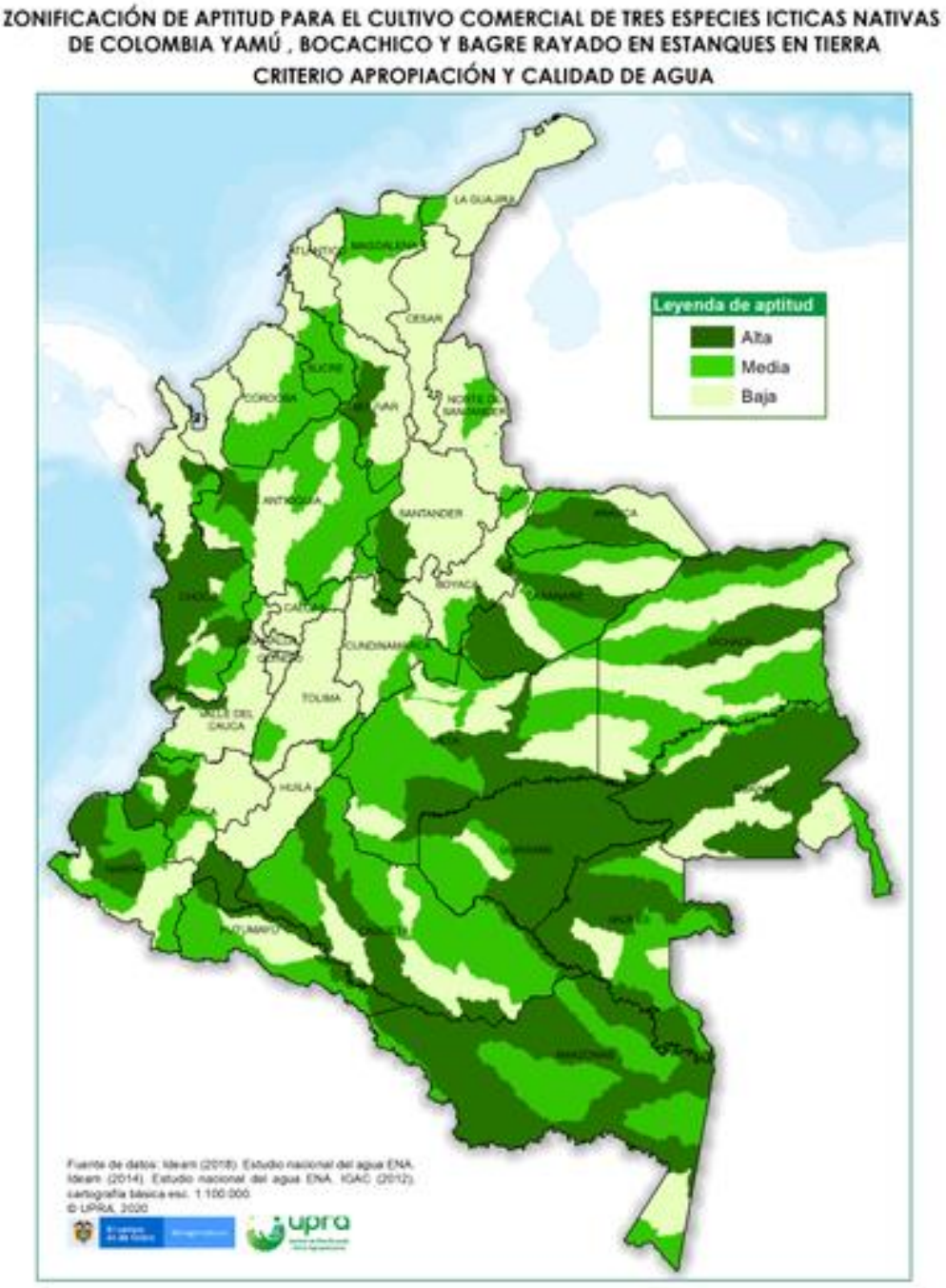
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

De acuerdo con la integración de variables, se tiene la siguiente descripción de aptitudes del criterio.

Aptitud para el establecimiento de granjas destinadas al cultivo comercial de especies nativas (yamú, bocachico y bagre rayado) en estanques en tierra según criterio de Apropiación y calidad de agua

Descripción	Aptitud
Lugares en donde el abastecimiento y calidad de agua es alta, por lo cual el establecimiento de cultivos comerciales de especies nativas (yamú, bocachico y bagre rayado) no tendría limitaciones para su demanda del recurso.	Alta (A1)
Lugares en donde el abastecimiento y calidad de agua es moderada, por lo cual el establecimiento de cultivos comerciales de especies nativas (yamú, bocachico, bagre rayado) tendría que adecuar el recurso a sus requerimientos.	Media (A2)
Lugares en donde el abastecimiento y calidad de agua es baja, por lo cual el establecimiento de cultivos comerciales de especies nativas (yamú, bocachico, bagre rayado) debe efectuarse con mayor precaución durante el proceso productivo	Baja (A3)

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Cline, D. (2012). *Water quality in aquaculture*.
- Freitas, F. (2015). La calidad del agua y las buenas prácticas en acuicultura. *Divulgación Acuícola*, (23), 19-24.
- Ideam. (2014). Estudio Nacional del Agua (ENA). Bogotá: Ideam.
- Rodríguez, H., y Anzola E. (s. f.). *Capítulo III. La calidad del agua y la productividad de un estanque en acuicultura*. En Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura. Fundamentos de acuicultura continental.

2.3.1. Variable apropiación de agua

<table>
<tr><th colspan="3">FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE</th></tr>
<tr><td>TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano</td></tr>
<tr><td colspan="3">COMPONENTE: socioecosistémico</td></tr>
<tr><td colspan="3">CRITERIO ASOCIADO: apropiación y calidad de agua</td></tr>
<tr><td>VARIABLE: apropiación de agua</td><td colspan="2">UNIDAD DE MEDIDA: millones de m^3 por año (Mm^3/año)</td></tr>
<tr><td rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Exclusión técnica</td><td></td></tr>
<tr><td>Análisis jerárquico</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante legal</td><td></td></tr>
<tr><th colspan="3">DEFINICIÓN</th></tr>
<tr><td colspan="3">Corresponde al balance entre la oferta y la demanda hídrica de una subzona hidrográfica (cantidad de agua que contiene la subzona hidrográfica que sostiene el consumo de todos los sectores, sin contar con el uso actual acuícola, con el fin de determinar la oferta de agua que podría ser disponible para el establecimiento de cultivos comerciales de especies nativas (yamú, bocachico y bagre rayado).

A mayor demanda de agua sectorial en la zona, menor disponibilidad de agua para el establecimiento de esta actividad pecuaria, pues se tiene menor oferta.

Este abastecimiento suple diferentes aspectos, como el consumo de los animales, limpieza, producción y la neutralización de los principales contaminantes generados por la dinámica de producción.</td></tr>
<tr><th colspan="3">IMPORTANCIA DE LA VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="3">El agua es el medio donde se desarrollan los peces y por tanto se considera el factor productivo más relevante para alcanzar un óptimo desarrollo de los cultivos de especies nativas. Las condiciones de calidad y de disponibilidad del recurso hídrico son aspectos que pueden inviabilizar la alternativa productiva.

Se debe cumplir con un mínimo de requerimientos de calidad de agua, en embargo estas condiciones pueden manejarse al interior de la actividad económica. Por el contrario, la disponibilidad hídrica es restrictiva no sólo en cuanto a la cantidad sino también a la cercanía y a la permanencia del recurso a lo largo del ciclo productivo, este último fuertemente influenciado por las variaciones climáticas del área en donde se establece el cultivo y por el tipo de régimen hidrológico predominante en la región.

Esta variable permite estimar la sostenibilidad hídrica de la unidad geográfica de análisis (subzona hidrográfica) en el escenario del establecimiento de una actividad acuícola. De</td></tr>
</table>

esta forma, es posible identificar el área disponible de la subzona hidrográfica en donde puede establecerse cultivos comerciales especies nativas (yamú, bocachico, bagre rayado), sin configurar un riesgo para el abastecimiento de la actividad o, por el contrario, el establecimiento de la actividad entra en competencia con los ecosistemas, agrosistemas y demás usos existentes en su interior.

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

Esta variable no genera exclusión técnica. Su análisis no presenta ningún límite que califique zonas del territorio nacional como no aptas (N1).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Se parte de información del Estudio Nacional de Agua (2018), cuya información es muy general. Se involucran datos de concesiones de agua para la actividad acuícola, sin embargo, no se cuenta con la totalidad de información.

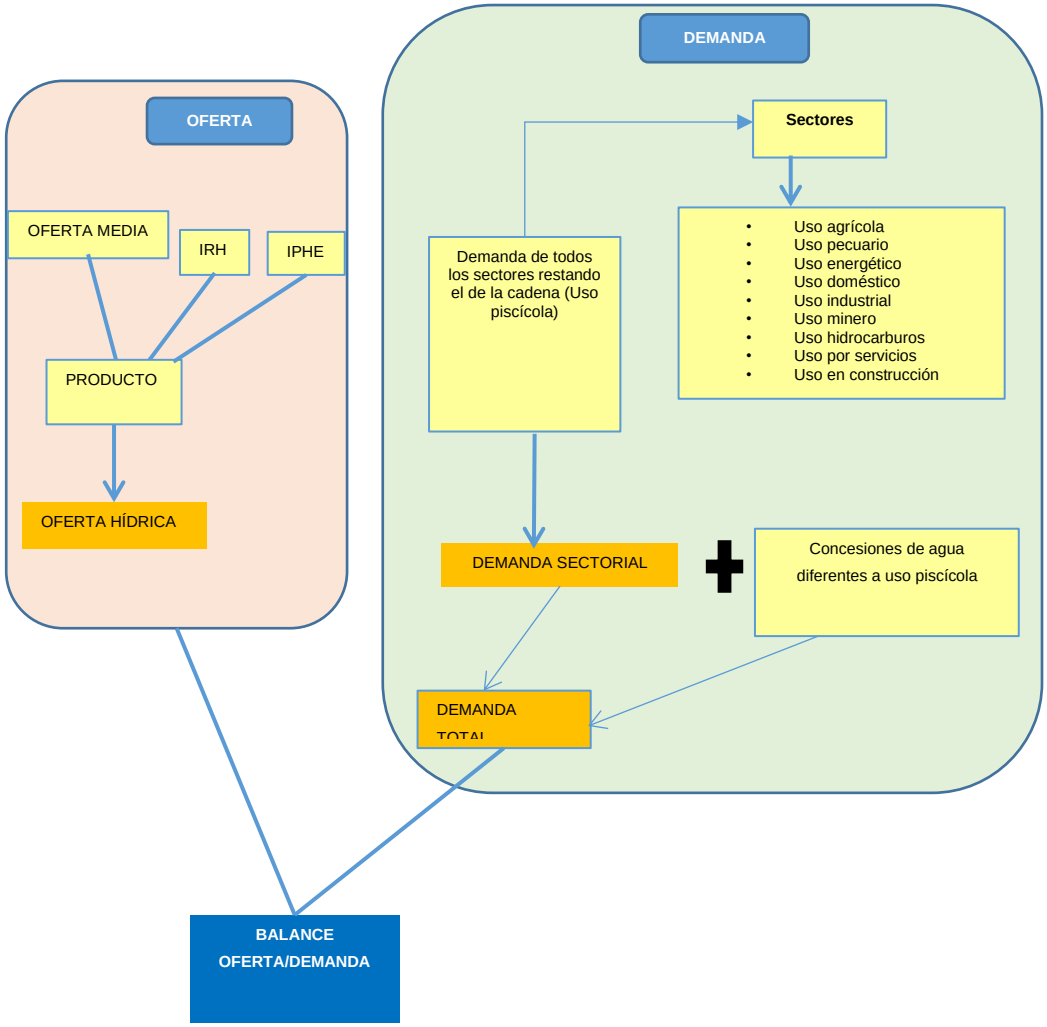
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La oferta hídrica es obtenida del ENA (2018), dicha oferta se ajusta con el índice de regulación hídrica (IRH) el cual permite inferir las condiciones del régimen natural de la cuenca a través del cálculo cualitativo de la capacidad de retención y regulación hídrica (Ideam, 2018). Se involucra además el índice de presión de los ecosistemas (IPHE), para considerar la demanda requerida por ellos para su sostenibilidad.

La demanda de agua se determinó de acuerdo a la presión por demanda hídrica sectorial por subzona hidrográfica, mediante la suma de las variables uso agrícola, uso pecuario, uso energético, uso doméstico, uso industrial, uso minero, uso hidrocarburos y uso por servicios; y restando el uso piscícola. Adicionalmente se incluyó la demanda las concesiones otorgadas por cada corporación autónoma regional, excluyendo el uso piscícola.

La variable apropiación de agua, corresponde entonces al balance de la oferta y demanda hídrica. El esquema metodológico se describe a continuación:

Esquema metodológico de la apropiación de agua para la cadena acuícola



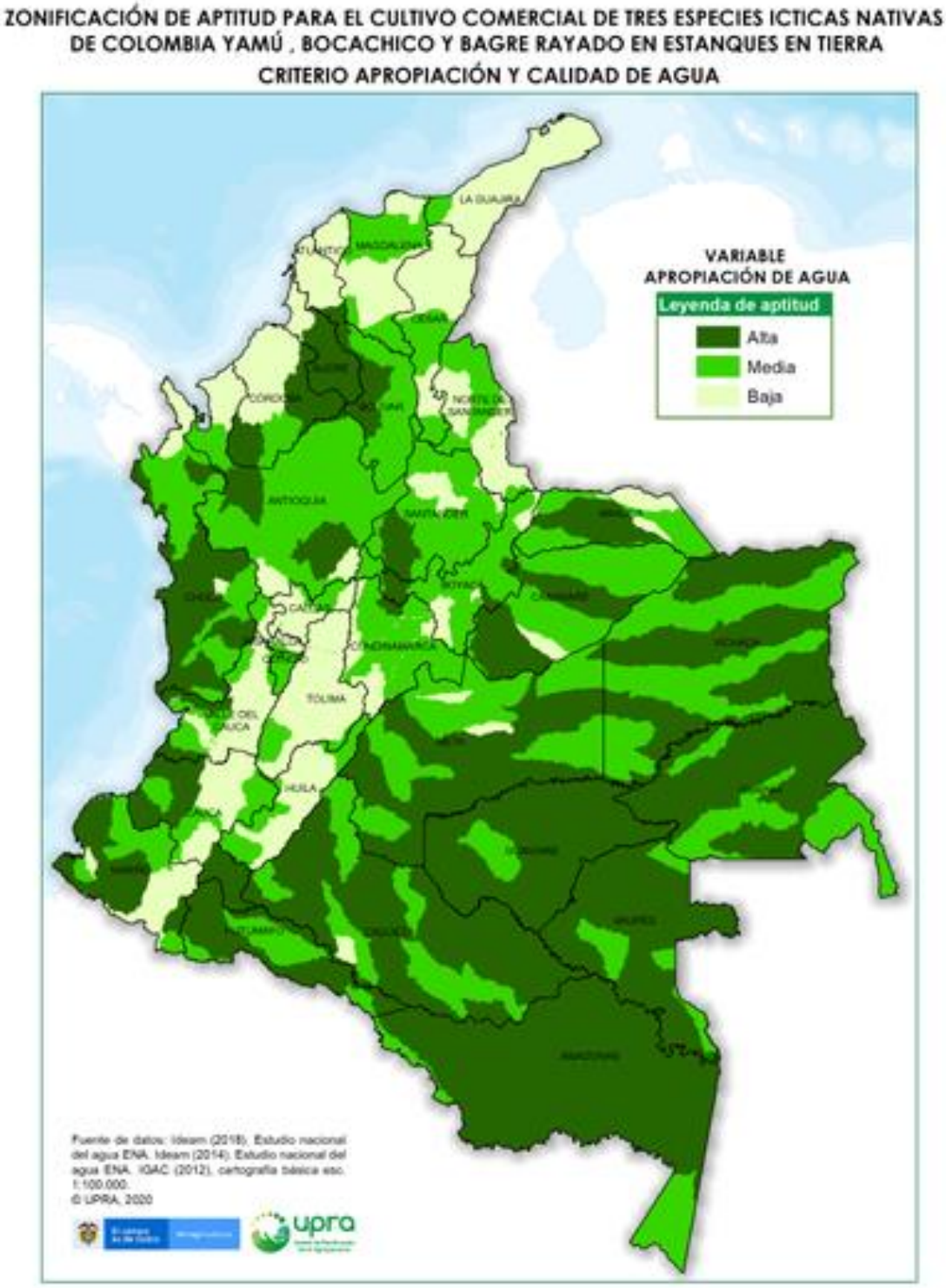
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD	

Para el establecimiento de los rangos de clase de aptitud de la variable fueron calculados intervalos iguales haciendo uso del *software* ArcGis.

Descripción (Mm^3/año)	Aptitud
>4000	Alta (A1)
1000-4000	Media (A2)
< 1000	Baja (A3)

Unidad de analisis	Subzona hidrográfica

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Ideam. (2019). Estudio Nacional del Agua (ENA). Bogotá: Ideam.

2.3.2. Variable presión por calidad hídrica sectorial

<table>
<tr><th colspan="4">FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="2">TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano</td></tr>
<tr><td colspan="4">COMPONENTE: socioecosistémico</td></tr>
<tr><td colspan="4">CRITERIO ASOCIADO: apropiación y calidad de agua</td></tr>
<tr><td colspan="2">VARIABLE: apropiación y calidad de agua</td><td colspan="2">UNIDAD DE MEDIDA: cualitativa.</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Exclusión técnica</td><td></td></tr>
<tr><td>Análisis jerárquico</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante legal</td><td></td></tr>
<tr><th colspan="4">DEFINICIÓN</th></tr>
<tr><td colspan="4">La calidad del agua es un indicativo de su evaluación física, química y biológica, permitiendo identificar problemas de contaminación en los puntos monitoreados en un tiempo específico, representando el estado general del agua y las posibilidades o limitaciones para determinados usos (CRQ, 2017). De acuerdo con Rodríguez y Anzola (s. f.), la calidad del agua para la actividad acuícola, involucra un conjunto de propiedades químicas, y físicas que interactúan con los organismos. Cualquier característica del agua que afecte el comportamiento, reproducción crecimiento, rendimiento por unidad de área, productividad y manejo de las especies se asocia a variables de calidad de agua.

El cálculo de la calidad involucra las siguientes variables representativas de los principales tipos de contaminación: Demanda biológica de oxígeno (DBO); demanda química de oxígeno (DQO), mercurio, Sólidos suspendidos totales (SST), Índice de alteración potencial de la calidad de agua (IACAL) y uso de sustancias químicas para el cultivo y transformación de la coca, referentes de la presión sobre las condiciones de calidad de agua en los sistemas hídricos superficiales del país. El IACAL Se evalúa a partir del promedio de las jerarquías asignadas a las cargas contaminantes de materia orgánica, sólidos suspendidos y nutrientes ejercidas por el sector doméstico de 1099 municipios y el industrial (a 4 dígitos CIIU23) de 186 municipios y agrícola (café y cultivo de coca). Análisis a partir del ENA (Ideam, 2018). Los cultivos de coca son objeto de control por parte del Estado, mediante la aspersión de glifosato que afecta la calidad del recurso hídrico de los cuerpos de agua cercanos a estas áreas. Adicionalmente, en áreas de cultivos de coca no sólo se siembra la planta, sino que también se realiza su procesamiento para la obtención de la pasta de coca, la cual involucra el uso de sustancias químicas que se manejan sin control y que al finalizar dicho procesamiento se descargan directamente a los cuerpos de agua, afectando su calidad.</td></tr>
</table>

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

La calidad del agua es un factor crítico en el establecimiento de granjas acuícolas puesto que determina su rendimiento y sostenibilidad (Cline 2012, Freitas 2015). De acuerdo con Rodríguez y Anzola (s. f.), un estanque con agua de buena calidad tendrá mayor producción que un estanque con mala calidad, y teniendo en cuenta que el establecimiento de estos cultivos comerciales de especies nativas (yamú, bocachico y bagre rayado) tienen como objetivo obtener mejores rendimientos, se requiere el conocimiento de las condiciones ecológicas presentes en los estanques y los procesos involucrados.

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

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

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Las mediciones de calidad de agua del ENA (2018) se elaboró con base en datos de puntos de muestreo de calidad de agua en las principales cuentas del país. Su elaboración por sub-zona hidrográfica implica una estimación a partir de datos puntuales en sitios de muestreo monitoreados en 2016.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para la evaluación de la calidad del agua se tuvieron en cuenta las variables demanda biológica de oxígeno (DBO); demanda química de oxígeno (DQO), mercurio, sólidos suspendidos totales (SST), índice de alteración potencial de la calidad de agua (IACAL) y Uso de sustancias químicas para el cultivo y transformación de la coca. El IACAL es un referente de la presión de los contaminantes vertidos a los sistemas hídricos superficiales (materia orgánica, sólidos suspendidos y nutrientes) y que afectan las condiciones de calidad de agua.

Cada subvariable se reclasificó en rangos de aptitud alta (A1), media (A2) y baja (A3). Las zonas sin presencia de datos se mantuvieron sin información. La integración de estas subvariables se realizo mediante suma ponderada teniendo en cuenta los pesos señalados en la tabla.

	DBO	SST	DQO	IACAL	Mercurio	Uso Coca	Peso
DBO	1						0,394
SST	1/3	1					0,251
DQO	1/3	1/3	1				0,16
IACAL	1/5	1/3	1/3	1			0,102
Mercurio	1/5	1/5	1/3	1/3	1		0,059
Uso Coca	1/5	1/5	1/5	1/5	1/3	1	0,035

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

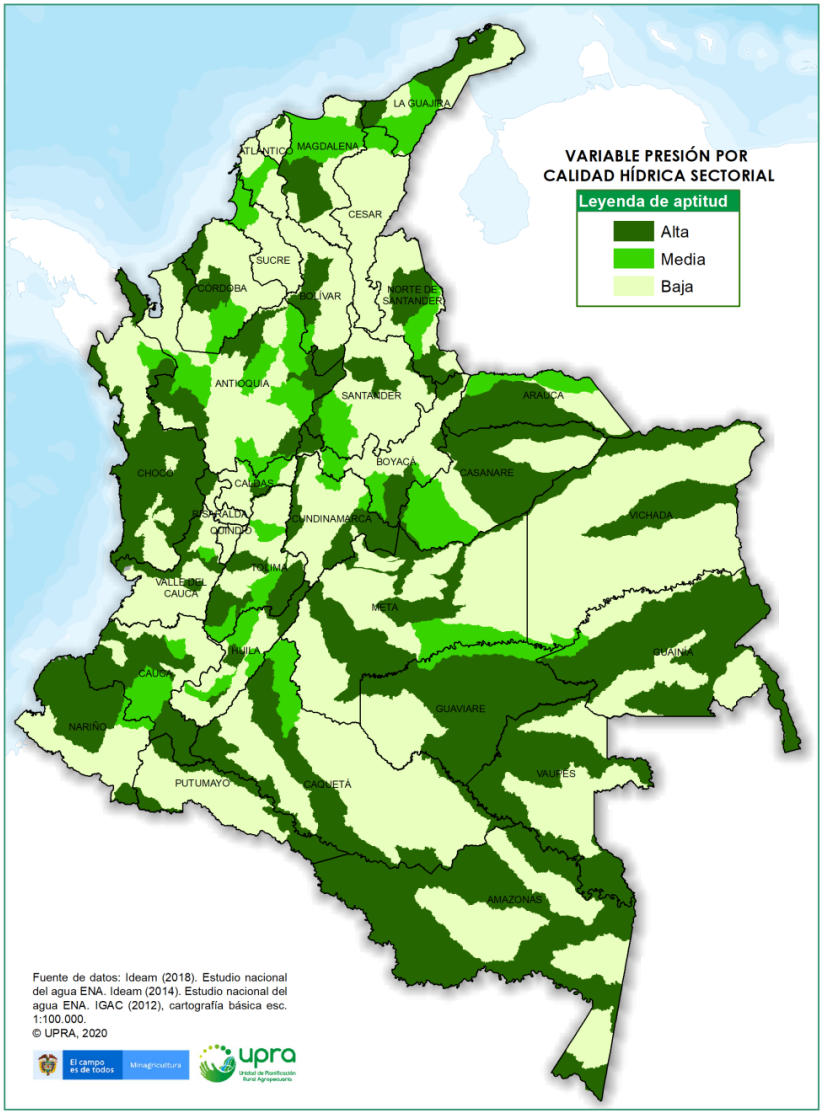
Para el establecimiento de los rangos de clase de aptitud de la variable fueron calculados intervalos geométricos haciendo uso del software *ArcGis*.

Descripción	Aptitud
>2261 Baja y moderada	Alta (A1)
1172-2261 Media alta y alta	Media (A2)
<1172 Muy alta	Baja (A3)

Unidad de analisis	Subzona hidrográfica

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE TRES ESPECIES ICTICAS NATIVAS DE COLOMBIA YAMÚ , BOCACHICO Y BAGRE RAYADO EN ESTANQUES EN TIERRA
CRITERIO APROPIACIÓN Y CALIDAD DE AGUA



FUENTES DE INFORMACIÓN
Cline, D. (2012). *Water quality in aquaculture*. Freitas, F. (2015). La calidad del agua y las buenas prácticas en acuicultura. *Divulgación Acuícola*, (23), 19-24. Ideam. (2019). Estudio Nacional del Agua (ENA). Bogotá: Ideam. Rodríguez, H., y Anzola, E. (s. f.). Capítulo III. La calidad del agua y la productividad de un estanque en acuicultura. AGROSAVIA.

2.4. Criterio cambio de cobertura

FICHA METODOLOGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano**	
COMPONENTE: socioecosistemico		
CRITERIO: cambio de cobertura		
TIPO DE CRITERIO:	**Exclusión técnica**	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante legal	
VARIABLE ASOCIADA AL CRITERIO		
• Cambio de coberturas de la tierra, expresado como categoría de favorabilidad del cambio de cobertura para el para el establecimiento de granjas destinadas al cultivo comercial de especies nativas (yamú, bocachico y bagre rayado) en estanques en tierra.		
DEFINICIÓN		
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. 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.

Este criterio determina la aptitud del territorio al cambio de cobertura existente producido por el establecimiento de granjas destinadas al cultivo comercial de especies nativas (yamú, bocachico y bagre rayado) en estanques en tierra, 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:

- 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

A través de este criterio es posible identificar áreas con vegetación natural sujeta a exclusiones y áreas transformadas donde es favorable el establecimiento de granjas destinadas al cultivo comercial de especies nativas (yamú, bocachico y bagre rayado) en estanques con una visión integral del territorio, identificando las zonas donde el cambio propuesto genera menor y mayor impacto en la dinámica ecológica.

En general el criterio está orientado a evitar la ampliación de la frontera agropecuaria o el aumento de la deforestación por el desarrollo de la acuicultura; en tal sentido son excluidas aquellas áreas del territorio donde las coberturas y los ecosistemas presentes en ellas conservan sus características naturales de estructura, composición y función; así mismo, permite analizar y valorar de manera diferencial el uso que se está haciendo del territorio para la producción de alimentos considerando su importancia en el bienestar y seguridad alimentaria de la población colombiana.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

Los limitantes identificados están relacionados con la información básica a través de la cual se construyó esta variable, en primera instancia la *Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia,* que, aunque permite determinar la ocupación del suelo con información clave para el análisis espacial y territorial, engloba las coberturas de forma muy general, con la consiguiente pérdida de información que ello supone para la gestión del territorio a escala regional (Aguilera *et al.*, 2009).

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

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

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

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

b. Coberturas incompatibles con el TUT: además de las coberturas que no son parte de la frontera agrícola, se incluyen otras coberturas y biomas-coberturas que, por sus características, son incompatibles con el desarrollo del cultivo de especies nativas:

Coberturas
3.3.3. Tierras desnudas y degradadas
5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales
5.1.3. Canales
5.1.4. Cuerpos de agua artificiales
5.1.4.1. Embalses

c. Bosques naturales 2010: la capa de bosques naturales al año 2010 se obtiene del mapa bosque/no bosque para Colombia, área continental (Imágenes escala fina Landsat escala 1:100.000) del Ideam (2016). Esta capa permite precisar las áreas con coberturas en bosques naturales y descontar dichas áreas del mapa obtenido de áreas transformadas para actividades agropecuarias (UPRA, 2018), generando exclusión técnica (N1). Esta capa responde a los compromisos adquiridos en el Acuerdo de París por parte de Colombia y a la Estrategia integral de control a la deforestación y gestión de los bosques. El año 2010 corresponde al año del punto de referencia para el corte de la medición de los Gases Efectos Invernadero (GEI), a partir del cual, se proyectó la meta de reducción de emisiones GEI en Colombia para el año 2030. En este mismo año también se presentó un cambio en el comportamiento de la deforestación

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

El criterio se construyó a partir de la reclasificación de la *Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia,* 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, 2015), 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.

Esquema metodológico del criterio cambio de cobertura.



Mediante este ejercicio fue posible reclasificar cada una de las unidades de la cobertura de la tierra, asignando un grado de aptitud (A1, A2, A3 o N1), dicha reclasificación se fundamentó en el tipo de bioma en donde se localiza cada unidad de cobertura. 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 de granjas destinadas al cultivo comercial de las especies nativas (yamú, bocachico y bagre rayado) en estanques en tierra.

Posterior a esta reclasificación se incluyen las unidades de producción rural agropecuaria (UPAS), asociadas a acuicultura, sobre las cuales se elabora un búfer de 100 metros, con el fin de confirmar las zonas con granjas acuícolas, debido a que el mapa de Corine Land Cover se encuentra más desactualizado. Las zonas que se encuentren sobre estas áreas acuícolas cambian su aptitud a alta.

Descripción	Aptitud
Zonas de alta favorabilidad para el establecimiento de granjas destinadas al cultivo comercial de las especies nativas (yamú, bocachico y bagre rayado) en estanques en tierra, donde los cultivos confinados, mosaicos de cultivos, mosaicos de pastos y cultivos, tierras desnudas y degradadas, predominan además áreas de pastos, limpios, enmalezados y arbolados y zonas quemadas.	Alta (A1)
Zonas de moderada favorabilidad para el establecimiento de granjas destinadas al cultivo comercial de especies nativas (yamú, bocachico, bagre rayado) en estanques en tierra, dedicadas a usos agrícolas, donde predominan otros cultivos transitorios, palma de aceite, cultivos agroforestales y áreas de mosaicos con espacios naturales.	Media (A2)
Zonas con favorabilidad marginal para el establecimiento de granjas destinadas al cultivo comercial de especies nativas (yamú, bocachico, bagre rayado) en estanques en tierra, corresponde a coberturas en donde predominan los cultivos de ciclo corto o permanentes dedicados a la producción de alimentos humanos, plantaciones forestales y áreas seminaturales, también incluye algunas unidades de coberturas naturales como los herbazales densos de tierra firme y herbazales inundables.	Baja (A3)
Zonas no favorables para el establecimiento de granjas destinadas al cultivo comercial de especies nativas (yamú, bocachico, bagre rayado) en estanques en tierra, son aquellas excluidas técnicamente y están referidas principalmente a las coberturas naturales y seminaturales, las áreas húmedas, las superficies de aguas y los territorios artificializados	No apta (N1)

En lo referente a las coberturas naturales y seminaturales, una vez interpretada la reclasificación coberturas-biomas, se estableció que los herbazales densos de tierra firme

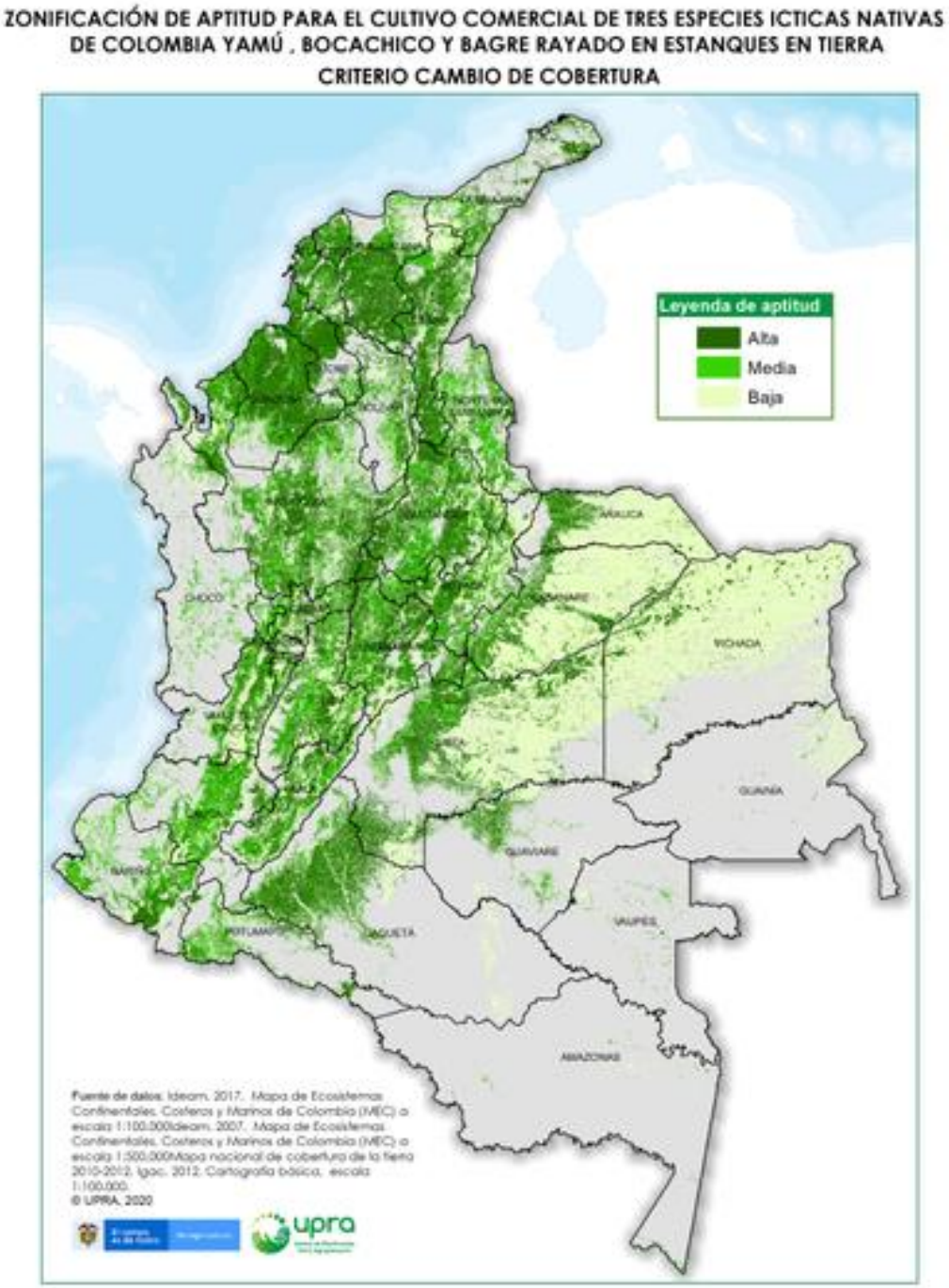
y las zonas quemadas en algunos casos puntuales no son totalmente excluyentes y pueden ser áreas con cierta categoría de aptitud para el establecimiento de granjas destinadas al cultivo comercial de especies nativas (yamú, bocachico, bagre rayado) en estanques en tierra cuya producción está destinada al consumo humano.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

A1	A2	A3	
2.2.5. Cultivos confinados	2.1.1. Otros cultivos transitorios	2.1.2. Cereales	2.2.2.3. Cacao
2.3.1. Pastos limpios	2.2.3.2. Palma de aceite	2.1.2.1. Arroz	2.2.3. Cultivos permanentes arbóreos
2.3.2. Pastos arbolados	2.2.4. Cultivos agroforestales	2.1.2.2. Maíz	2.2.3.1. Otros cultivos permanentes arbóreos
2.3.3. Pastos enmalezados	2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	2.1.3.1. Algodón	2.2.3.4 Mango
2.4.1. Mosaico de cultivos	2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	2.1.4. Hortalizas	3.1.5. Plantación forestal
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	2.4.5. Mosaico de cultivos con espacios naturales	2.1.4.1. Cebolla	3.1.5.1 Plantación de coníferas
3.3.3. Tierras desnudas y degradadas		2.1.4.2. Zanahoria	3.1.5.2. Plantación de latifoliadas
3.3.4. Zonas quemadas		2.1.5. Tubérculos	3.2.3. Vegetación secundaria o en transición
		2.1.5.1. Papa	3.2.3.1. Vegetación secundaria alta
		2.2.1. Cultivos permanentes herbáceos	3.2.3.2. Vegetación secundaria baja
		2.2.1.1. Otros cultivos permanentes herbáceos	3.2.1.1 Herbazal denso
		2.2.1.2. Caña	3.2.1.1.1. Herbazal denso de tierra firme
		2.2.1.2.1. Caña de Azúcar	3.2.1.1.1.1. Herbazal denso de tierra firme no arbolado
		2.2.1.2.2. Caña Panelera	3.2.1.1.1.2. Herbazal denso de tierra firme arbolado
		2.2.1.3. Plátano y banano	3.2.1.1.1.3. Herbazal denso de tierra firme con arbustos
		2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos	3.2.1.1.2. Herbazal denso inundable

		2.2.2.1. Otros cultivos permanentes arbustivos 2.2.2.2. Café	3.2.1.1.2.1. Herbazal denso inundable no arbolado 3.2.1.1.2.2. Herbazal denso inundable arbolado

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO



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. • 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: Ideam. 72 p. • Ideam, IGAC, IAvH, Invemar, Instituto 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 Pacifico 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 Berlin.

3. Fichas metodológicas del componente socioeconómico

3.1. Criterio infraestructura y logística

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano**	
COMPONENTE: socioeconómico	**SUBCOMPONENTE:** económico	
CRITERIO ASOCIADO: infraestructura y logística		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante legal	

VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO

- Existencia de granjas, expresada en predios.
- Cercanía a granjas productoras de semilla, expresada en tiempo de desplazamiento (hora)
- Cercanía a puertos fluviales, expresada en tiempo de desplazamiento (hora).
- Cercanía a plantas de producción de alimento, expresada en tiempo de desplazamiento (hora)
- Centros de servicios, expresada en tiempo de desplazamiento (hora).
- Energía eléctrica, expresada en favorabilidad en el acceso.
- Cercanía a puertos marítimos, expresada en tiempo de desplazamiento (hora).
- Cercanía a aeropuertos, expresada en tiempo de desplazamiento (hora).

DEFINICIÓN

Conjunto de medios técnicos, bienes, servicios e instalaciones necesarios para el desarrollo de las actividades de producción, comercialización y distribución, con los que cuenta una región como factores que determinan el desarrollo competitivo del cultivo comercial de especies nativas (yamú, bocachico y bagre rayado).

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

Indica a los agentes económicos las condiciones de movilidad frente a la cadena de suministros en especial la existencia de granjas de especies nativas (yamú, bocachico, bagre rayado), las plantas de alimentos y las granjas productoras de semilla, los centros de servicios, puertos marítimos, los fluviales y el servicio de energía eléctrica, que pueden limitar o promover la competitividad de la actividad pecuaria en la interacción con los mercados nacionales e internacionales.

Existe una relación directa entre la infraestructura y logística, y la aptitud de una zona. Regiones con mayores facilidades para la movilidad del aparato productivo, ofrecen mejores condiciones para que la producción de especies nativas (yamú, bocachico, bagre rayado) se desarrolle en forma eficiente.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

La selección de los centros de servicios se realizó con base en las proyecciones de la población realizadas por el DANE para el año 2019 estimada a partir del censo general de población y vivienda realizado del año 2018 y se tuvieron en cuenta los municipios con población mayor a 30.000 habitantes.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

En el análisis de cada una de las variables, ninguna presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La ponderación del criterio se construyó a partir de la metodología AHP (*Analytic Hierarchy Process*), condensada en la matriz de comparaciones pareadas de ocho variables, de acuerdo con la siguiente tabla:

CRITERIO	VARIABLES	Existencia de granjas	Cercanía a granjas productoras de semilla	Cercanía a puertos fluviales	Cercanía a plantas de producción de alimentos	Cercanía a centros de servicios	Energía electríca	Cercanía a puertos maritimos	Cercanía a aeropuertos
Infraestructura y Logistica	Existencia de granjas	**1**							
	Cercanía a granjas productoras de semilla	**1/9**	**1**						
	Cercanía a puertos fluviales	**1/9**	**1/9**	**1**					
	Cercanía a plantas de producción de alimentos	**1/9**	**1/9**	**1/7**	**1**				
	Cercanía a centros de servicios	**1/9**	**1/9**	**1/9**	**1/5**	**1**			

	Energía electríca	**1/9**	**1/9**	**1/9**	**1/7**	**1/3**	**1**		
	Cercanía a puertos maritimos	**1/9**	**1/9**	**1/9**	**1/9**	**1/5**	**1/3**	**1**	
	Cercanía a aeropuertos	**1/9**	**1/9**	**1/9**	**1/9**	**1/7**	**1/5**	**1/3**	**1**

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

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

Teniendo en cuenta el *software* PriEsT (*Priority Estimation Tool*), se calcularon las ponderaciones de cada variable dentro del criterio, de acuerdo con la calificación de los municipios, según categorías de aptitud y para cada categoría de aptitud se asignó un valor así: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

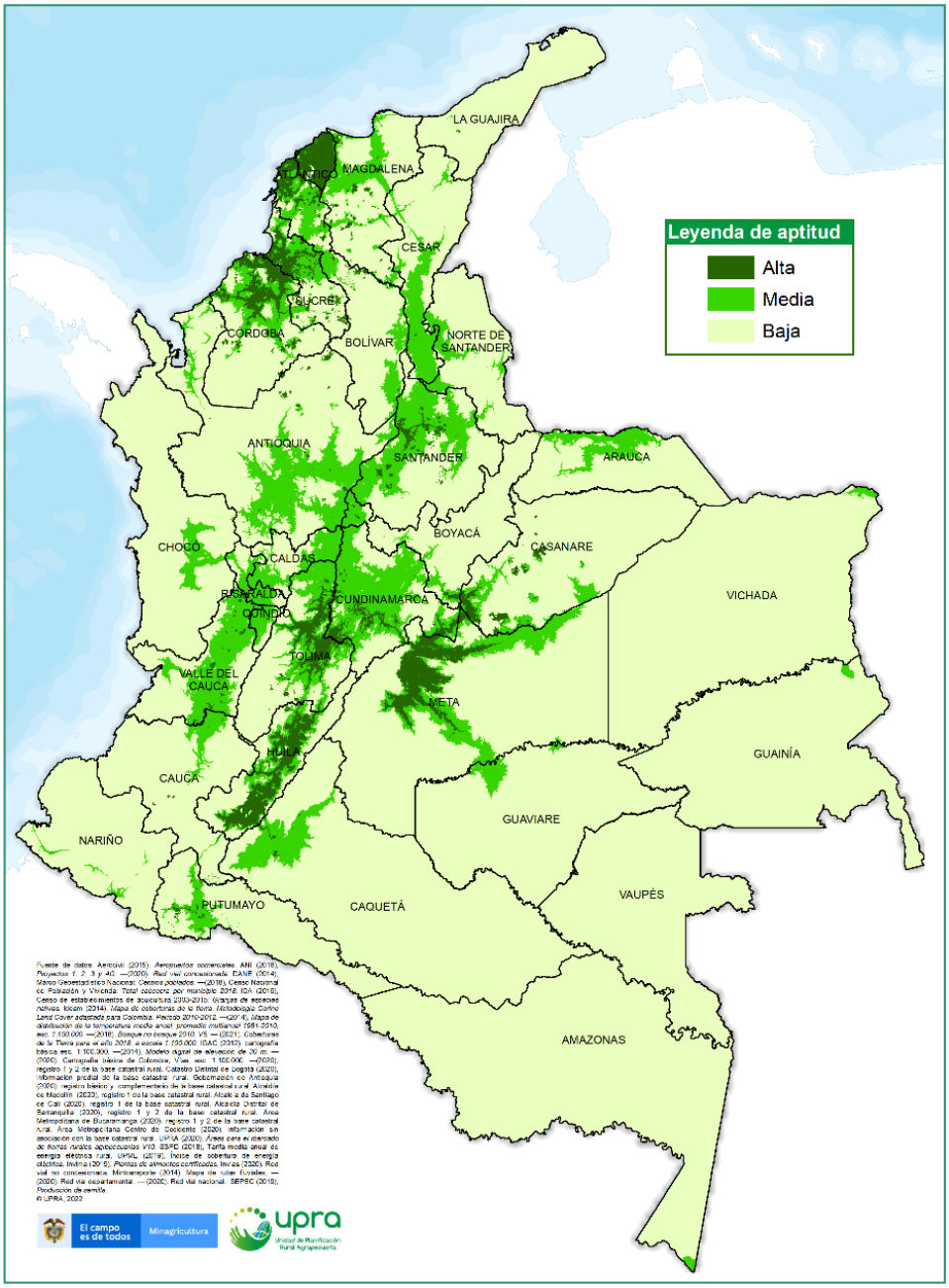
Criterio	Variable	Ponderación (%)
Infraestructura y logística	Existencia de granjas	43,4
	Cercanía a granjas productoras de semilla	25,1
	Cercanía a puertos fluviales	14,0
	Cercanía a plantas de producción de alimentos	7,8
	Cercanía a centros de servicios	4,1
	Energía eléctrica	2,7
	Cercanía a puertos marítimos	1,7
	Cercanía a aeropuertos	1,2
Total, ponderación		**100,0**

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD				
Variables	**Unidad de medida**	**Aptitud**		
		Alta (A1)	**Media (A2)**	**Baja (A3)**
Existencia de granjas	Predios	El predio con cultivo	Los dos predios colindantes al predio	Resto
Cercanía a granjas productoras de semilla	Tiempo de desplazamiento (hora)	< 1	1 - 2	> 2
Cercanía a puertos fluviales	Tiempo de desplazamiento (hora)	< 1	1 - 3	> 3
Cercanía a plantas de producción de alimento	Tiempo de desplazamiento (hora)	< 1	1 - 2	> 2
Cercanía a centros de servicios	Tiempo de desplazamiento (hora)	< 1/2	1/2 - 2	> 2
Energía eléctrica	Índice de favorabilidad	Municipios >2,3	Municipios 1,7 - 2,3	Municipios <1,7
Cercanía a puertos marítimos	Tiempo de desplazamiento (hora)	< 2	2 - 4	> 4
Cercanía a aeropuertos	Tiempo de desplazamiento (hora)	< 1/2	1/2 - 1	> 1

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE TRES ESPECIES ICTICAS NATIVAS DE COLOMBIA YAMÚ, BOCACHICO Y BAGRE RAYADO EN ESTANQUES EN TIERRA

CRITERIO INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA



FUENTES DE INFORMACIÓN
• Aerocilvil. (2015). *Aeropuertos comerciales* • Alcaldía de Medellín. (2019). *Base de datos catastral*. • ANI. (2016). Proyectos 1, 2, 3 y 4G. • Catastro Distrital Bogotá. (2019). *Información predial jurídica, física y económica*. • DANE. (2018). Censo Nacional de Población y Vivienda. *Total cabecera por municipio 2019*. • Gobernación de Antioquia. (2019). *Predial rural Antioquía*. • ICA (2016). *Censo de establecimientos acuícolas 2013-2015*. • Ideam. (2014). *Mapa nacional de cobertura de la tierra*. Metodología Corin Land Cover adaptada para Colombia periodo 2010-2012. Bogotá: Ideam. • IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC. • _. (2014). *Método digital de elevación a 30 m*. • INVIMA. (2019). *Plantas de producción de alimentos*. • Mintransporte. (2014). *Mapa de tramos fluviales navegables. Mapa de vías 4G*. Bogotá: Mintransporte • IPSE. (2016) *Interconexión eléctrica*. • SEPEC. (2016). *Producción de semilla*. • SUI. (2015). *Reporte de estratificación y cobertura*. • Unidad de Planificación Rural Agropecuaria. (UPRA). (2019). *Clasificación de áreas para el mercado de tierras rurales agropecuarias-V9*. Bogotá: UPRA. • UPME (2013) *Cobertura de energía eléctrica*.

3.1.1 Variable existencia de granjas

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano**	
COMPONENTE: socioeconómico	**SUBCOMPONENTE:** económico	
CRITERIO ASOCIADO: infraestructura y logística		
VARIABLE: existencia granjas	**UNIDAD DE MEDIDA:** predios	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
Corresponde a predios georreferenciados con explotaciones de especies nativas (yamú, bocachico y bagre rayado) y sus dos colindantes, siendo estos últimos únicamente predios de propiedad privada y con destino económico agropecuario.		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
Incide en la percepción de los agentes económicos con respecto al desarrollo de la producción como un indicador de la oferta de materia prima y facilidad de mano de obra		

capacitada para los productores. Los predios donde se registran establecimientos con cultivos de especies nativas (yamú, bocachico y bagre rayado), y sus dos colindantes, se consideran más competitivos porque 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

En la actualidad no existe un registro georeferenciado nacional de productores, lo que impide poder tener una identificación predial de la totalidad de predios dedicados a esta actividad.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

Alcaldía de Barranquilla. 2019. Base de datos catastral.
Alcaldía de Medellín. 2019. Base de datos catastral.
Alcaldía de Santiago de Cali. 2019. Base de datos catastral.
Catastro distrital Bogotá. 2019. Información predial jurídica, física y económica.
Gobernación de Antioquia. 2019. Información predial rural Antioquía.
ICA. 2016. Consolidado del censo de establecimientos de acuicultura 2003-2015. Granjas de especies nativas.
IGAC. 2019. Base catastral, Registros 1 y 2.

2. Precisiones de la información.

Predios georreferenciados y sus dos colindantes a partir de las coordenadas del censo del ICA y excluyendo de estos últimos los que cumplan con las siguientes características:

a.) Predios cuyo tipo de propietario sea «propiedad colectiva».
b.) Predios cuyo tipo de propietario sea «sin información y que estén excluidos de la concha de MT».
c.) Predios cuyo tipo de propietario sea «Estado y que estén excluidos de la cancha de MT».
d.) Predios cuyo tipo de propietario sea «Estado».
e.) Predios cuyo tipo de propietario sea «null». y que estén excluidos de la cancha de MT.
f.) Predios sin información y que estén excluidos de la cancha de MT.
g.) Predios de más de 200 hectáreas cuyo destino económico, sea diferente a «D».
h.) Predios colindantes que no estén en el mismo municipio del predio A1.
i.) Para todos los predios reclasificar en A3 los que estén a menos de 22°C.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Se tomó como base la información del inventario de especies nativas del Instituto

Colombiano Agropecuario (ICA), utilizando las coordenadas allí reportadas y asociándolas a la base predial nacional vigencia 2020. Para poder afinar más la información se tomó del mapa de distribución de temperatura media anual, promedio multianual del Ideam, los rangos de temperatura, determinados por el experto climatólogo del grupo de trabajo, que permiten el desarrollo apropiado de la producción, dejando en aptitud baja las granjas que se encuentran a < 22 °C. Una vez identificados estos predios, se marcaron también sus dos colindantes y se procedió a marcarlos en la aptitud respectiva.

4. Clasificación de los predios por aptitud.

Los rangos de aptitud quedan definidos de la siguiente manera: aptitud alta (A1): el predio con granja acuícola de especies nativas. Media (A2): los dos predios colindantes al predio y aptitud baja (A3): los predios que no reportan actividad productiva relacionada con Especies nativas o que cumplen con todas las condiciones mencionadas en el numeral 2.

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).

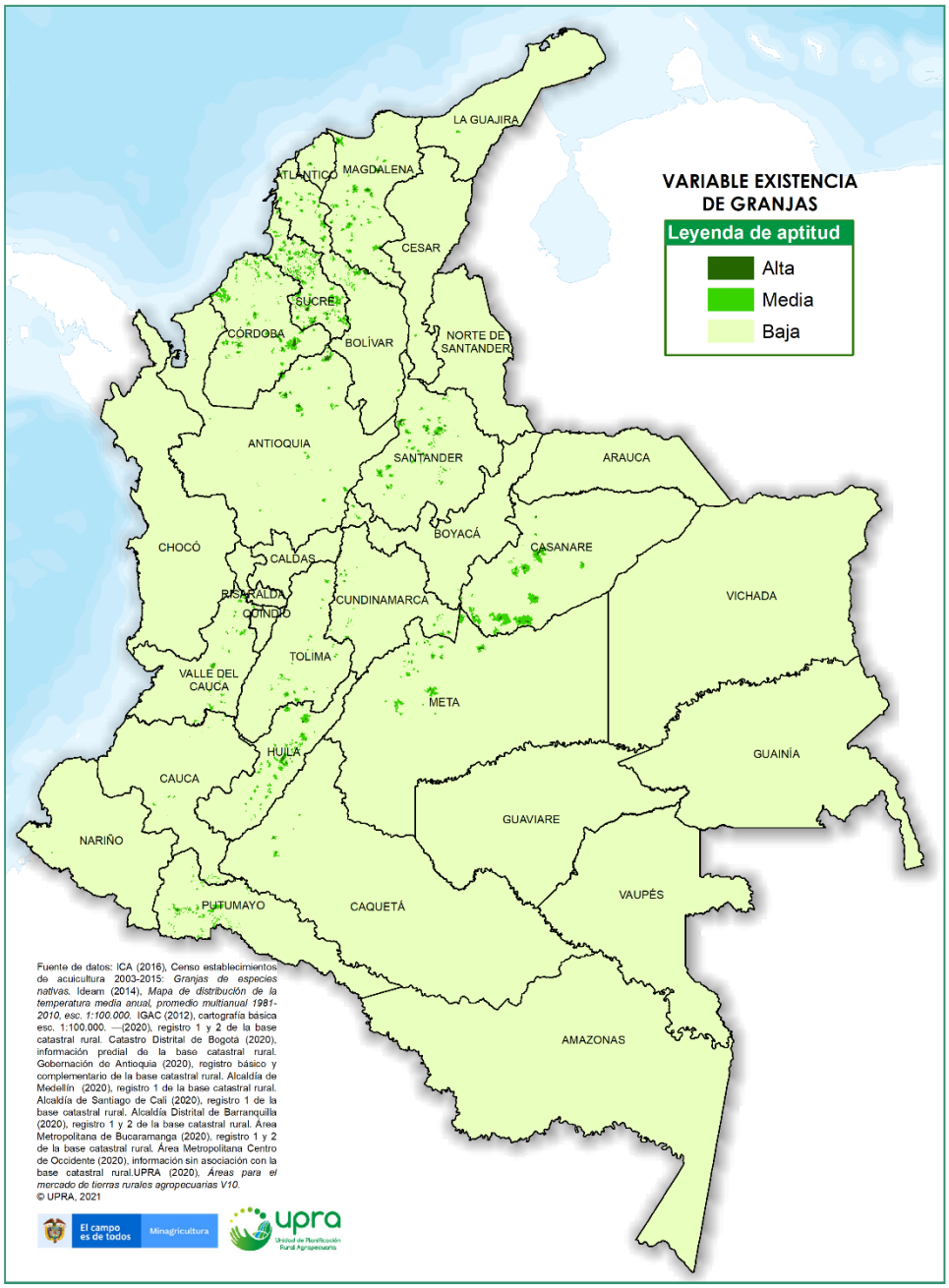
Predios	Aptitud
El predio con cultivo	Alta (A1)
Los dos predios colindantes al predio	Media (A2)
Resto	Baja (A3)

Unidad de análisis	Predios

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE TRES ESPECIES ICTICAS NATIVAS DE COLOMBIA YAMÚ, BOCACHICO Y BAGRE RAYADO EN ESTANQUES EN TIERRA

CRITERIO INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Alcaldía de Barranquilla. (2019). *Base de datos catastral*.
- Alcaldía de Medellín. (2019). *Base de datos catastral*.
- Alcaldía de Santiago de Cali. (2019). *Base de datos catastral*.
- Catastro Distrital Bogotá. (2019). *Información predial jurídica, física y económica*.
- Gobernación de Antioquia. (2019). *Predial rural Antioquía*.
- ICA. (2016). *Consolidado del censo de establecimientos de acuicultura 2003-2015*.

Granjas de especies nativas. Bogotá: ICA.
- Ideam. (2014), *Mapa de distribución de temperatura media anual promedio multianula.1981-2010. Esc: 1:100.000*. Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2019). *Base Catastral, Registros 1 y 2*. Bogotá: IGAC.
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria. (UPRA). (2019). *Clasificación de áreas para el mercado de tierras rurales agropecuarias-V10*. Bogotá: UPRA.

3.1.2. Variable cercanía a granjas productoras de semilla

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano**	
COMPONENTE: socioeconómico	**SUBCOMPONENTE:** económico	
CRITERIO ASOCIADO: infraestructura y logística		
VARIABLE: cercanía a granjas productoras de semilla	**UNIDAD DE MEDIDA:** tiempo de desplazamiento (hora)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
Facilidad con la que se puede acceder a una granja productora de semilla desde otros puntos en el territorio. Es donde se agrupan las ovas, larvas y alevinos de las especies acuícolas; se orienta a los cultivos comerciales y a programas de repoblamiento.		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
Incide en los costos de producción, la cercanía a las plantas de procesadoras en los municipios reduce los costos de transporte y, facilita la adquisición de ovas, larvas y alevinos para el cultivo y o repoblamiento del mismo. Las principales granjas productoras de semillas, están ubicadas en Repelón (Atlántico), Garzón, Rivera, Campoalegre, Gigante y Hobo (Huila), Espinal (Tolima), Acacías, Cumaral, Castilla la Nueva, Guamal, Restrepo, San Martín y Villavicencio (Meta), San Bernardo del Viento (Córdoba), Villanueva y Sabanalarga (Casanare).		
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		
El algoritmo utilizado para la estimación de los tiempos de desplazamiento desde las granjas productoras de semilla, no incluye los costos de transporte a través de la red vial.		
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN		

1. Información.

Ideam 2014. Mapa de coberturas de la tierra.
IGAC 2012. Cartografía básica, escala 1:100.000.
Mintransporte. 2014. Mapa de tramos fluviales navegables. Mapa de vías 4G.
SEPEC. 2016. Producción de semilla

2. Precisiones de la información.

Se utilizó la información de SEPEC, partiendo de la cabecera municipal.

A través de la metodología de isócronas empleadas por la UPRA, herramienta técnica, a través de la cual se calcula el tiempo de desplazamiento sobre los diferentes ejes viales (vías pavimentadas, carreteras con dos o más carriles, carretera angosta, vía sin pavimentar, carreteras o senderos), la pendiente de las mismas, medidas por el método de elevación digital de 30 m, su influencia en la velocidad y los tramos navegables fluviales que existían para 2014.

Tipos de vías terrestres empleadas en el algoritmo de isócronas:

Tipo 1: pavimentada, carretera de dos o más carriles, transitable todo el año.
Tipo 2: sin pavimentar, carretera de dos o más carriles, transitable todo el año.
Tipo 3: pavimentada, carretera angosta, transitable todo el año.
Tipo 4: sin pavimentar, carretera angosta, transitable todo el año.
Tipo 5: sin pavimentar, transitable en tiempo seco.
Tipo 6: sin afirmado, transitable en tiempo seco.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Para el cálculo de dichas isócronas, se tuvo en cuenta como punto de referencia la ubicación de las granjas productoras de semilla acuícolas en la cabecera municipal.

4. Clasificación por aptitud.

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definieron teniendo en cuenta los tiempos de desplazamiento de las granjas productoras de semilla. Aptitud alta (A1): a menos de una hora: media (A2): entre una y dos horas para acceder a las granjas productoras, y baja (A3): a más de dos horas.

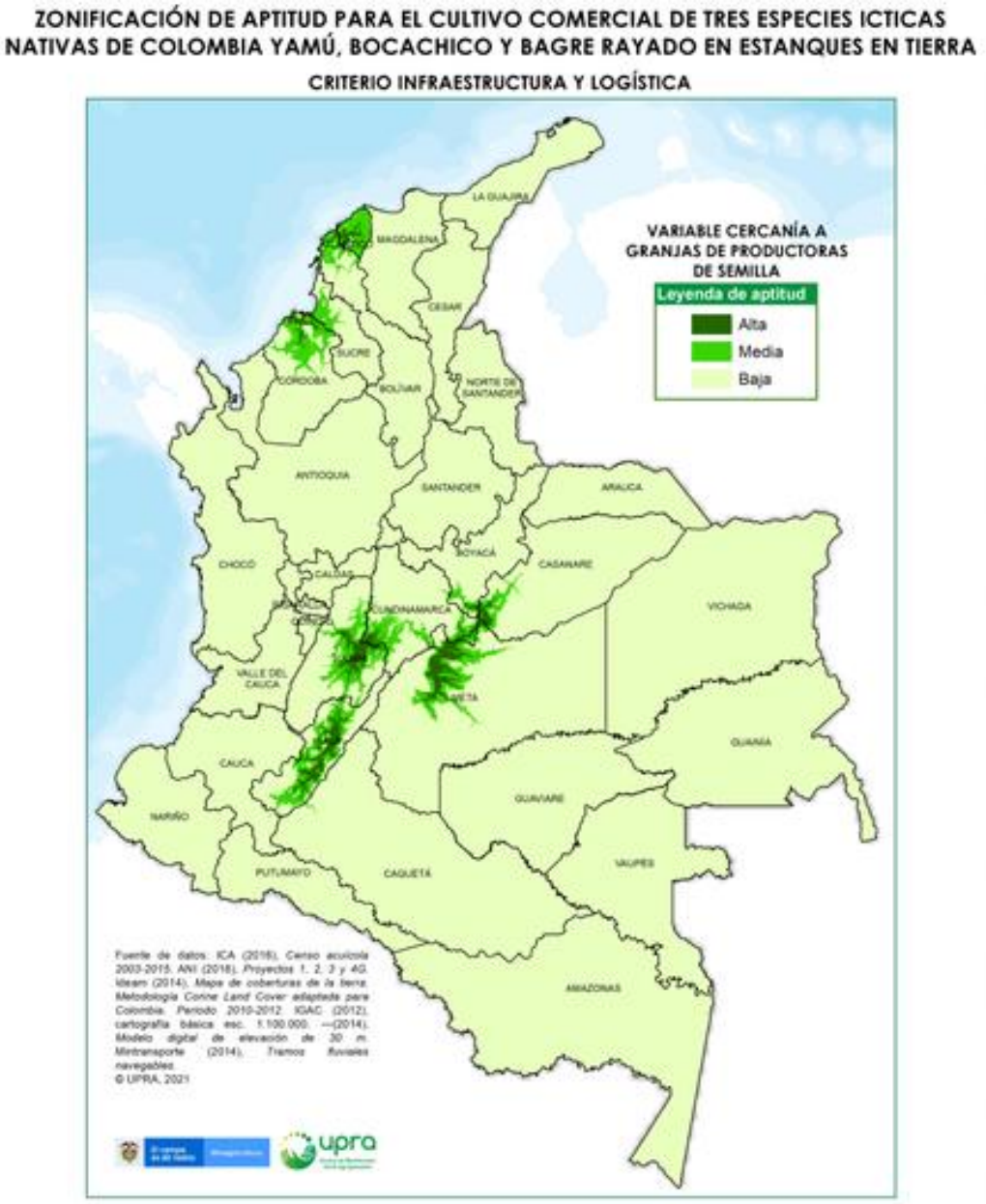
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

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 (hora)	Aptitud
< 1	Alta (A1)
1 - 2	Media (A2)
> 2	Baja (A3)

Unidad de análisis	Tiempo de desplazamiento

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



FUENTES DE INFORMACIÓN

- ANI. (2016). Proyectos 1, 2, 3 y 4G.
- Ideam. (2014). *Mapa nacional de cobertura de la tierra*. Metodología Corin Land Cover adaptada para Colombia periodo 2010-2012. Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). *Método digital de elevación a 30 m.*
- Mintransporte. (2014). *Mapa de tramos fluviales navegables. Mapa de vías 4G*. Bogotá: Mintransporte.
- SEPEC. (2016). *Producción de semilla.*

3.1.3. Variable cercanía a plantas de producción de alimento

<table>
<tr><th colspan="4">FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="2">TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano</td></tr>
<tr><td colspan="2">COMPONENTE: socioeconómico</td><td colspan="2">SUBCOMPONENTE: económico</td></tr>
<tr><td colspan="4">CRITERIO ASOCIADO: infraestructura y logística</td></tr>
<tr><td colspan="2">VARIABLE: cercanía a plantas de producción de alimento</td><td colspan="2">UNIDAD DE MEDIDA: tiempo de desplazamiento (hora)</td></tr>
<tr><td rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td colspan="2">Exclusión técnica</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Análisis jerárquico</td><td>✓</td></tr>
<tr><td colspan="2">Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Condicionante legal</td><td></td></tr>
<tr><th colspan="4">DEFINICIÓN</th></tr>
<tr><td colspan="4">Facilidad con la que se accede a una planta de producción de alimentos balanceados para animales desde otros puntos en el territorio.

La planta de producción de alimento es la fábrica que cuenta con la infraestructura y los equipos necesarios para la producción de los alimentos concentrados, están especialmente diseñadas para el sector pecuario con la finalidad de la producción de alimentos para animales.</td></tr>
<tr><th colspan="4">IMPORTANCIA DE LA VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="4">Los alimentos balanceados para acuicultura, es una oferta de niveles de proteína, buscando mayor eficiencia en la alimentación de los peces en sus diferentes etapas de crecimiento; generando un mayor rendimiento en menos tiempo de producción.

Incide en los costos de producción, la cercanía a las plantas de producción de alimentos en los municipios reduce los costos de transporte y, facilita la producción de especies nativas (yamú, bocachico y bagre rayado).

Las principales plantas de producción de alimento balanceado para animales, están ubicadas en Bogotá, Bello, Envigado, Girardota, Itagüí, Medellín y Santa Rosa de Osos (Antioquia), Cereté y Ciénaga de Oro (Córdoba), Barranquilla (Atlántico), Facatativá, Cota, Funza, Mosquera (Cundinamarca) y Buenaventura y Buga (Valle del Cauca).</td></tr>
<tr><th colspan="4">VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO</th></tr>
<tr><td colspan="4">En el análisis de la variable, no presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).</td></tr>
</table>

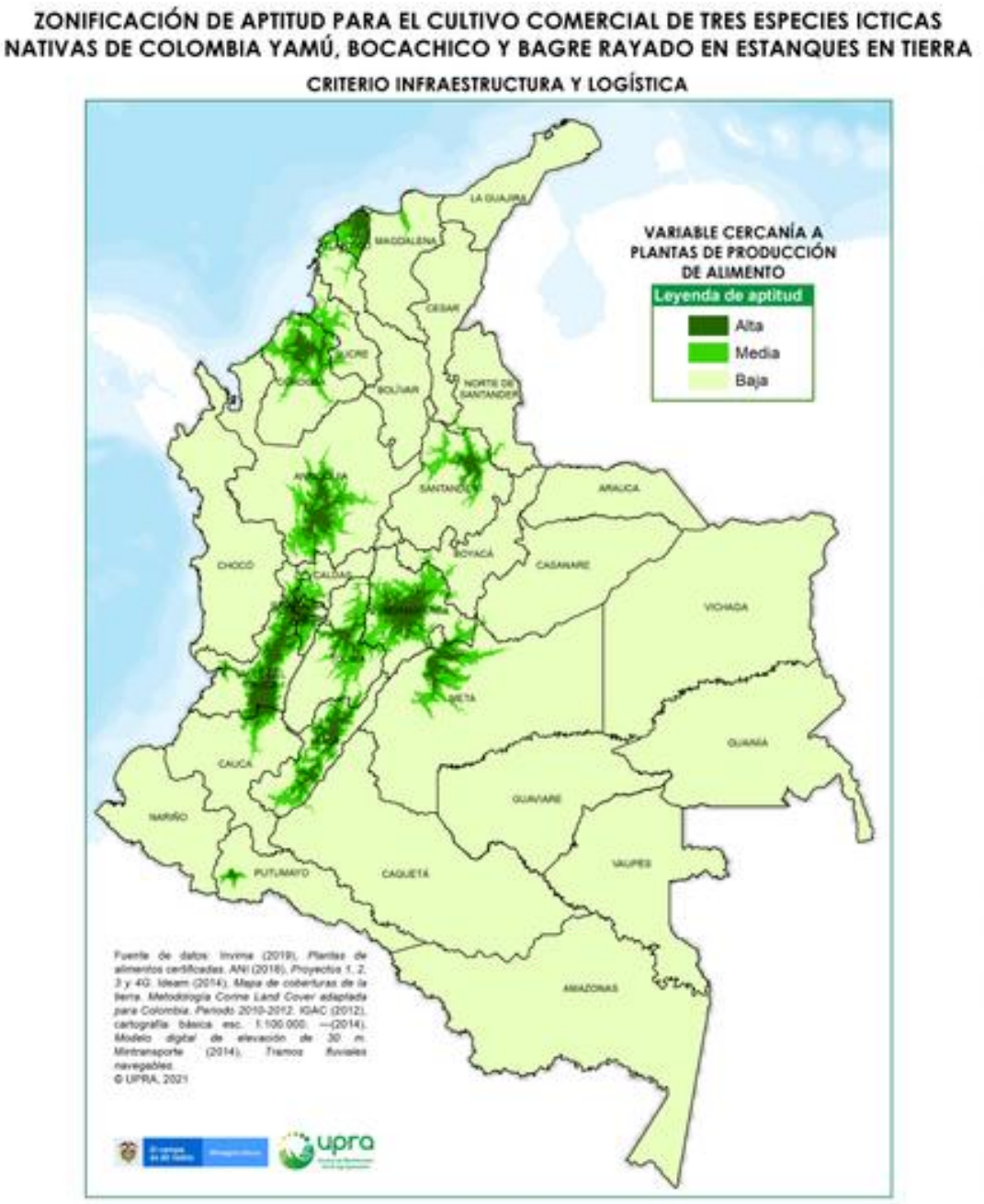
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE
El algoritmo utilizado para la estimación de los tiempos de desplazamiento desde las plantas de producción de alimentos no incluye los costos de transporte a través de la red vial.
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN
1. Información. Ideam. 2014. Mapa de coberturas de la tierra. IGAC 2012. Cartografía básica, escala 1:100.000. Invima. 2019. Plantas de producción de alimentos certificadas. Mintransporte. 2014. Mapa de tramos fluviales navegables. Mapa de vías 4G. **2. Precisiones de la información.** Se utilizó la información del INVIMA, a través de las plantas de producción de alimentos certificadas. Se empleó la metodología de isócronas utilizada por la UPRA, herramienta técnica, a través de la cual se calcula el tiempo de desplazamiento sobre los diferentes ejes viales (vías pavimentadas, carreteras con dos o más carriles, carretera angosta, vía sin pavimentar, carreteras o senderos), la pendiente de las mismas, medidas por el método de elevación digital de 30 m, su influencia en la velocidad y los tramos navegables fluviales que existían para 2014. Tipos de vías terrestres empleadas en el algoritmo de isócronas: Tipo 1: pavimentada, carretera de dos o más carriles, transitable todo el año. Tipo 2: sin pavimentar, carretera de dos o más carriles, transitable todo el año. Tipo 3: pavimentada, carretera angosta, transitable todo el año. Tipo 4: sin pavimentar, carretera angosta, transitable todo el año. Tipo 5: sin pavimentar, transitable en tiempo seco. Tipo 6: sin afirmado, transitable en tiempo seco. **3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.** Para el cálculo de dichas isócronas, se tuvo en cuenta como punto de referencia la ubicación de las plantas de producción de alimentos en la cabecera municipal. **4. Clasificación por aptitud.** Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definieron teniendo en cuenta los tiempos de desplazamiento hasta las plantas de producción de alimentos. Aptitud alta (A1): a menos de una hora; media (A2): entre una y dos horas para acceder a las plantas de producción de alimentos y baja (A3): a más de dos horas.

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 (hora)	Aptitud
< 1	Alta (A1)
1 - 2	Media (A2)
> 2	Baja (A3)

Unidad de análisis	Tiempo de desplazamiento

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



FUENTES DE INFORMACIÓN
• ANI. (2016). Proyectos 1, 2, 3 y 4G. • Ideam. (2014). *Mapa nacional de cobertura de la tierra*. Metodología Corin Land Cover adaptada para Colombia periodo 2010-2012. Bogotá: Ideam. • IGAC. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000.* Bogotá: IGAC. • _. (2014). *Método digital de elevación a 30 m.* • INVIMA. (2019). *Plantas de producción de alimentos.* • Mintransporte (2014). *Mapa de tramos fluviales navegables. Mapa de vías 4G*. Bogotá: Mintransporte

3.1.4. Variable cercanía a puertos fluviales

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE			
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano**		
COMPONENTE: socioeconómico	**SUBCOMPONENTE: ECONÓMICO**		
CRITERIO ASOCIADO: infraestructura y logística			
VARIABLE: cercanía a puertos fluviales	**UNIDAD DE MEDIDA:** tiempo de desplazamiento (hora)		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**		
	Análisis jerárquico	✓	
	Exclusión legal		
	Condicionante legal		
DEFINICIÓN			
Facilidad con la que se puede alcanzar un sitio (puerto fluvial) desde otros puntos en el territorio. Sintetiza las facilidades de desplazamiento del aparato productivo. Para efectos de la zonificación esta variable se incorpora como el área de influencia para un tiempo de desplazamiento (isócronas) hasta los puertos fluviales.			
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE			
Incide en la competitividad para el desarrollo de un cultivo frente a las alternativas de movilidad y acceso tanto para el aprovisionamiento de bienes y servicios como para la comercialización. Un municipio que cuente con puertos fluviales es más competitivo dado que ofrece al productor una opción de transporte adicional a la terrestre que puede incidir positivamente en los costos de transporte de carga.			

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 no apta (N1).
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE
No se identificaron limitantes para evaluar esta variable.
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información

ANI. 2016. Proyectos 1,2,3 y 4G.
IGAC. 2012. Cartografía básica, escala 1:100.000
Mintransporte 2014. Mapa de tramos fluviales navegables.

2. Precisiones de la información

La metodología de isócronas empleadas por la UPRA es una herramienta técnica, a través de la cual se calcula el tiempo de desplazamiento sobre los diferentes ejes viales (vías pavimentadas, carreteras con dos o más carriles, carretera angosta, vía sin pavimentar, carreteras o senderos), la pendiente de éstas, medidas por el método de elevación digital de 30 m, su influencia en la velocidad y los tramos navegables fluviales que existían para 2014.

Tipos de vías terrestres empleadas en el algoritmo de isócronas:

Tipo 1: pavimentada, carretera de dos o más carriles pavimentados, transitable todo el año.
Tipo 2: sin pavimentar, carretera de dos o más carriles sin pavimentar, transitable todo el año.
Tipo 3: pavimentada, carretera angosta, transitable todo el año.
Tipo 4: sin pavimentar, carretera angosta, transitable todo el año.
Tipo 5: sin pavimentar, transitable en tiempo seco.
Tipo 6: sin afirmado, transitable en tiempo seco.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información

La localización de los puertos fluviales son los puntos de referencia a partir de los cuales se estima el área de influencia para un tiempo de desplazamiento determinado.

4. Clasificación de los municipios por aptitud

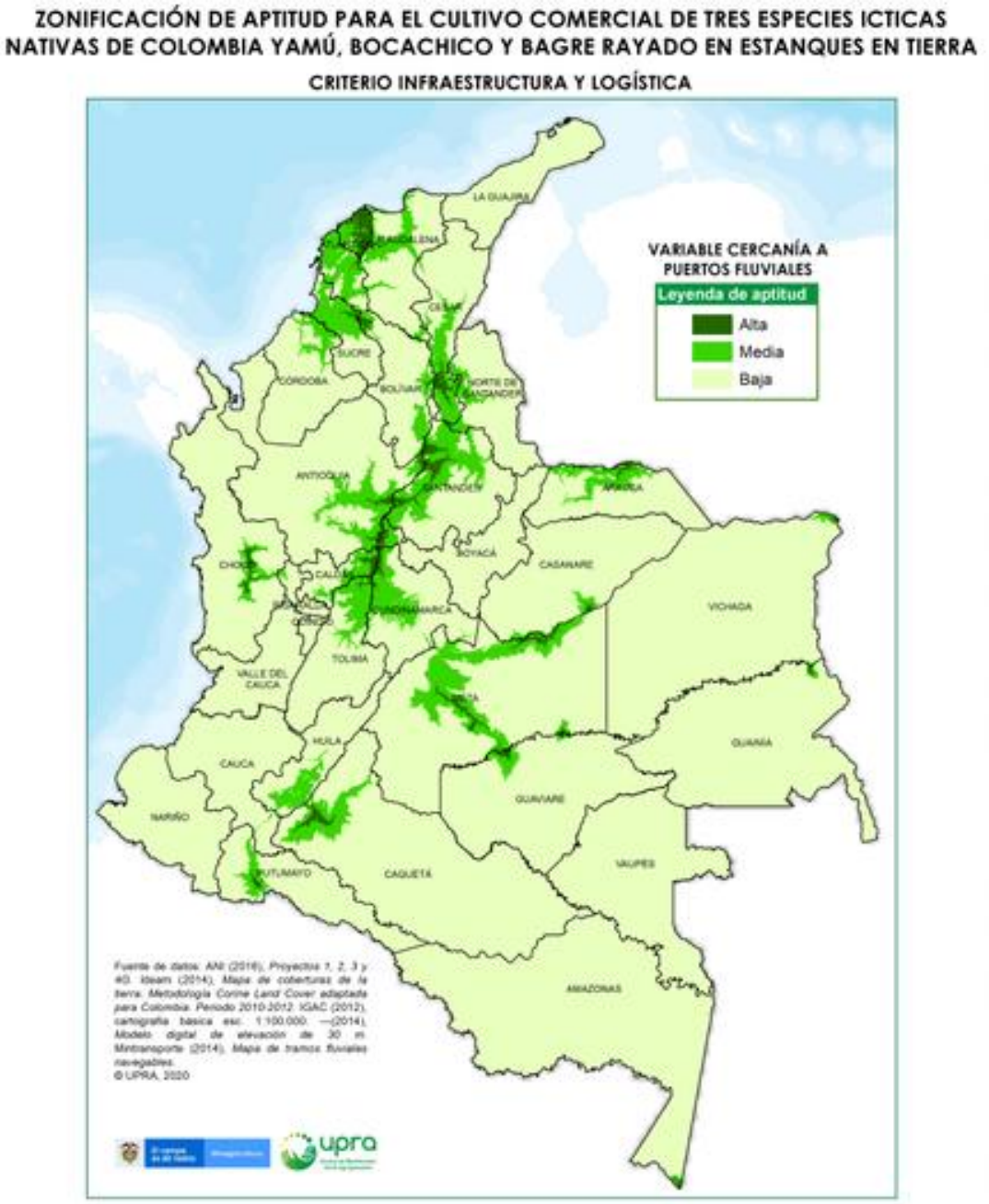
Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definieron teniendo en cuenta los tiempos de desplazamiento desde los puertos fluviales, así: Aptitud alta (A1): puertos fluviales a menos de una hora para acceder a los servicios portuarios. Aptitud media (A2): puertos fluviales ubicados a entre una y tres horas para acceder a los servicios portuarios. Aptitud baja (A3): puertos fluviales a más de tres horas para acceder a los servicios portuarios.

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 (hora)	Aptitud
< 1	Alta (A1)
1 - 3	Media (A2)
> 3	Baja (A3)

Unidad de análisis	Tiempo de desplazamiento

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



FUENTES DE INFORMACIÓN

- ANI. (2016). Proyectos 1,2,3 y 4G.
- Ideam. (2014). *Mapa nacional de cobertura de la tierra para Colombia, periodo 2010 - 2012*. Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000*. Bogotá: Ideam.
- Mintransporte. (2014). *Mapa de tramos fluviales navegables*.

3.1.5 Variable cercanía a centros de servicios

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano**	
COMPONENTE: socioeconómico	**SUBCOMPONENTE:** económico	
CRITERIO ASOCIADO: infraestructura y logística		
VARIABLE: cercanía a centros de servicios	**UNIDAD DE MEDIDA:** tiempo de desplazamiento (hora)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
Facilidad con la que se puede alcanzar áreas donde existe oferta de bienes y servicios para abastecer las necesidades de la producción de especies nativas. Los centros de servicios son municipios que cuentan con una población mayor a 30.000 habitantes para el año 2018 y los municipios productores de especies nativas (yamú, bocachico y bagre rayado). Esta cifra corresponde a los municipios con primera, segunda y tercera categoría definidos por la Ley 1551 del 2012, según lo establecido en el artículo 320 de la constitución política colombiana que dispone que “la Ley podrá establecer categorías de municipios de acuerdo con su población, recursos fiscales, importancia económica y situación geográfica, y señalar distinto régimen para su organización, gobierno y administración”.		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
Incide en la competitividad para el desarrollo de la producción de especies nativas (yamú, bocachico, bagre rayado), al facilitar el acceso a insumos y servicios necesarios para el productor. La accesibilidad hace referencia al tiempo de desplazamiento, el cual viene determinado por la oferta y el estado de las redes de transporte vial, fluvial y de la distancia entre dos puntos, uno de ellos el centro de servicios (tomando como referencia la cabecera		

municipal).

Zonas más cercanas a los centros de servicios, son más competitivas que aquellas más distantes o con vías en mal estado o sin vías de acceso.

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

En el análisis de la variable, no presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La selección de los centros de servicios se realiza con base en las proyecciones de la población realizadas por el DANE para el año 2019, estimada a partir del censo de población y vivienda del año 2018. Hay centros de servicios importantes que podrán omitirse por no contar con más de 30.000l habitantes.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

DANE. 2018. Total cabecera por municipio 2019.
Ideam. 2014. Mapa de coberturas de la tierra.
IGAC. 2012. Cartografía básica, escala 1:100.000.
Mintransporte. 2014. Mapa de tramos fluviales navegables. Mapa de vías 4G.

2. Precisiones de la información.

La metodología de isócronas empleadas por la UPRA es una herramienta técnica, a través de la cual se calcula el tiempo de desplazamiento sobre los diferentes ejes viales (vías pavimentadas, carreteras con dos o más carriles, carretera angosta, vía sin pavimentar, carreteras o senderos), la pendiente de éstas, medidas por el método de elevación digital de 30 m, su influencia en la velocidad y los tramos navegables fluviales que existían para 2014.

Tipos de vías terrestres empleadas en el algoritmo de isócronas:

Tipo 1: pavimentada, carretera de dos o más carriles, transitable todo el año.
Tipo 2: sin pavimentar, carretera de dos o más carriles, transitable todo el año.
Tipo 3: pavimentada, carretera angosta, transitable todo el año.
Tipo 4: sin pavimentar, carretera angosta, transitable todo el año.
Tipo 5: sin pavimentar, transitable en tiempo seco.
Tipo 6: sin afirmado, transitable en tiempo seco.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Para el cálculo de dichas isócronas, se tuvo en cuenta como punto de referencia la cabecera municipal, donde los centros de servicios se definen como los municipios que cuentan con una población mayor a 30.000 habitantes para el año 2019 y los municipios productores de especies nativas Yamú, Bocachico, Bagre rayado.

4. Clasificación por aptitud.

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definieron teniendo en cuenta los tiempos de desplazamiento hasta los centros de servicios. Aptitud alta (A1): centros de servicios a media hora; aptitud media (A2): centros de servicios entre media y dos horas y aptitud baja (A3): centros de servicios a más de dos horas.

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).

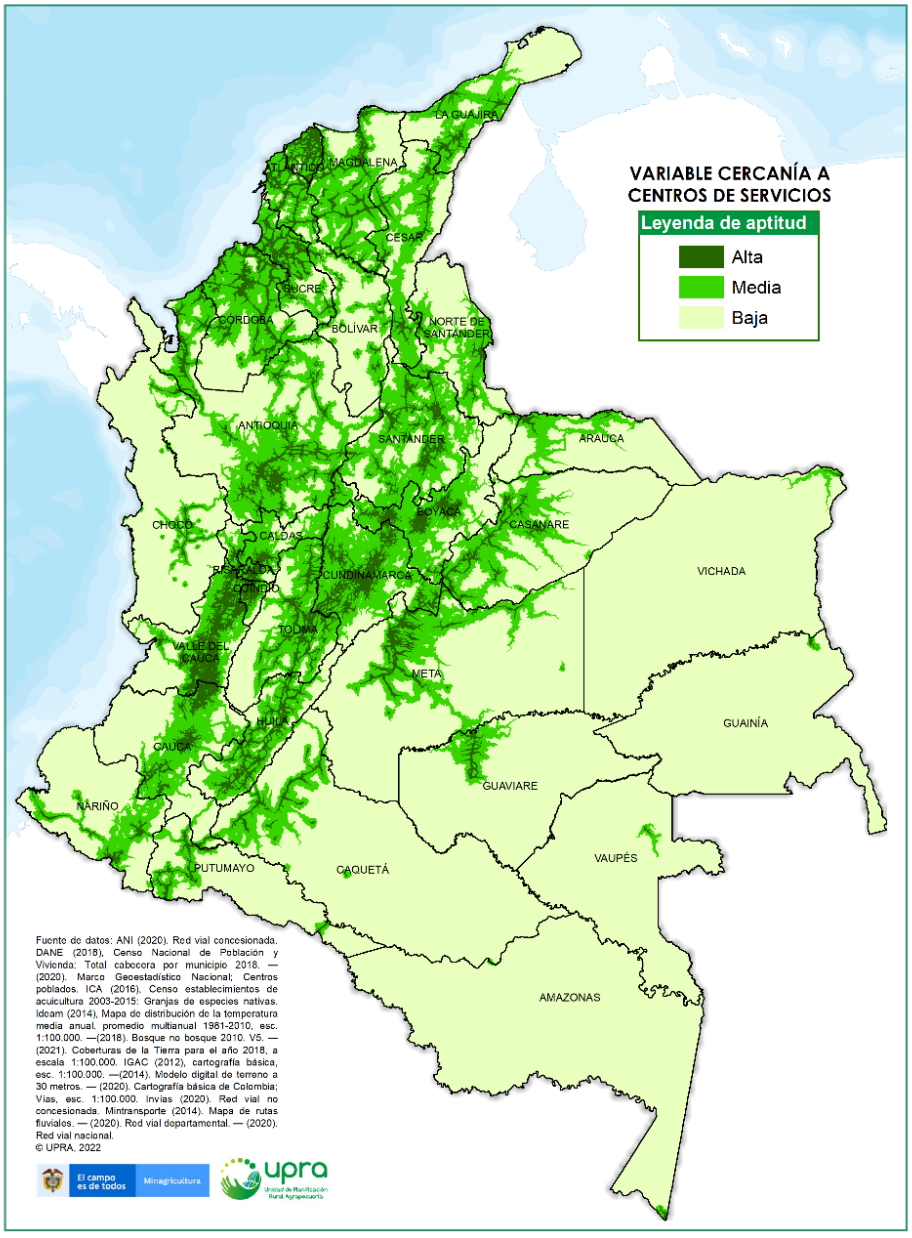
Tiempo de desplazamiento (hora)	Aptitud
< 1/2	Alta (A1)
1/2 - 2	Media (A2)
> 2	Baja (A3)

Unidad de análisis	Tiempo de desplazamiento

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE TRES ESPECIES ICTICAS NATIVAS DE COLOMBIA YAMÚ, BOCACHICO Y BAGRE RAYADO EN ESTANQUES EN TIERRA

CRITERIO INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA



FUENTES DE INFORMACIÓN

- DANE. (2018). Censo Nacional de Población y Vivienda. *Total cabecera por municipio 2019*.
- Ideam. (2014). *Mapa de coberturas de la tierra. Metodologia Corine Land Cover adaptada para Colombia. Periodo 2010-2012*. Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). *Método digital de elevación a 30 m*. Bogotá: IGAC.
- Mintransporte. (2014). *Mapa de tramos fluviales navegables. Mapa de vías 4G*. Bogotá: Mintransporte.

3.1.6 Variable energía eléctrica

<table>
<tr><th colspan="3">FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE</th></tr>
<tr><td>TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano</td></tr>
<tr><td colspan="2">COMPONENTE: socioeconómico</td><td>SUBCOMPONENTE: económico</td></tr>
<tr><td colspan="3">CRITERIO ASOCIADO: infraestructura y logística</td></tr>
<tr><td>VARIABLE: energía eléctrica</td><td colspan="2">UNIDAD DE MEDIDA: favorabilidad en el acceso</td></tr>
<tr><td rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO:</td><td>Exclusión técnica</td><td></td></tr>
<tr><td>Análisis jerárquico</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante legal</td><td></td></tr>
<tr><th colspan="3">DEFINICIÓN</th></tr>
<tr><td colspan="3">Nivel de favorabilidad para el acceso al servicio público de energía eléctrica en las zonas rurales del país, en el que se evalúa tanto la cobertura porcentual de este servicio en el área rural del cada municipio como la tarifa media cobrada por los prestadores del servicio residencial.</td></tr>
<tr><th colspan="3">IMPORTANCIA DE LA VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="3">Orienta a los agentes económicos en sus decisiones de inversión sobre las áreas rurales del país donde se cuenta con condiciones de acceso por cobertura y tarifa media favorables para al servicio público de energía eléctrica. El suministro de esta fuente energía resulta fundamental en un conjunto amplio de actividades económicas y sistemas productivos rurales, incluyendo casos en donde se hace indispensable o insustituible por ninguna otra fuente de energía. Adicionalmente brinda una significativa mejora en las condiciones de vida rural para habitantes y trabajadores rurales.

Se le otorga una mayor aptitud a aquellas zonas del país que tienen un mejor nivel de cobertura rural para el servicio de energía eléctrica rural y, simultáneamente, cuentan con tarifas medias totales residenciales de energía eléctrica bajas en el contexto nacional. Se estima que existe una relación directa entre las condiciones de favorabilidad en cobertura y tarifa con la aptitud productiva para los sistemas productivos que demandan de esta fuente de energía. Municipios con mejores condiciones de acceso al servicio de energía eléctrica rural en cobertura y tarifa, facilitan el desarrollo de la actividad productiva rural, permitiendo que nuevos emprendimientos sean mejor entendidos y más ágilmente aceptados para recibir financiamiento.</td></tr>
<tr><th colspan="3">VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO</th></tr>
<tr><td colspan="3">En el análisis de la variable no presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).</td></tr>
</table>

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE
La información que está disponible para el servicio de energía eléctrica rural en el sistema de información de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios de donde se toma la información de tarifa media residencial rural, ni en la que esta dispone en la Unidad de Planificación Minero Energética (UPME) aproxima a las dimensiones de calidad en la prestación del servicio. Es decir, no está disponible información como el número y duración de interrupciones en la continuidad del suministro de energía eléctrica en los municipios analizados o la vulnerabilidad o probabilidad de complicaciones que afecten la calidad. Por otra parte, la actualización de la información usada no es la mejor, puesto que en este momento el año 2018 es el último año en el que la UPME ha calculado el índice de cobertura eléctrica, lo que limita el uso de información que si tiene mayor actualización por parte del sistema de información de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. Lo anterior afecta la aproximación a la favorabilidad en el acceso al servicio público de energía eléctrica rural que se modifica con nuevos proyectos e inversiones de los prestadores del servicio.
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN
1. Información. UPME. 2018. Índice de cobertura de energía eléctrica. Resto. SUI. 2018. Tarifa Media rural residencial. 2018. **2. Precisiones de la Información.** La información refiere a la cobertura rural denominada “resto” por la UPME y la información de la tarifa media de energía eléctrica corresponde a información rural residencial, lo que permite hablar de una misma área y un tipo especial de receptor del servicio. Las dos sub variables son: **Índice de Cobertura de Energía Eléctrica resto (ICEE)** Este índice se entiende como *“la estimación de 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 zonas rurales de cada sitio, municipio o departamento”* (UPME, 2019). $$ICEE_{t,i} = \frac{Usuarios_{t,i}}{Viviendas_{t,i}} \; X \; 100\%$$ $$t = período\ de\ tiempo\ calculado$$ $$i = ubicación\ departamento, municipio, sitio$$ Entendiéndose 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 (Zonas no interconectada ZNI) (UPME 2019).

En cuanto a las fuentes de información de base que utiliza la UPME para el cálculo de este índice, está el Censo Nacional de Población y Vivienda (CNPV, 2018 del DANE. Adicionalmente se usa información de los operadores de red, del Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas (IPSE) para ZNI (reportes realizados a través del SUI), entre otros (UPME 2019).

Debe puntualizarse, que para el caso de la variable energía eléctrica rural, diseñada para el proceso de evaluación de tierras, la información tomada del ICEE corresponde a aquella reportada para las zonas denominadas resto.

Tarifa media rural residencial de energía eléctrica

Las tarifas en el contexto de servicios públicos domiciliarios se entienden como la *"valoración fijada a los productos de servicios públicos, cuyo insumo para su cálculo es generado por una entidad regulatoria* (Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico –CRA, Comisión de Regulación de Energía y Gas –CREG por ejemplo)" (EPM 2021).En este sentido, la tarifa media rural residencial, se refiere a la tarifa promedio que es cobrada a los usuarios del servicio de energía eléctrica en el ámbito rural y que pertenecen al sector residencial. La información para esta sub variable fue obtenida del Sistema Único de Información de Servicios Públicos Domiciliarios –SUI.

3. 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 que el resultado es que más del 5 % de datos atípicos, la decisión es utilizar el método de K-medias.

4. Clasificación de los municipios por aptitud.

Se utiliza la metodología de agrupamientos de las variables socioeconómicas que en este caso indica la necesidad de utilizar el método de K-Medias.

El algoritmo de K-Medias, como otros métodos de agrupamiento parte de una función de aprendizaje no supervisado donde no existen clases predefinidas y sus resultados están fuertemente determinados por el conjunto de datos disponibles y las medidas de similitud o distancia utilizadas para comparar datos. Se busca minimizar la distancia intra-clústeres y maximizar la distancia inter-clústeres, partiendo de la distancia como medida de similitud. Si $d(i,j) > d(i,k)$ indica que el objeto *i* es más parecido a *k* que a *j*. El método de K-Medias desarrollado por MacQueen (1967), se basa un único parámetro (número de grupos), definido en este caso en 2, y por tratarse de un agrupamiento univariado no está sesgado por el orden de presentación inicial de los datos.

Los pasos para la estimación del clúster de K-Medias fueron los siguientes:

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. El total de datos disponibles se divide en dos grupos. Posteriormente, se calcula el centroide (centro geométrico del clúster), como base para la construcción de la variable objetivo (distancia). El centroide 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 inicialmente calculados (dos) y se suman dichos valores para todos los datos del mismo clúster.
4. Se asigna cada elemento al clúster cuyo dato sea el mínimo de los dos posibles y se recalculan los centroides con los nuevos agrupamientos.
5. Iterativamente, se van actualizando los centroides en función de las asignaciones de puntos a clúster, hasta que los centroides dejen de cambiar.

Como parte del mismo proceso, el procedimiento de K-medias considera una fase de validación que consiste en lo siguiente:

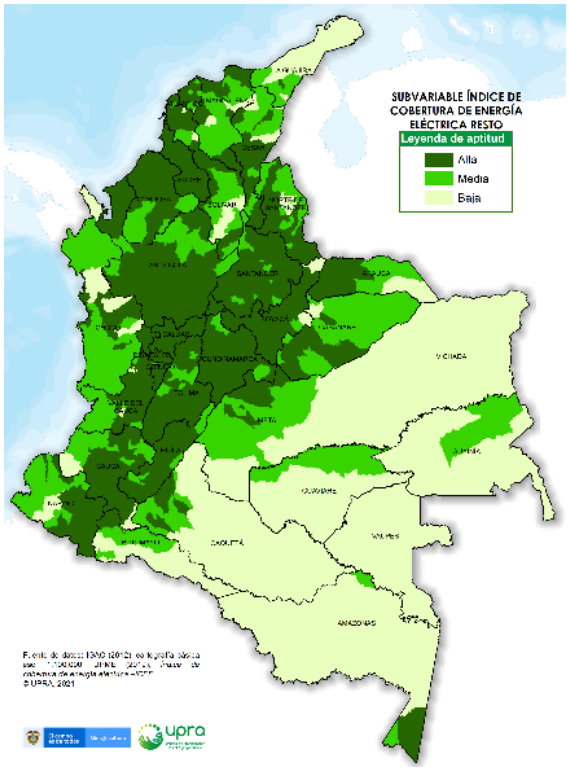
1. Evaluar la existencia de clúster que solo están integrados por datos extremos (outliers).
2. Comparar dos conjuntos de clústeres alternativos evaluando su consistencia con los fenómenos socioeconómicos.
3. Comparar los resultados de los agrupamientos con los derivados de otras técnicas de agrupamiento para determinar si los resultados están describiendo el fenómeno socioeconómico en estudio.

La validación se puede desarrollar tanto por criterios internos como externos que aporte información adicional como los relacionados con la entropía y la pureza, como también por criterios internos generados a partir de los propios datos como la suma de los cuadrados de las distancias al interior y entre clúster (cohesión y separación).

Al realizar el procedimiento anteriormente descrito para la sub variable Índice de Cobertura de Energía Eléctrica Resto, el resultado fue tres agrupamientos, a los que se le asignó la calificación de aptitud, de modo que los rangos quedan definidos de la siguiente manera:

Aptitud alta (A1): municipios con más de 81,6 % de cobertura
Aptitud media (A2): municipios entre 46,3 % y 81,6 % de cobertura
Aptitud baja (A3): municipios con menos de 46,3 % de cobertura

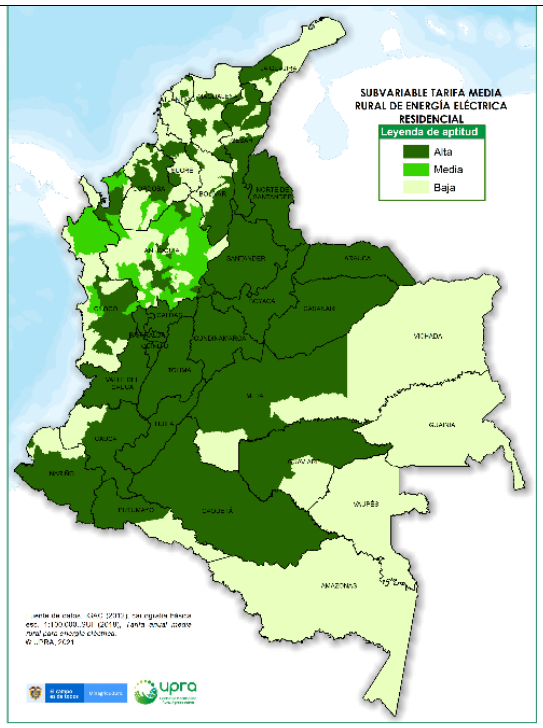
A continuación, se presenta el resultado de la subvariable del Índice de Cobertura de Energía Eléctrica Resto



Al realizar el procedimiento anteriormente descrito para la subvariable tarifa media rural residencial, obtenida del SUI en http://reportes.sui.gov.co/fabricaReportes/frameSet.jsp?idreporte=ele_tec_069 el resultado fue tres agrupamientos, a los que se le asignó la calificación de aptitud, de modo que los rangos quedan definidos de la siguiente manera:

Aptitud alta (A1): municipios con tarifa media rural inferior a $716 por kilovatio.
Aptitud media (A2): municipios con tarifa media rural entre $716 y $1.075 por kilovatio
Aptitud baja (A3): municipios con tarifa media rural superior a $1075 por kilovatio

A continuación, se presenta el resultado de la subvariable tarifa media rural residencial



Posterior a estos resultados se integran las dos subvariables (Índice de cobertura de energía eléctrica resto y Tarifa media rural de energía eléctrica residencial) mediante el siguiente árbol de decisión en donde se evalúa la favorabilidad en el acceso al servicio público de energía eléctrica rural tanto por cobertura como por tarifa.

	Índice de cobertura en energía eléctrica rural			
Tarifa media rural residencial		**A1**	**A2**	**A3**
	A1	A1	A1	A2
	A2	A1	A2	A3
	A3	A2	A3	A3

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

El anterior árbol de decisión se operacionaliza con la ponderación aritmética igualitaria de las subvariables de Índice de Cobertura de Energía Eléctrica resto y de Tarifa media rural residencial de energía eléctrica. Esto significa que los valores categóricos de cada subvariable se convierten en valores computables de la siguiente forma, A1 equivale a un valor de 3, A2 equivale a un valor de 2 y A3 equivale a un valor de 1. 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.

Como se aclaró, estos puntos de corte y sistema de asignación de aptitud replica los resultados mostrados en el árbol de decisión anteriormente expuesto.

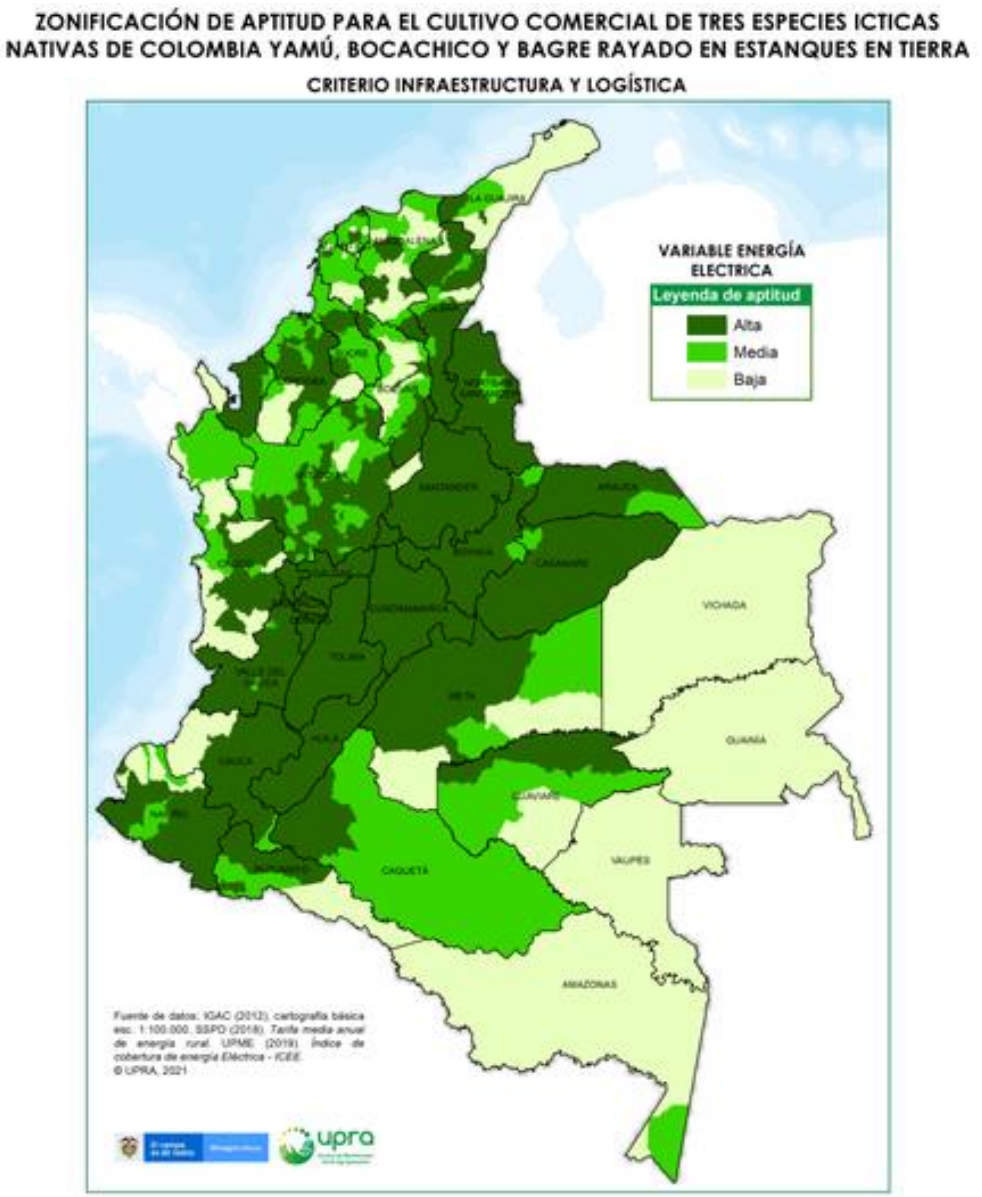
Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud competitiva: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

Calificación del índice de prestación del servicio de energía eléctrica

Favorabilidad en el acceso	Aptitud
Municipios > 2,3	Alta (A1)
Municipios 1,7 – 2,3	Media (A2)
Municipios < 1,7	Baja (A3)

Unidad de análisis	Índice de favorabilidad

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



FUENTES DE INFORMACIÓN
• Empresas Públicas de Medellín (EPM). (2021). Diccionario de servicios públicos. Recuperado 29 de julio de 2021 (https://www.epm.com.co/site/home/diccionario-de-servicios-publicos#undefined). • 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):281–97. • Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios y Sistema Único de linformación (SUI). (2018). "Tarifa Media rural residencial". • Unidad de Planificación Minero Energética (UPME). (2018). "Índice de cobertura de energía eléctrica. Resto". • Unidad de Planificación Minero Energética (UPME). (2019). *Metodología y resultados de la estimación del Índice de Cobertura de Energía Eléctrica – ICEE-*. Bogotá D.C. Colombia.

3.1.7 Variable cercanía a puertos marítimos

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (*Brycon amazonicus*), bocachico (*Prochilodus* sp.) y bagre rayado (*Pseudoplatystoma* sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano**	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO	**SUBCOMPONENTE: ECONÓMICO**	
CRITERIO asociado: infraestructura y logística		
VARIABLE: cercanía a puertos marítimos	**UNIDAD DE MEDIDA:** tiempo de desplazamiento (hora)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
Facilidad con la que se puede alcanzar un sitio (puerto marítimo) desde otros puntos en el territorio. En este sentido, sintetiza las posibilidades de desplazamiento del aparato productivo hacia puertos marítimos para realizar operaciones de comercio internacional (exportaciones e importaciones). Para efectos de la zonificación, esta variable se incorpora como el área de influencia para un tiempo de desplazamiento (isócronas) desde los puertos marítimos.		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
Incide en la percepción de los agentes económicos frente a la potencialidad de realizar operaciones de comercio internacional que beneficien la competitividad de la cadena.		

En este sentido, los municipios más cercanos a los puertos marítimos tendrán mayor aptitud para interactuar en los procesos de integración con socios comerciales (actuales y potenciales), en lo referente a la exportación del producto.

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 no apta (N1).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

El algoritmo utilizado para la estimación de los tiempos de desplazamiento desde los puertos marítimos no incluye los costos de transporte a través de la red vial.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información

IGAC. 2012. Cartografía básica, escala 1:100.000
Mintransporte. 2014. Información portuaria.
Mintransporte. 2014. Tramos red vial nacional y departamental.

2. Precisión de la información

Se emplea la metodología de isócronas utilizada por la UPRA, herramienta técnica, a través de la cual se calcula el tiempo de desplazamiento sobre los diferentes ejes viales (vías pavimentadas, carreteras con dos o más carriles, carretera angosta, vía sin pavimentar, carreteras o senderos), la pendiente de estas, medidas por el método de elevación digital de 30 m, su influencia en la velocidad y los tramos navegables fluviales que existían para 2014.

Tipos de vías terrestres empleadas en el algoritmo de isócronas:

Tipo 1: pavimentada, carretera de dos o más carriles pavimentados, transitable todo el año.
Tipo 2: sin pavimentar, carretera de dos o más carriles sin pavimentar, transitable todo el año.
Tipo 3: pavimentada, carretera angosta, transitable todo el año.
Tipo 4: sin pavimentar, carretera angosta, transitable todo el año.
Tipo 5: sin pavimentar, transitable en tiempo seco.
Tipo 6: sin afirmado, transitable en tiempo seco.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información

La localización de los puertos marítimos son los puntos de referencia a partir de los cuales se estima el área de influencia para un tiempo de desplazamiento determinado.

4. Clasificación de los municipios por aptitud

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definieron teniendo en cuenta los tiempos de desplazamiento desde los puertos marítimos, así: aptitud alta (A1): puertos marítimos a menos de dos horas para acceder a los servicios portuarios de comercio internacional. Aptitud media (A2): puertos marítimos ubicados a entre dos y cuatro horas para

acceder a los servicios portuarios de comercio internacional. Aptitud baja (A3): puertos marítimos a más de cuatro horas para acceder a los servicios portuarios de comercio internacional.

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).

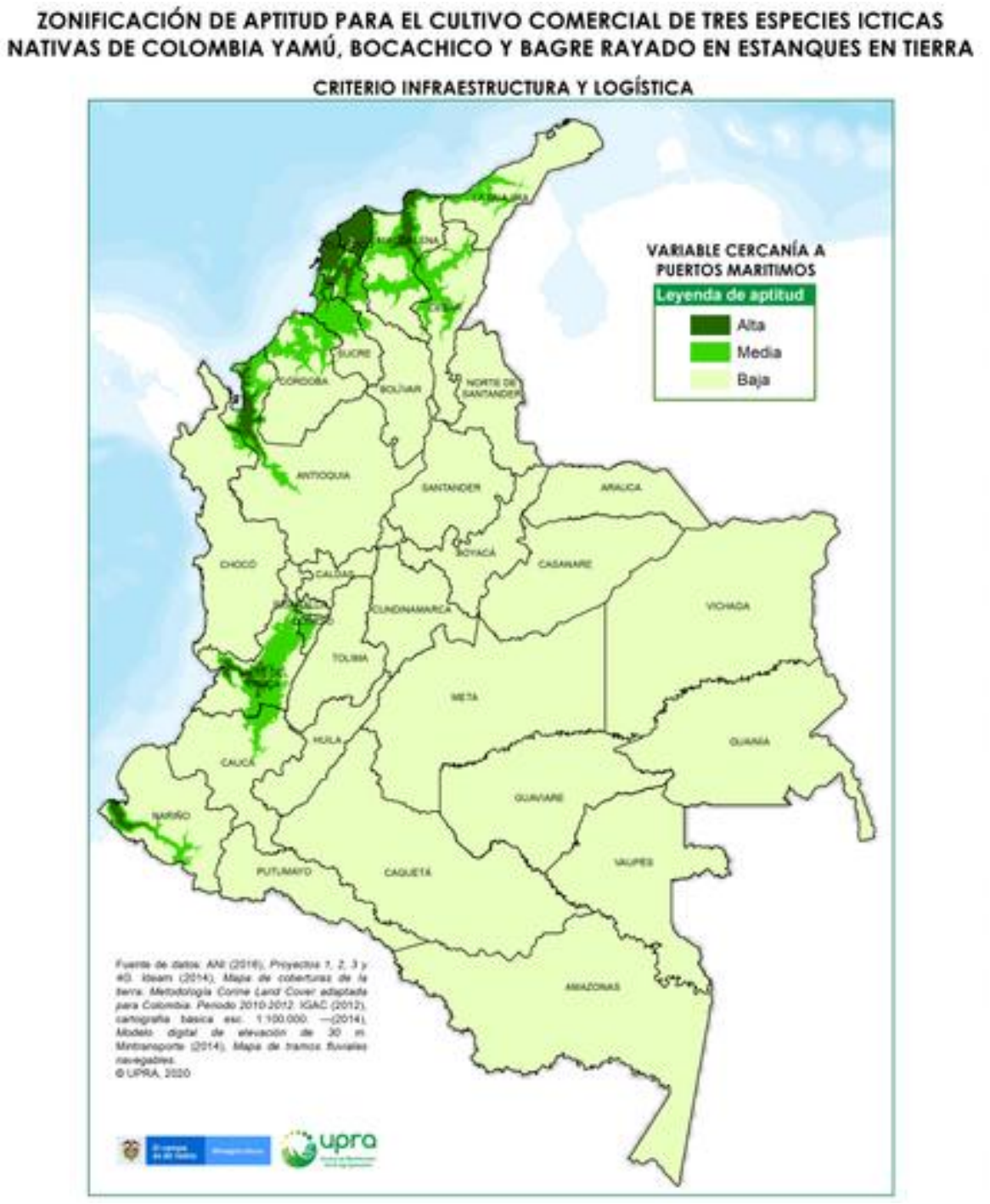
Tiempo de desplazamiento (hora)	Aptitud
< 2	Alta (A1)
2 - 4	Media (A2)
> 4	Baja (A3)

La región caribe muestra la mayor aptitud competitiva por su cercanía a los puertos marítimos ubicados en Bolívar, Atlántico, Magdalena y La Guajira. El puerto de Buenaventura y el de Tumaco reflejan una gran incidencia para la región andina. Regiones como la Orinoquia y la Amazonia tienen el menor grado de aptitud competitiva por su lejanía a los puertos marítimos.

Se tuvieron en cuenta, los puertos de Buenaventura (Valle del Cauca), Barranquilla (Atlántico), Cartagena (Bolívar), Santa Marta (Magdalena), Nariño (Tumaco) y los embarcaderos Nueva Colonia y Zungo ubicados en Carepa (Antioquia), porque allí se concentran la mayoría de las operaciones de comercio internacional.

Unidad de análisis	Tiempo de desplazamiento

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Ideam. (2014). *Mapa nacional de cobertura de la tierra*. Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). *Método digital de elevación a 30 m*. Bogotá: IGAC.
- Mintransporte. (2014). *Mapa de tramos fluviales navegables. Mapa de vías 4G*. Bogotá: MIntransporte.

3.1.8 Variable cercanía a aeropuertos

<table>
<tr><th colspan="3">FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE</th></tr>
<tr><td>TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano</td></tr>
<tr><td colspan="3">COMPONENTE: socioeconómico SUBCOMPONENTE: económico</td></tr>
<tr><td colspan="3">CRITERIO ASOCIADO: infraestructura y logística</td></tr>
<tr><td>VARIABLE: cercanía a aeropuertos</td><td colspan="2">UNIDAD DE MEDIDA: tiempo de desplazamiento (hora)</td></tr>
<tr><td rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Exclusión técnica</td><td></td></tr>
<tr><td>Análisis jerárquico</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante legal</td><td></td></tr>
<tr><th colspan="3">DEFINICIÓN</th></tr>
<tr><td colspan="3">Facilidad con la que se puede alcanzar los servicios aeronáuticos útiles para el transporte de carga nacional e internacional. Estos servicios son controles migratorios, aduana, policía, controles fitosanitarios y zoosanitarios, así como servicios de sanidad general.

Para efectos de la zonificación, esta variable se incorpora como el área de influencia para un tiempo de desplazamiento (isócronas) desde los aeropuertos.</td></tr>
<tr><th colspan="3">IMPORTANCIA DE LA VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="3">Incide en la competitividad para el desarrollo de la explotación comercial de la producción de especies nativas (yamú, bocachico y bagre rayado), frente a las alternativas de movilidad y acceso, tanto para el aprovisionamiento de bienes y servicios (insumos), como para la comercialización de los productos que componen la cadena, como en el abastecimiento de píe de cría de peces, a los productores, en especial para el repoblamiento de sus granjas.

Un municipio que cuente con aeropuerto es más competitivo dado que ofrece al productor una opción de transporte adicional, para satisfacer la demanda del producto para los mercados con productos de buena calidad.</td></tr>
<tr><th colspan="3">VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO</th></tr>
<tr><td colspan="3">En el análisis de la variable no se presentan límites que se califiquen como no apta (N1).</td></tr>
<tr><th colspan="3">LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="3">El algoritmo utilizado para la estimación de los tiempos de desplazamiento desde los aeropuertos no incluye los costos de transporte a través de la red vial.</td></tr>
<tr><th colspan="3">METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN</th></tr>
<tr><td colspan="3">1. Información
Aeronáutica (2015). Aeropuertos nacionales.
IGAC. 2012. Cartografía básica, escala 1:100.000
Mintransporte. 2014. Tramos red vial nacional y departamental.</td></tr>
</table>

2. Precisiones de la información

Se emplea la metodología de isócronas utilizada por la UPRA, herramienta técnica, a través de la cual se calcula el tiempo de desplazamiento sobre los diferentes ejes viales (vías pavimentadas, carreteras con dos o más carriles, carretera angosta, vía sin pavimentar, carreteras o senderos), la pendiente de estas, medidas por el método de elevación digital de 30 m, su influencia en la velocidad y los tramos navegables fluviales que existían para 2014.

Tipos de vías terrestres empleadas en el algoritmo de isócronas:
Tipo 1: pavimentada, carretera de dos o más carriles pavimentados, transitable todo el año.
Tipo 2: sin pavimentar, carretera de dos o más carriles sin pavimentar, transitable todo el año.
Tipo 3: pavimentada, carretera angosta, transitable todo el año.
Tipo 4: sin pavimentar, carretera angosta, transitable todo el año.
Tipo 5: sin pavimentar, transitable en tiempo seco.
Tipo 6: sin afirmado, transitable en tiempo seco.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información

La localización de los aeropuertos son los puntos de referencia a partir de los cuales se estima el área de influencia para un tiempo de desplazamiento determinado, se evalúa teniendo en cuenta la proximidad de la granja a los aeropuertos comerciales tanto internacionales como los nacionales.

Aeropuertos que hacen parte de esta zonificación:
Bogotá, Medellín, Rionegro, Apartado (Antioquía), Buenaventura, Cali, Cartago (Valle del Cauca), Pereira (Risaralda), Barranquilla (Atlántico), Cartagena (Bolívar), Cúcuta (Norte de Santander), Armenia (Quindío), Yopal (Casanare), Bucaramanga, Barrancabermeja (Santander), Santa Ana, Santa Marta (Magdalena), Montería (Córdoba), Valledupar (Cesar), Ipiales, Pasto, Tumaco (Nariño), Manizales (Caldas), Neiva, Pitalito, (Huila), Ibagué (Tolima), Leticia (Amazonas), La Macarena, Villavicencio (Meta), Guapi, Popayán (Cauca), Riohacha (La Guajira), Arauca, Saravena, Tame (Arauca), Bahía Solano, Nuquí, Quibdó (Choco), Corozal, Tolú (Sucre), Florencia, San Vicente Del Caguan (Caquetá), Leguízamo, Puerto Asís, Villagarzón (Putumayo), Mitú (Vaupes), Puerto Carreño (Vichada), Inirida (Guainia), San José del Guaviare (Guaviare).

4. Clasificación de los municipios por aptitud

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definieron teniendo en cuenta los tiempos de desplazamiento desde los puertos marítimos, así: aptitud alta (A1): aeropuertos a menos de media hora para acceder a los servicios de comercio nacional e internacional. Aptitud media (A2): aeropuertos ubicados a entre media y una hora. Aptitud baja (A3): aeropuertos a más de una hora.

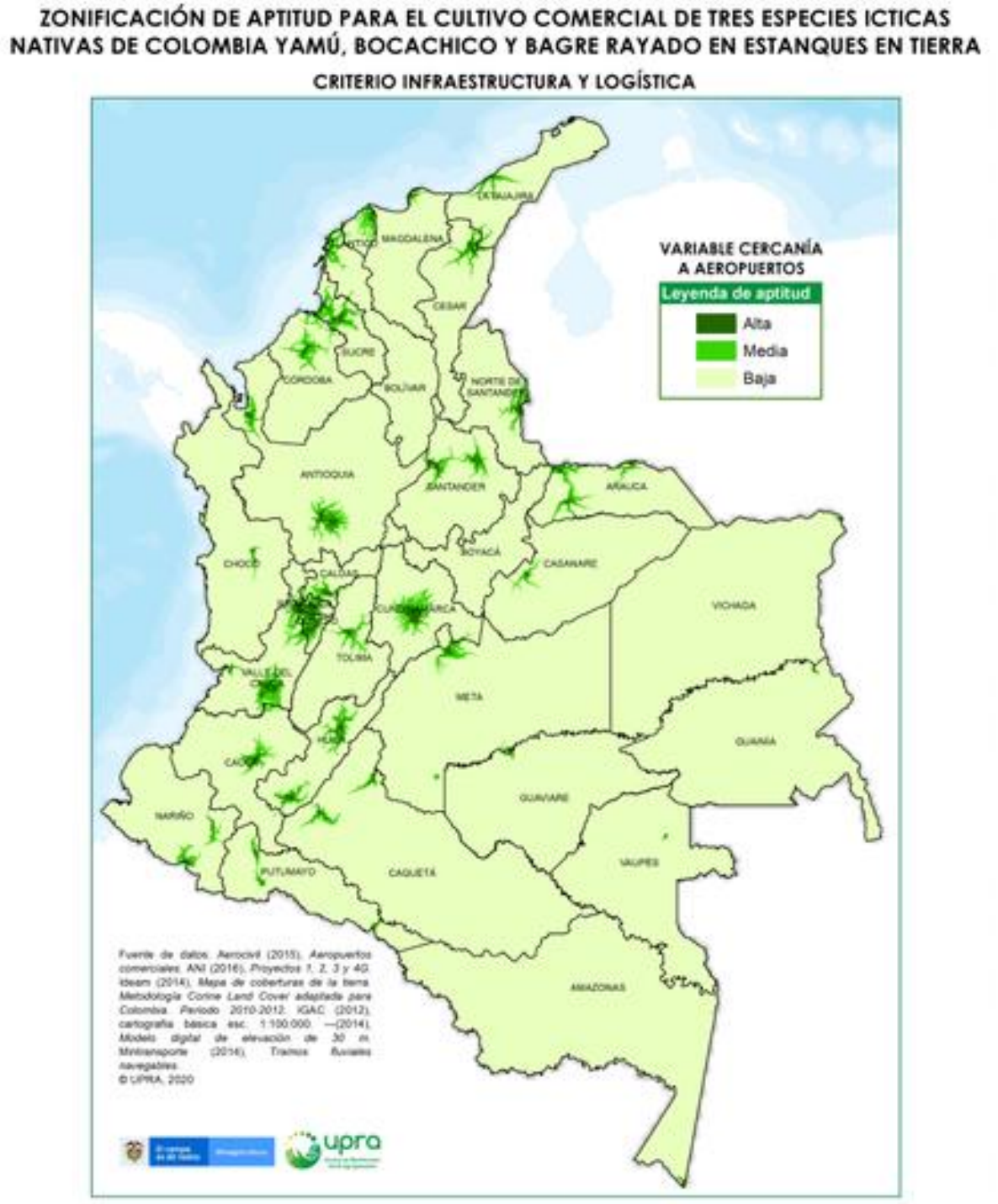
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

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 (hora)	Aptitud
< 1/2	Alta (A1)
1/2 - 1	Media (A2)
> 1	Baja (A3)

Unidad de análisis	Tiempo de desplazamiento

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Aerocivil. (2015). *Aeropuertos comerciales*.
- Ideam. (2014). *Mapa nacional de cobertura de la tierra*.
- IGAC. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000.* Bogotá: IGAC.
- _. (2014). *Método digital de elevación a 30 m*. Bogotá: IGAC.
- Mintransporte. (2014). *Mapa de tramos fluviales navegables. Mapa de vías 4G*. Bogotá: Mintransporte.

3.2. Criterio institucionalidad

<table>
<tr><th colspan="3">FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO</th></tr>
<tr><td>TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano</td></tr>
<tr><td colspan="3">COMPONENTE: socioeconómico SUBCOMPONENTE: social</td></tr>
<tr><td colspan="3">CRITERIO: institucionalidad</td></tr>
<tr><td rowspan="4">TIPO DE CRITERIO</td><td>Exclusión técnica</td><td></td></tr>
<tr><td>Análisis jerárquico</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante legal</td><td></td></tr>
<tr><th colspan="3">VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO</th></tr>
<tr><td colspan="3">• Cercanía al gremio, expresada en tiempo de desplazamiento (hora).
• Cercanía a la Aunap, expresada en tiempo de desplazamiento (hora).
• Cercanía a las CAR, expresada en tiempo de desplazamiento (hora).
• Cercanía al ICA, expresada en tiempo de desplazamiento (hora).</td></tr>
<tr><th colspan="3">DEFINICIÓN</th></tr>
<tr><td colspan="3">Facilidad con la que se puede acceder desde otros puntos en el territorio, a la institucionalidad gremial, y a entidades que soportan la sanidad, y la investigación y transferencia de tecnología pecuaria, que está directamente relacionada con la administración, fomento y control de la acuicultura.</td></tr>
<tr><th colspan="3">IMPORTANCIA DEL CRITERIO</th></tr>
<tr><td colspan="3">La cercanía a la institucionalidad permite generar oportunidades para el mejoramiento de la productividad y abrir espacios para la adaptación de las unidades productivas a las condiciones que demanda el mercado. En este mismo sentido, la cercanía a la institucionalidad regional por parte de los acuicultores también puede ayudar a fortalecer procesos de innovación y cambio técnico, necesarios para responder a las necesidades del consumidor final.</td></tr>
<tr><th colspan="3">LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO</th></tr>
<tr><td colspan="3">El ICA y la CAR son entidades que tienen ofertas institucionales: ICA en vigilancia fitosanitaria, normatividad, certificaciones de predios, en BPA, etc., y las CAR están asociadas a los permisos de concesión de agua.</td></tr>
<tr><th colspan="3">METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN</th></tr>
<tr><td colspan="3">La ponderación del criterio se construyó a partir de la metodología AHP (Analytics Hierarchy Process), condensada en la matriz de comparaciones pareadas de cuatro variables, de acuerdo con la siguiente tabla:</td></tr>
</table>

Criterio	Variables	Cercanía al gremio	Cercanía a la Aunap	Cercanía a las CAR	Cercanía al ICA
Institucionalidad	Cercanía al gremio	**1**			
	Cercanía a la Aunap	**1/3**	**1**		
	Cercanía a las CAR	**1/3**	**1/3**	**1**	
	Cercanía al ICA	**1/5**	**1/3**	**1/3**	**1**

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

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

Teniendo en cuenta el *software* PriEsT (*Priority Estimation Tool*), se calcularon las ponderaciones de cada variable dentro del criterio, de acuerdo con la calificación de los municipios, según categorías de aptitud y para cada categoría de aptitud se asignó un valor así: alta (A1), media (A2) y baja (A3).

Criterio	Variable	Ponderación (%)
Institucionalidad	Cercanía al gremio	51,3
	Cercanía a la Aunap	26,1
	Cercanía a las CAR	15,0
	Cercanía al ICA	7,6
Total, ponderación		**100,0**

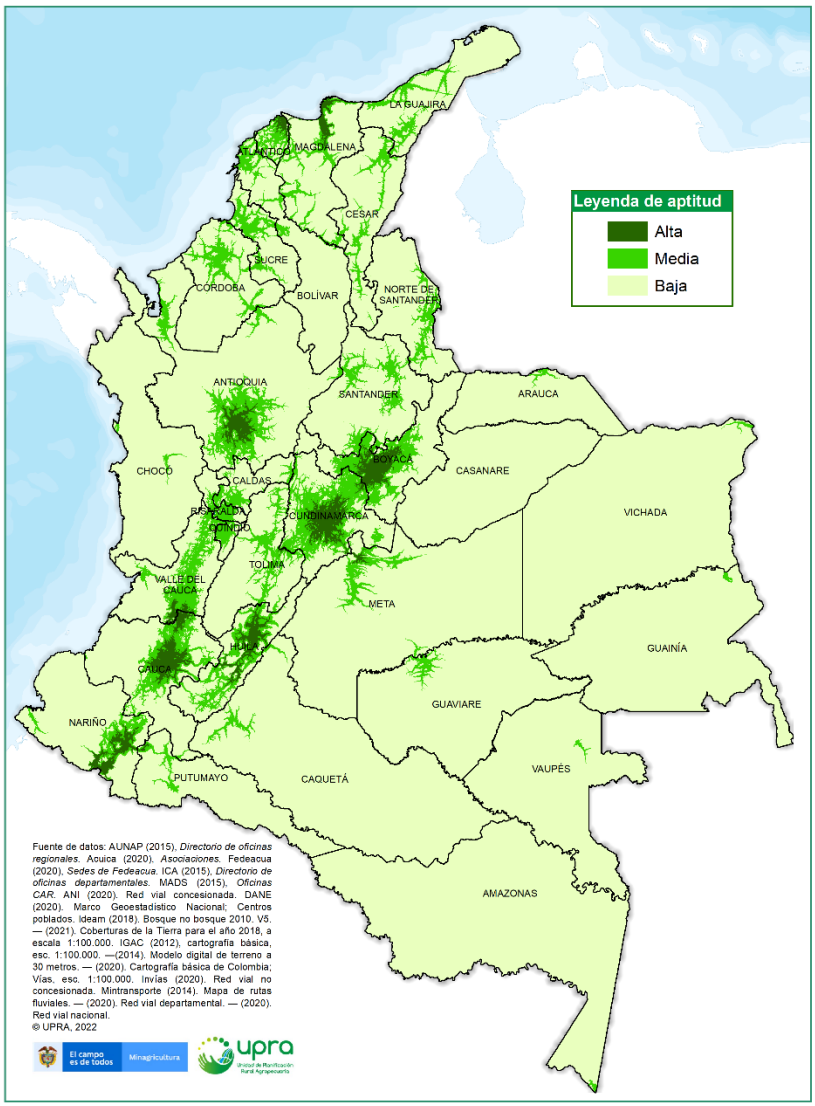
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Variables	Unidad de medida	Aptitud		
		Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)
Cercanía al gremio	Tiempo de desplazamiento (hora)	< 1	1 - 2	> 2
Cercanía a la Aunap		< 1	1 - 2	> 2
Cercanía a las CAR		< 1	1 - 2	> 2
Cercanía al ICA		< 1	1 - 2	> 2

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE TRES ESPECIES ICTICAS NATIVAS DE COLOMBIA YAMÚ, BOCACHICO Y BAGRE RAYADO EN ESTANQUES EN TIERRA

CRITERIO INSTITUCIONALIDAD



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Aunap. (2015). *Directorio de oficinas regionales*.
- Fedeacua. (2020). *Sedes de la Fedeacua*.
- Ceniacua. (2020). *Sede*.
- ICA. (2015). *Ubicación de las sedes del ICA*. Bogotá: ICA.
- ICBF. (2019). *Organizaciones productoras de alimentos*.
- MADS. (2015). *Oficinas de las CAR*.
- Ideam. (2014). Mapa de Coberturas de la Tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia. Período 2010-2012.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). *Método digital de elevación a 30 m*. Bogotá: IGAC.
- Mintransporte. (2014). *Mapa de tramos fluviales navegables. Mapa de vías 4 G*. Bogotá: Mintransporte.

3.2.1 Variable cercanía al gremio

<table>
<tr><th colspan="3">FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE</th></tr>
<tr><td>TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano</td></tr>
<tr><td colspan="3">COMPONENTE: socioeconómico SUBCOMPONENTE: social</td></tr>
<tr><td colspan="3">CRITERIO ASOCIADO: institucionalidad</td></tr>
<tr><td>VARIABLE: cercanía al gremio</td><td colspan="2">UNIDAD DE MEDIDA: tiempo de desplazamiento (hora)</td></tr>
<tr><td rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Exclusión técnica</td><td></td></tr>
<tr><td>Análisis jerárquico</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante legal</td><td></td></tr>
<tr><th colspan="3">DEFINICIÓN</th></tr>
<tr><td colspan="3">Facilidad con la que se puede alcanzar, desde otros puntos en el territorio, a una sede de la Federación Colombiana de Acuicultores (Fedeacua), organización gremial de orden nacional y a la sede de Ceniacua, que es la entidad encargada de generar el conocimiento científico y tecnológico aplicable a la acuicultura.</td></tr>
<tr><th colspan="3">IMPORTANCIA DE LA VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="3">Incide en la percepción de los agentes económicos respecto de la institucionalidad sectorial presente en el municipio.

Fedeacua representa a los productores de semilla, engorde, cadena de custodia, planta de proceso y comercialización de la piscicultura continental en Colombia, líder en la representación estratégica de los productores de especies nativas tilapia, trucha, cachama, pirarucú y camarón y ante entidades nacionales e internacionales, publicas y privadas.

Ceniacua, es la entidad encargada de mejorar la productividad y el desarrollo sostenible de la acuicultura colombiana, a través de la investigación</td></tr>
<tr><th colspan="3">VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO</th></tr>
<tr><td colspan="3">En el análisis de la variable no presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).</td></tr>
<tr><th colspan="3">LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="3">N/A</td></tr>
<tr><th colspan="3">METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN</th></tr>
<tr><td colspan="3">1. Información.

Fedeacua. 2020. Sedes de la Federación.
Ceniacua. 2020. Sede

2. Precisiones de la información.</td></tr>
</table>

Se emplea la metodología de isócronas utilizada por la UPRA, herramienta técnica, a través de la cual se calcula el tiempo de desplazamiento sobre los diferentes ejes viales (vías pavimentadas, carreteras con dos o más carriles, carretera angosta, vía sin pavimentar, carreteras o senderos), la pendiente de estas, medidas por el método de elevación digital de 30 m, su influencia en la velocidad y los tramos navegables fluviales que existían para 2014.

Tipos de vías terrestres empleadas en el algoritmo de isócronas:

Tipo 1: pavimentada, carretera de dos o más carriles, transitable todo el año.
Tipo 2: sin pavimentar, carretera de dos o más carriles, transitable todo el año.
Tipo 3: pavimentada, carretera angosta, transitable todo el año.
Tipo 4: sin pavimentar, carretera angosta, transitable todo el año.
Tipo 5: sin pavimentar, transitable en tiempo seco.
Tipo 6: sin afirmado, transitable en tiempo seco.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Para el cálculo de dichas isócronas, se tuvo en cuenta como punto de referencia la ubicación de la sede de Fedeacua.

4. Clasificación por aptitud.

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definen con base en los tiempos de desplazamiento a las sedes, considerando que a mayor distancia se reduce la posibilidad de acceder a los servicios de cada sede. Aptitud alta (A1): a menos de 1 hora, aptitud media (A2): entre 1 y 2 horas, y aptitud baja (A3): más de 2 horas.

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).

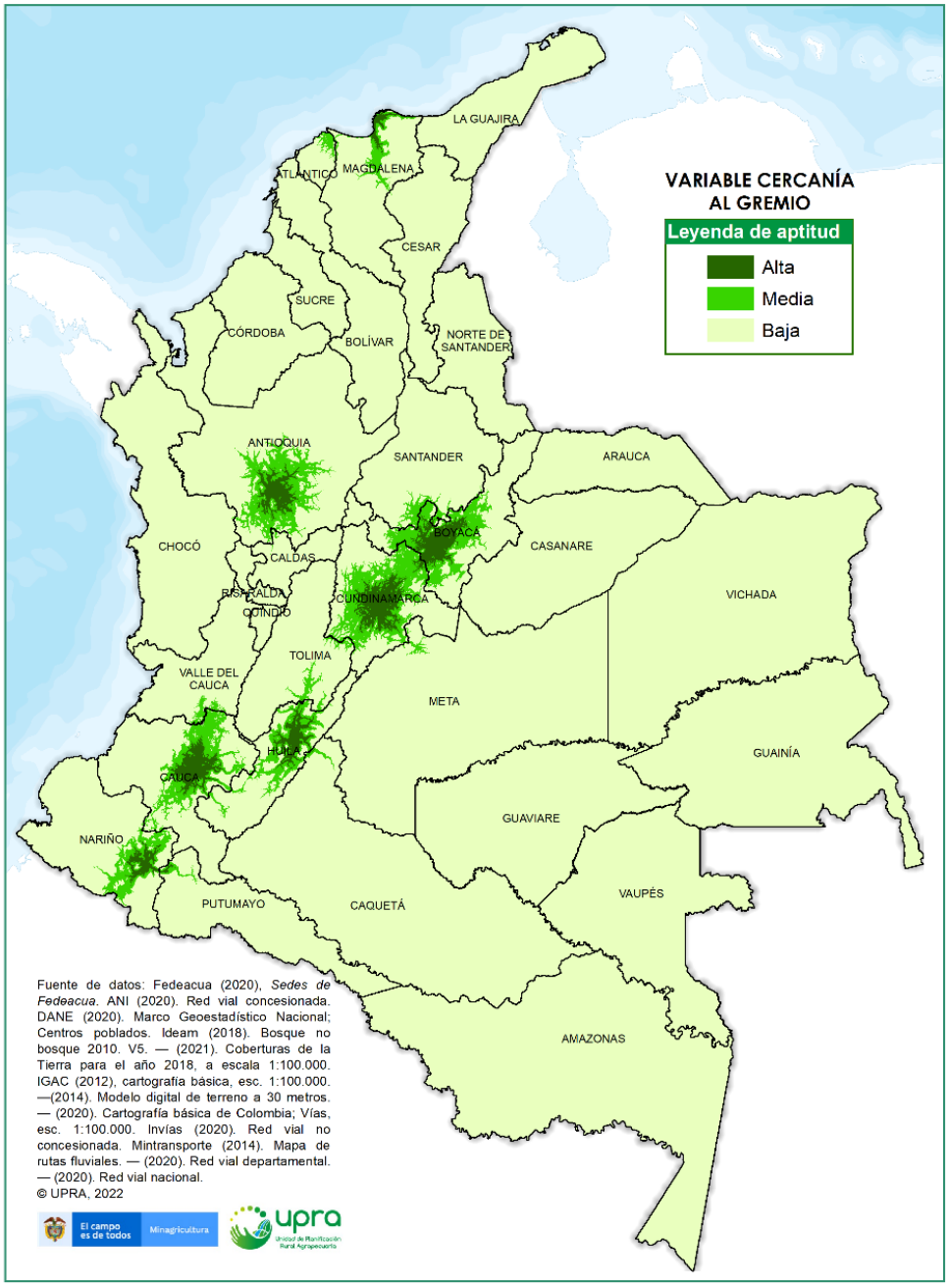
Tiempo de desplazamiento (hora)	Aptitud
< 1	Alta (A1)
1- 2	Media (A2)
> 2	Baja (A3)

Unidad de análisis	Tiempo de desplazamiento

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE TRES ESPECIES ICTICAS NATIVAS DE COLOMBIA YAMÚ, BOCACHICO Y BAGRE RAYADO EN ESTANQUES EN TIERRA

CRITERIO INSTITUCIONALIDAD



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Fedeacua. (2020). Sedes de la Federación.
- Ceniacua. (2020). Sede.
- IGAC. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000.* Bogotá: IGAC.
- _. (2014). *Método digital de elevación a 30 m.* Bogotá: IGAC.
- Mintransporte. (2014). *Mapa de los tramos fluviales navegables. Mapa de vías 4G.* Bogotá: Mintransporte.

3.2.2. Variable cercanía a la Aunap

<table>
<tr><th colspan="3">FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE</th></tr>
<tr><td>TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano</td></tr>
<tr><td colspan="3">COMPONENTE: socioeconómico SUBCOMPONENTE: social</td></tr>
<tr><td colspan="3">CRITERIO ASOCIADO: institucionalidad</td></tr>
<tr><td>VARIABLE: cercanía a la Aunap</td><td colspan="2">UNIDAD DE MEDIDA: tiempo de desplazamiento (hora)</td></tr>
<tr><td rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Exclusión técnica</td><td></td></tr>
<tr><td>Análisis jerárquico</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante legal</td><td></td></tr>
<tr><th colspan="3">DEFINICIÓN</th></tr>
<tr><td colspan="3">Facilidad con la que se puede alcanzar, desde otros puntos en el territorio, a una oficina de la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (Aunap), institución encargada de ejercer la autoridad pesquera y de la acuicultura en Colombia (Decreto 4181 de 2011).</td></tr>
<tr><th colspan="3">IMPORTANCIA DE LA VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="3">Incide en la percepción de los agentes económicos respecto de la institucionalidad sectorial presente en el municipio.

El estar cerca a las oficinas de la Aunap, fortalece la cadena productiva, dado que facilita el acceso a la asesoría técnica para el manejo adecuado del cultivo, obteniendo una mayor productividad. También puede facilitar la formalización de la actividad o el establecimiento de nuevos proyectos promoviendo el desarrollo sostenible y productivo de la actividad.</td></tr>
<tr><th colspan="3">VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO</th></tr>
<tr><td colspan="3">En el análisis de la variable no presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).</td></tr>
<tr><th colspan="3">LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="3">N/A</td></tr>
<tr><th colspan="3">METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN</th></tr>
<tr><td colspan="3">1. Información.

Aunap 2015. Directorio de oficinas regionales.

2. Precisiones de la información.

Se emplea la metodología de isócronas utilizada por la UPRA, herramienta técnica, a través de la cual se calcula el tiempo de desplazamiento sobre los diferentes ejes viales (vías pavimentadas, carreteras con dos o más carriles, carretera angosta, vía sin pavimentar, carreteras o senderos), la pendiente de estas, medidas por el método de elevación digital de 30 m, su influencia en la velocidad y los tramos navegables fluviales que existían para 2014.</td></tr>
</table>

Tipos de vías terrestres empleadas en el algoritmo de isócronas:

Tipo 1: pavimentada, carretera de dos o más carriles, transitable todo el año.
Tipo 2: sin pavimentar, carretera de dos o más carriles, transitable todo el año.
Tipo 3: pavimentada, carretera angosta, transitable todo el año.
Tipo 4: sin pavimentar, carretera angosta, transitable todo el año.
Tipo 5: sin pavimentar, transitable en tiempo seco.
Tipo 6: sin afirmado, transitable en tiempo seco.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Para el cálculo de dichas isócronas, se tuvo en cuenta como punto de referencia la ubicación de la oficina de la Aunap.

4. Clasificación por aptitud.

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definen con base en los tiempos de desplazamiento a las oficinas, considerando que a mayor distancia se reduce la posibilidad de acceder a cada oficina. Aptitud alta (A1): a menos de 1 hora, aptitud media (A2): entre 1 y 2 horas, en aptitud baja (A3): más de 2 horas.

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).

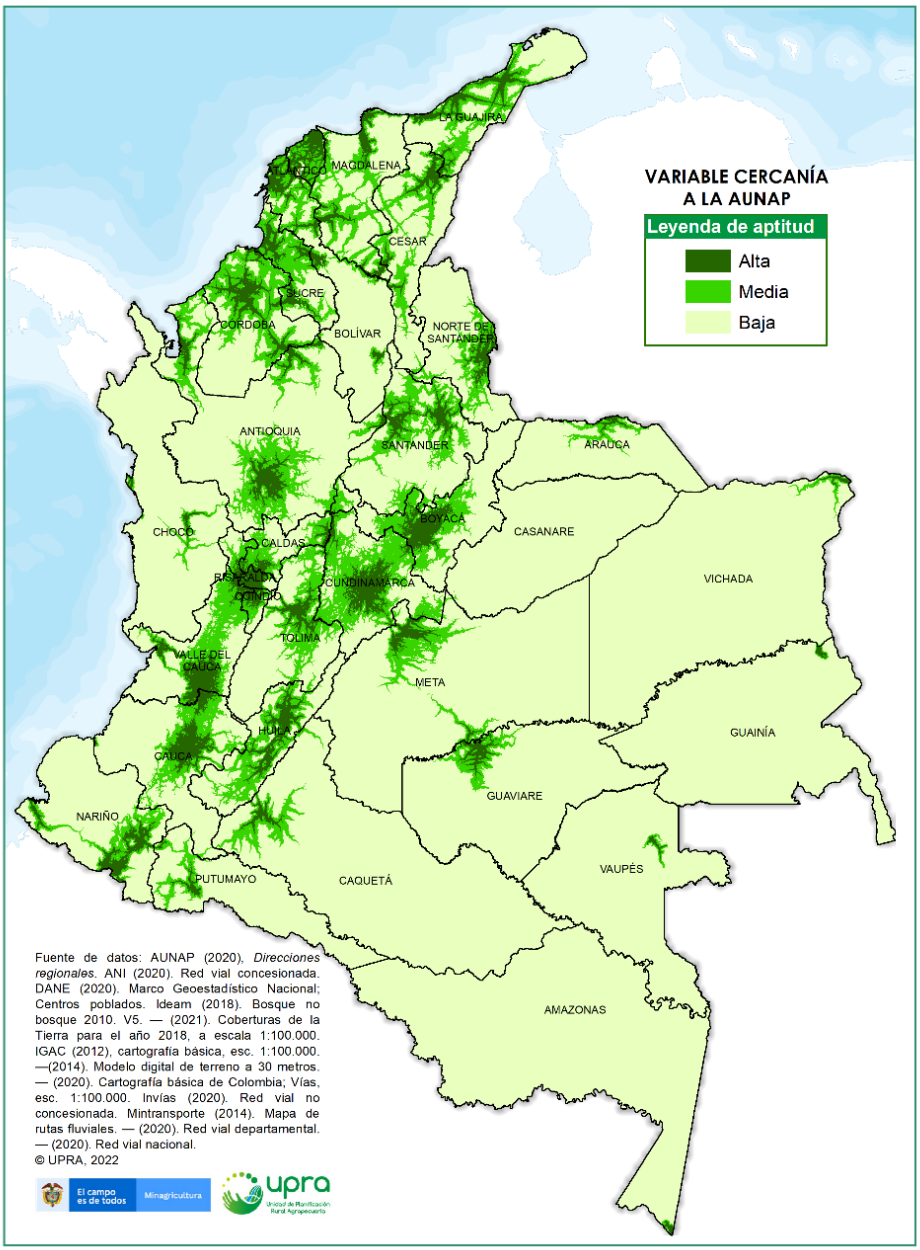
Tiempo de desplazamiento (hora)	Aptitud
< 1	Alta (A1)
1 – 2	Media (A2)
> 2	Baja (A3)

Unidad de análisis	Tiempo de desplazamiento (hora)

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE TRES ESPECIES ICTICAS NATIVAS DE COLOMBIA YAMÚ, BOCACHICO Y BAGRE RAYADO EN ESTANQUES EN TIERRA

CRITERIO INSTITUCIONALIDAD



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Aunap (2015). *Directorio de oficinas regionales*.
- IGAC. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). *Método digital de elevación a 30 m*.
- Mintransporte. (2014). *Mapa de los tramos fluviales navegables. Mapa de vías 4G*. Bogotá: Mintransporte.

3.2.3 Variable cercanía a las CAR

<table>
<tr><th colspan="3">FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE</th></tr>
<tr><td>TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano</td></tr>
<tr><td colspan="3">COMPONENTE: socioeconómico SUBCOMPONENTE: social</td></tr>
<tr><td colspan="3">CRITERIO ASOCIADO: institucionalidad</td></tr>
<tr><td>VARIABLE: cercanía a las CAR</td><td colspan="2">UNIDAD DE MEDIDA: tiempo de desplazamiento (hora)</td></tr>
<tr><td rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Exclusión técnica</td><td></td></tr>
<tr><td>Análisis jerárquico</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante legal</td><td></td></tr>
<tr><th colspan="3">DEFINICIÓN</th></tr>
<tr><td colspan="3">Facilidad con la que se puede alcanzar desde otros puntos en el territorio a una oficina de la autoridad ambiental regional, teniendo en cuenta que el primer requisito que se debe cumplir para el establecimiento de una granja destinada a la acuicultura es el contar con la concesión de agua, ya sea superficial o subterránea, así como con el permiso de vertimientos, autorizaciones que son competencia de las corporaciones autónomas regionales y de desarrollo sostenible, de acuerdo con lo señalado en la Ley 99 de 1993 artículo 31 numerales 9 y 12.</td></tr>
<tr><th colspan="3">IMPORTANCIA DE LA VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="3">Incide en la percepción de los agentes económicos con respecto a la oferta institucional facilitando la formalización de las granjas de acuicultura existentes a nivel municipal, así como el establecimiento de nuevos proyectos de acuicultura bajo el marco normativo que regula y promueve el uso sostenible de los recursos naturales (suelo y agua).</td></tr>
<tr><th colspan="3">VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO</th></tr>
<tr><td colspan="3">En el análisis de la variable no presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).</td></tr>
<tr><th colspan="3">LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="3">La cobertura de las CAR es nacional, por lo que los puntos de referencia de las sedes, limita el análisis de la variable.</td></tr>
<tr><th colspan="3">METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN</th></tr>
<tr><td colspan="3">1. Información.

MADS. 2015. Oficinas de las CAR.

2. Precisión de la información.

La metodología de isócronas empleadas por la UPRA es una herramienta técnica, a través de la cual se calcula el tiempo de desplazamiento sobre los diferentes ejes viales (vías</td></tr>
</table>

pavimentadas, carreteras con dos o más carriles, carretera angosta, vía sin pavimentar, carreteras o senderos), la pendiente de las mismas, medidas por el método de elevación digital de 30 m, su influencia en la velocidad y los tramos navegables fluviales que existían para 2014.

Tipos de vías terrestres empleadas en el algoritmo de isócronas:

Tipo 1: pavimentada, carretera de dos o más carriles, transitable todo el año.
Tipo 2: sin pavimentar, carretera de dos o más carriles, transitable todo el año.
Tipo 3: pavimentada, carretera angosta, transitable todo el año.
Tipo 4: sin pavimentar, carretera angosta, transitable todo el año.
Tipo 5: sin pavimentar, transitable en tiempo seco.
Tipo 6: sin afirmado, transitable en tiempo seco.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Para el cálculo de dichas isócronas, se tuvo en cuenta la ubicación de las sedes de las CAR.

4. Clasificación por aptitud.

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definen con base en los tiempos de desplazamiento a la sede de la CAR, considerando que a mayor distancia se reduce la posibilidad de acceder a la sede. Aptitud alta (A1): menos de 1 hora; aptitud media (A2): entre 1 y 2 horas y aptitud baja (A3): más de 2 horas.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

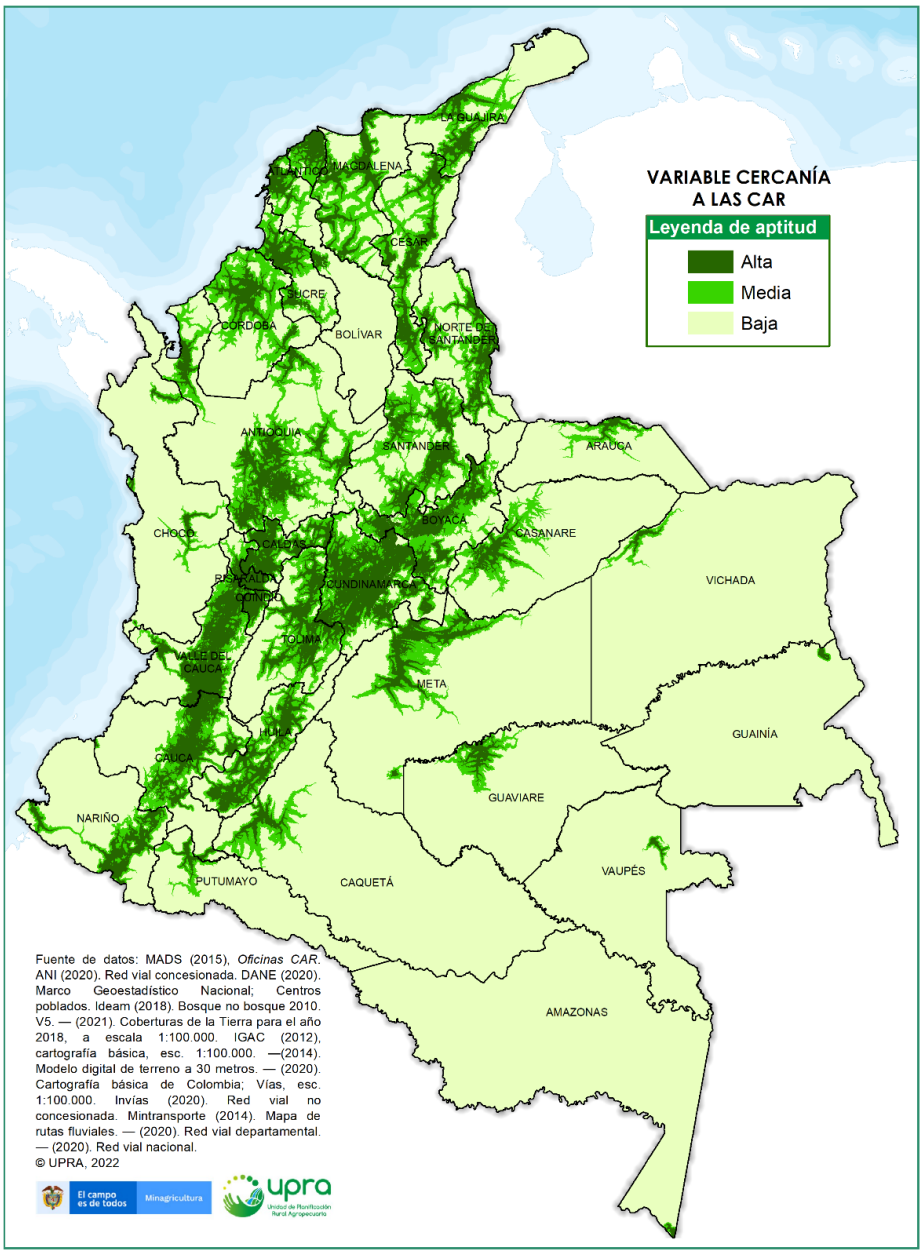
Tiempo de desplazamiento (hora)	Aptitud
< 1	Alta (A1)
1- 2	Media (A2)
> 2	Baja (A3)

Unidad de análisis	Tiempo de desplazamiento (hora)

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE TRES ESPECIES ICTICAS NATIVAS DE COLOMBIA YAMÚ, BOCACHICO Y BAGRE RAYADO EN ESTANQUES EN TIERRA

CRITERIO INSTITUCIONALIDAD



FUENTES DE INFORMACIÓN

- MADS. (2015). *Oficinas de la CAR*.
- Ideam. (2014). Mapa de Coberturas de la Tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia. Período 2010-2012. Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012). Cartografía básica escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). *Método digital de elevación a 30 m*. Bogotá: IGAC.
- Mintransporte. (2014). Mapa de tramos fluviales navegables. Mapa de vías 4G. Bogotá: Mintransporte.

3.2.4 Variable cercanía al ICA

<table>
<tr><th colspan="3">FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE</th></tr>
<tr><td>TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano</td></tr>
<tr><td colspan="3">COMPONENTE: socioeconómico SUBCOMPONENTE: social</td></tr>
<tr><td colspan="3">CRITERIO ASOCIADO: institucionalidad</td></tr>
<tr><td>VARIABLE: cercanía al ICA</td><td colspan="2">UNIDAD DE MEDIDA: tiempo de desplazamiento (hora)</td></tr>
<tr><td rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Exclusión técnica</td><td></td></tr>
<tr><td>Análisis jerárquico</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante legal</td><td></td></tr>
<tr><th colspan="3">DEFINICIÓN</th></tr>
<tr><td colspan="3">Facilidad con la que se puede alcanzar desde diferentes puntos del territorio a una oficina del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), institución encargado de contribuir al desarrollo sostenido del sector agropecuario, pesquero y acuícola, mediante la prevención, vigilancia y control de los riesgos sanitarios, biológicos y químicos para las especies animales y vegetales y la investigación aplicada, con el fin de proteger la salud de las personas, los animales y las plantas y asegurar las condiciones del comercio.</td></tr>
<tr><th colspan="3">IMPORTANCIA DE LA VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="3">El estar cerca a las oficinas del ICA incide en el fortalecimiento de la cadena productiva, dado que facilita el acceso a la asesoría técnica para el manejo sanitario del cultivo, obteniendo una mayor productividad. También puede facilitar la formalización de la actividad o el establecimiento de nuevos proyectos promoviendo el desarrollo sostenible y productivo de la actividad bajo el cumplimiento de estándares de calidad e inocuidad.</td></tr>
<tr><th colspan="3">VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO</th></tr>
<tr><td colspan="3">En el análisis de la variable no presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).</td></tr>
<tr><th colspan="3">LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="3">La cobertura del ICA es nacional, por lo que los puntos de referencia de las sedes, limita el análisis de la variable.</td></tr>
<tr><th colspan="3">METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN</th></tr>
<tr><td colspan="3">1. Información.

ICA. 2020. Sedes del ICA

2. Precisión de la información.

La metodología de isócronas empleadas por la UPRA es una herramienta técnica, a través de la cual se calcula el tiempo de desplazamiento sobre los diferentes ejes viales (vías pavimentadas, carreteras con dos o más carriles, carretera angosta, vía sin pavimentar,</td></tr>
</table>

carreteras o senderos), la pendiente de las mismas, medidas por el método de elevación digital de 30 m, su influencia en la velocidad y los tramos navegables fluviales que existían para 2014.

Tipos de vías terrestres empleadas en el algoritmo de isócronas:

Tipo 1: pavimentada, carretera de dos o más carriles, transitable todo el año.
Tipo 2: sin pavimentar, carretera de dos o más carriles, transitable todo el año.
Tipo 3: pavimentada, carretera angosta, transitable todo el año.
Tipo 4: sin pavimentar, carretera angosta, transitable todo el año.
Tipo 5: sin pavimentar, transitable en tiempo seco.
Tipo 6: sin afirmado, transitable en tiempo seco.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.
Para el cálculo de dichas isócronas, se tuvo en cuenta la ubicación de las sedes del ICA.

4. Clasificación por aptitud.

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definen con base en los tiempos de desplazamiento a la sede del ICA, considerando que a mayor distancia se reduce la posibilidad de acceder a una sede de la entidad oficial. Aptitud alta (A1): menos de 1 hora; aptitud media (A2): entre 1 y 2 horas, y aptitud baja (A3): más de 2 horas.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

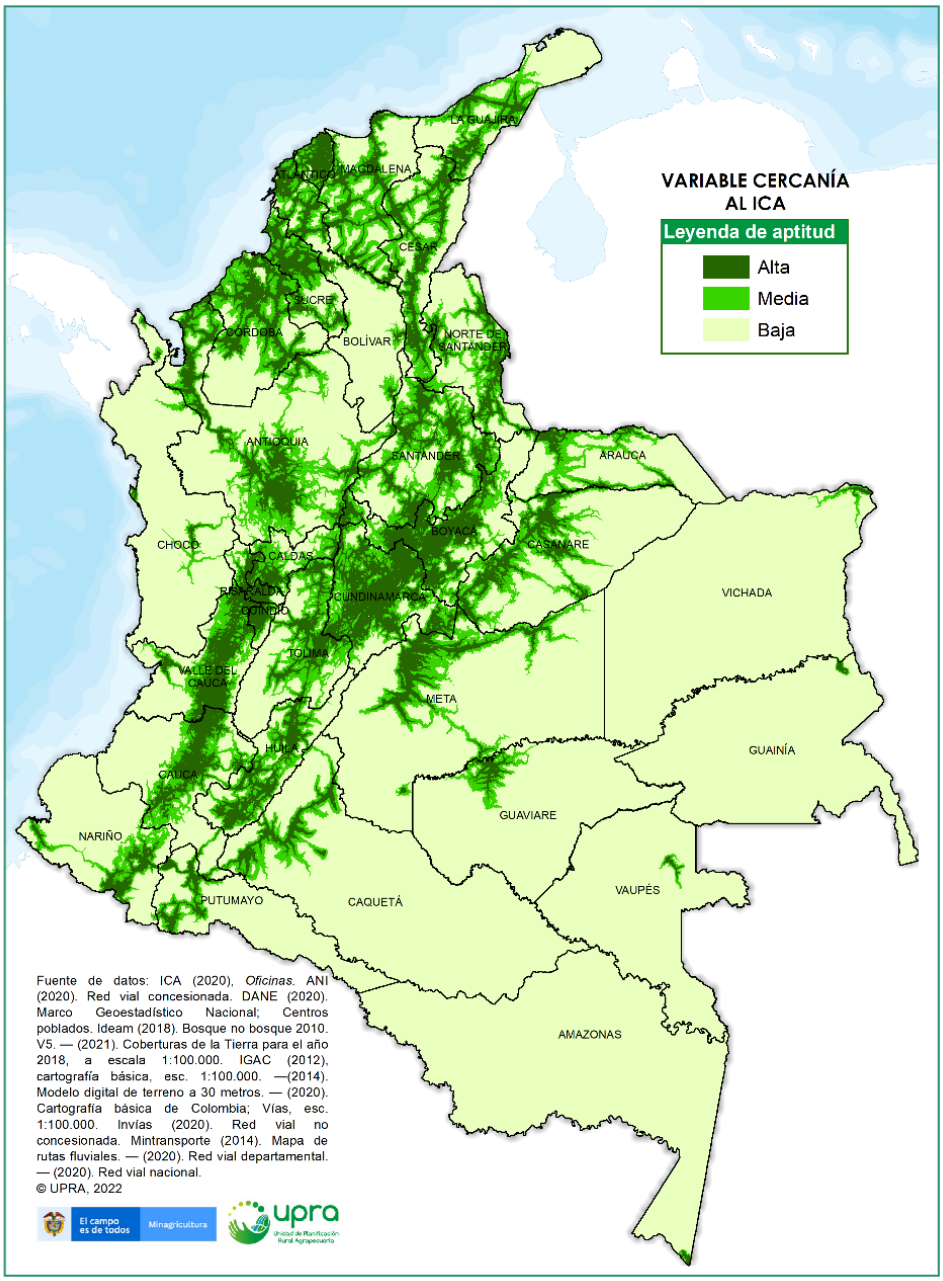
Tiempo de desplazamiento (hora)	Aptitud
< 1	Alta (A1)
1- 2	Media (A2)
> 2	Baja (A3)

Unidad de análisis	Tiempo de desplazamiento (hora)

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE TRES ESPECIES ICTICAS NATIVAS DE COLOMBIA YAMÚ, BOCACHICO Y BAGRE RAYADO EN ESTANQUES EN TIERRA

CRITERIO INSTITUCIONALIDAD



FUENTES DE INFORMACIÓN

- ICA. (2020). *Ubicación sedes del ICA*. Bogotá: ICA.
- Ideam. (2014). Mapa de Coberturas de la Tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia. Período 2010-2012. Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). *Método digital de elevación a 30 m*. Bogotá: IGAC.
- Mintransporte (2014). *Mapa de tramos fluviales navegables*. *Mapa de vías 4 G*. Bogotá: Mintransporte.

3.3. Criterio disponibilidad de mano de obra

<table>
<tr><th colspan="3">FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO</th></tr>
<tr><td>TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano</td></tr>
<tr><td colspan="3">COMPONENTE: socioeconómico SUBCOMPONENTE: social</td></tr>
<tr><td colspan="3">CRITERIO ASOCIADO: disponibilidad de mano de obra</td></tr>
<tr><td rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Exclusión técnica</td><td></td></tr>
<tr><td>Análisis jerárquico</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante legal</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO</td></tr>
<tr><td colspan="3">• Densidad de población rural en edad de trabajar, expresada como el número de habitantes rurales en edad de trabajar/km^2
• Oferta educativa, expresada en tiempo de desplazamiento (hora).</td></tr>
<tr><td colspan="3">DEFINICIÓN</td></tr>
<tr><td colspan="3">Identifica las condiciones que afectan la disponibilidad de mano de obra rural para la producción acuícola en un municipio, teniendo en cuenta su nivel de cualificación y las posibilidades de acceso a programas de formación académica, acorde a las necesidades de los productores de especies nativas (yamú, bocachico y bagre rayado).</td></tr>
<tr><td colspan="3">IMPORTANCIA DEL CRITERIO</td></tr>
<tr><td colspan="3">Brinda información sobre la potencial disponibilidad de mano de obra rural de un municipio en función del número de habitantes en edad productiva y de la capacidad para dotarlos de habilidades y transferirles conocimientos que les permita desempeñarse en actividades propias del sector acuícola, capacidad relacionada con la posibilidad de acceder a programas de formación académica. Estos elementos hacen posible que las unidades productivas de especies nativas (yamú, bocachico y bagre rayado), incrementen su productividad y la competitividad al implementar de mejor manera procesos técnicos sin estar limitados por la insuficiencia de personal idóneo.

Adicionalmente, permite a los agentes económicos prever y dimensionar la cantidad de capital humano en un municipio y sus posibilidades de especialización, factores que determinan la competitividad de la producción en los territorios.</td></tr>
<tr><td colspan="3">LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO</td></tr>
<tr><td colspan="3">La información disponible para determinar la población rural en edad de trabajar corresponde al censo general de población y vivienda del DANE (2018), que aunque reciente limita la capacidad para ser actualizado sobre la dinámica demográfica más coyuntural, por su distribución etárea y por su ubicación en las áreas urbanas o rurales de los municipios.</td></tr>
</table>

Adicionalmente, la base del Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES) proporciona datos sobre la ubicación geográfica de los programas académicos (técnicos, tecnológicos y universitarios) y de las sedes donde tienen autorizado impartir dicha formación, pero con las nuevas metodologías de la información y la comunicación, la ubicación real de sus estudiantes puede distanciarse de las cabeceras municipales donde están autorizados a funcionar.

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 dos variables, de acuerdo con la siguiente tabla:

Criterio	Variables	Densidad de la población rural en edad de trabajar	Oferta educativa
Disponibilidad de mano de obra	Densidad de la población rural en edad de trabajar	**1**	
	Oferta educativa	**1/3**	**1**

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

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

Teniendo en cuenta el *software* PriEsT (*Priority Estimation Tool*), se calcularon las ponderaciones de cada variable dentro del criterio, de acuerdo con la calificación de los municipios, según categorías de aptitud y para cada categoría de aptitud se asignó un valor así: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

Criterio	Variable	Ponderación (%)
Disponibilidad de mano de obra	Densidad de la población rural en edad de trabajar	75,0
	Oferta educativa	25,0
Total, ponderación		**100,0**

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

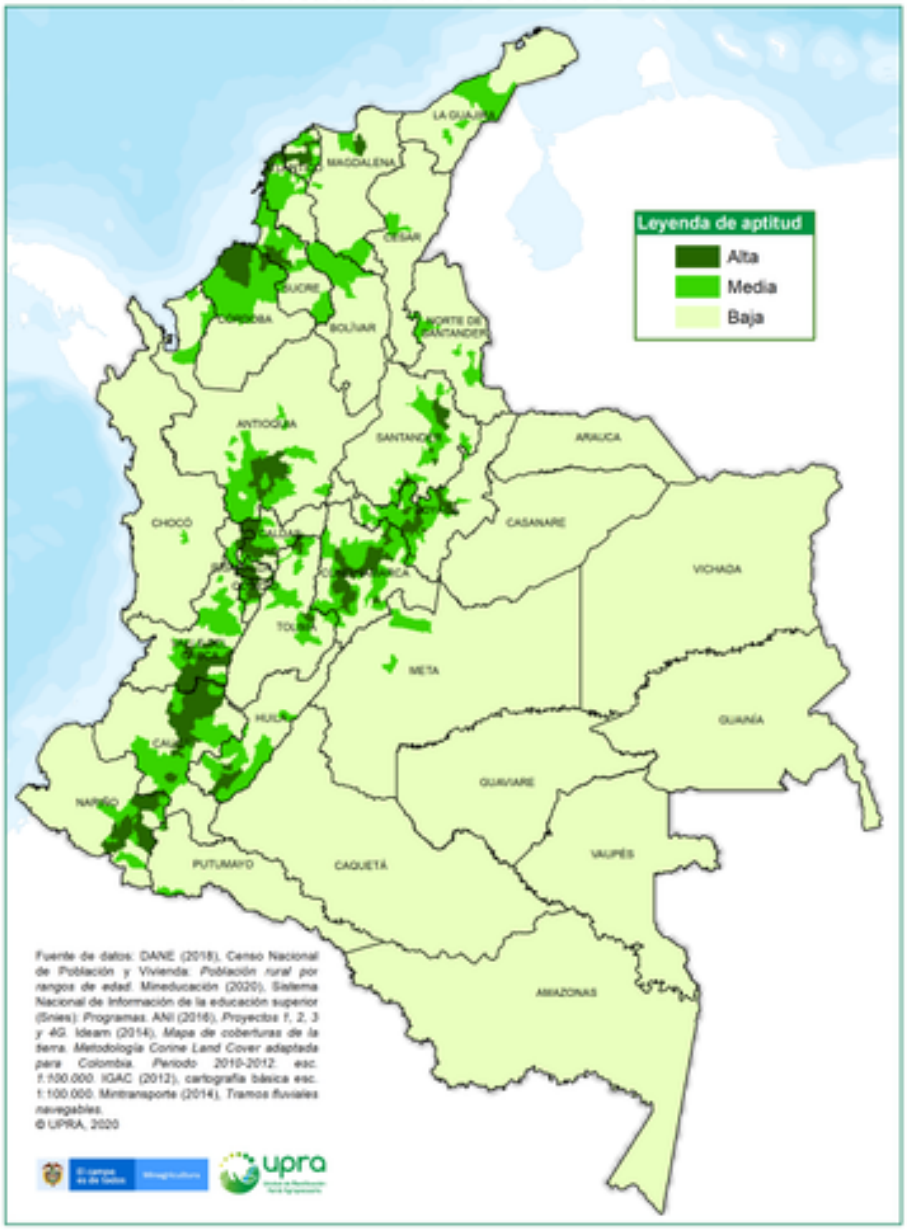
Para cada categoría se realizó una reclasificación numérica, la cual consiste en asignar un peso o valor en tres categorías de aptitud competitiva para el criterio: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

Variables	Unidad de medida	Aptitud		
		Alta (A1)	**Media (A2)**	**Baja (A3)**
Densidad de la población rural en edad de trabajar	Número de habitantes rurales en edad de trabajar/km^2	> 28,53	12,15-28,53	< 12,15
Oferta educativa	Tiempo de desplazamiento (hora)	< 1	1 - 2	> 2

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE TRES ESPECIES ICTICAS NATIVAS DE COLOMBIA YAMÚ, BOCACHICO Y BAGRE RAYADO EN ESTANQUES EN TIERRA

CRITERIO DISPONIBILIDAD DE MANO DE OBRA



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2018). Censo Nacional de población y vivienda. Bogotá: DANE.
- Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2018). *Portal Territata. Sistema de Estadísticas Territoriales*. Recuperado de: <https://territata.dnp.gov.co/#/.> Bogotá: DNP.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Ministerio de Educación Nacional - Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (Snies) marzo de 2020. Bogotá: Mineducación.
- Mintransporte. (2014). *Tramos red vial nacional y departamental*. Bogotá: Mintransporte.

3.3.1 Variable densidad de la población rural en edad de trabajar

<table>
<tr><th colspan="3">FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE</th></tr>
<tr><td>TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano</td></tr>
<tr><td colspan="3">COMPONENTE: socioeconómico SUBCOMPONENTE: social</td></tr>
<tr><td colspan="3">CRITERIO ASOCIADO: disponibilidad de mano de obra</td></tr>
<tr><td>VARIABLE: densidad de la población rural en edad de trabajar</td><td colspan="2">UNIDAD DE MEDIDA: número de habitantes rurales en edad de trabajar/km^2</td></tr>
<tr><td rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Exclusión técnica</td><td></td></tr>
<tr><td>Análisis jerárquico</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante legal</td><td></td></tr>
<tr><th colspan="3">DEFINICIÓN</th></tr>
<tr><td colspan="3">Número de personas rurales en edad de trabajar/km^2 comparado con las necesidades técnicas del cultivo. El rango etario de 20 a 64 años responde a la disponibilidad de información por lustros de edades, buscando medir los habitantes que se consideran en capacidad de trabajar según las series de población estimadas por el DANE (2018). Dicho valor es contrastado con las dimensiones físicas del municipio para aproximarse a la densidad poblacional rural en fase productiva de los mismos.</td></tr>
<tr><th colspan="3">IMPORTANCIA DE LA VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="3">Se establece una relación directa entre el número de personas en edad de trabajar/km^2 en la zona rural y la aptitud productiva del municipio, puesto que con esta medición se hace una aproximación a la capacidad potencial del suministro de mano de obra ante posibles iniciativas productivas localizadas en su territorio.

Municipios con una mayor población rural en edad de trabajar en un área relativamente pequeña, tendrán altos valores de esta variable, 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 de acuicultura.

Por el contrario, aquellos municipios que tienen bajos niveles de población rural en edad de trabajar y que tienen áreas relativamente grandes, tendrán bajos valores de esta variable, lo que reducirá la posibilidad de que los agentes económicos accedan a la mano de obra necesaria para sus iniciativas productivas. Lo anterior permite que los potenciales productores e inversionistas identifiquen las mejores opciones en la oferta laboral según el nivel de intensidad en el uso de este factor productivo por parte de la acuicultura.</td></tr>
<tr><th colspan="3">VALOR DE EXCLUSIÓN SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO</th></tr>
<tr><td colspan="3">En el análisis de la variable no presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).</td></tr>
</table>

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. Adicionalmente, no se cuenta con la posibilidad de distinguir a aquellos individuos que aún en su fase de vida productiva, no ofrecen su fuerza laboral, por vivir de rentas o pertenecer a un régimen pensional. Más limitante resulta aún en el caso de la explotación de acuicultura de especies nativas (yamú, bocachico y bagre rayado), no poder establecer el nivel de interés real de los individuos en vincularse con como opción y modo de vida. Por otra parte, la distinción urbana y rural de la población por su residencia, no excluye la posibilidad de que las mismas ofrezcan su capacidad productiva en la zona rural cuando viven en el casco urbano, o que viviendo en la zona rural se desplacen al casco urbano para trabajar (conmutación), incluso existiendo la posibilidad de un desplazamiento a otro municipio cercano. Para el análisis de la variable un limitante analítico es el supuesto que se hace respecto a que la población en edad de trabajar está distribuida dentro del total de la población municipal, de la misma manera tanto para el territorio rural como para el urbano. El anterior supuesto es el que permite estimar el porcentaje de población rural en edad de trabajar en cada municipio. Finalmente, las áreas territoriales utilizadas para la estimación de la densidad espacial son muy sensibles a la existencia de territorios excluidos tanto de la frontera agrícola nacional como de otras limitaciones y condicionantes físicas y legales, por lo que, aunque se supone una distribución homogénea de la población rural en edad de trabajar dentro del territorio municipal, en la mayoría de los casos dicho supuesto no se cumple.
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN
1. Información. DANE. 2018. Censo Nacional de Población y Vivienda. DNP. 2018. Información obtenida del portal Territata. DANE. 2018. Extensión territorial municipal. IGAC. 2012. Cartografía básica, escala 1:100.000. **2. Precisiones de la información.** La fuente para la estimación de la $PET_{20\text{-}64}$ rural es el Censo Nacional de Población y Vivienda del DANE (2018). Sin embargo, debido a que la información de la PET está disponible únicamente por grupos quinquenales y para el conjunto municipal, se toma la información de los 13 rangos de población correspondientes a edades entre 20 y 64

años, tanto para hombres como para mujeres, los que se suman para estimar la población municipal en edad de trabajar. Dicho resultado es dividido en el área territorial del municipio reportada por el DANE y consolidada por el DNP en el portal Terridata.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Se realiza un análisis de consistencia en la que se observa la disponibilidad de información para todos los municipios del país y se ordena de mayor a menor para determinar el mejor método estadístico de agrupamiento.

Siguiendo la metodología de evaluación de tierras, se evalúa la existencia de datos atípicos mediante el criterio de Tukey, que consiste en señalar como atípico aquel dato que se encuentra 1,5 veces el rango intercuartílico por encima del tercer cuartil o por debajo del primer cuartil. Es decir, un dato es atípico si se encuentra por fuera del intervalo:

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

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 % de datos atípicos la decisión es utilizar el método de K-medias.

4. Clasificación de los municipios por aptitud.

Para definir los rangos de aptitud se establecen un punto de corte inicial definido por el requerimiento de mano de obra por hectárea para la producción de especies nativas, en los que se considera lo siguiente:

- Se utiliza la información expuesta el capítulo 5 “evaluación económica del cultivo de bocachico en jagueyes” escrito por Hilda Estrada López, Alex Ruiz Lázaro y Ronald Prieto Pulido de la Universidad Simón Bolívar, en el que se afirma que el sistema de producción de bocachico no exige una disponibilidad considerable de horas o jornales y puede manejarse con tiempo parcial.
- En el mencionado documento se plantea una explotación en un jaguey de pre - cría de 1000 m^2 y 4 jagueyes de engorde de 3500 m^2 configurando un espejo de agua de 15.000 m^2. Utilizando el parámetro propuesto por la FAO en el que el se sugiere que el área de explotación de la acuicultura este compuesto por 60 % de espejo de agua y 40 % de otras infraestructuras sería necesario 2,5 ha para la explotación propuesta.
- Contabilizando el número de jornales necesarios para la exploración de 4 tipos diferentes de bocachico, uno por cada jaguey de engorde, serían necesarios 214 jornales, en un ciclo de producción de 10 meses (300 días)
- Se estima entonces una relación de jornales hectárea por ciclo productivo de (214/2,5 = 85,6) y una relación de jornales hectárea día de (85,6/300=0,285)

Dicha información se pasa a la escala de km^2 y el resultado es que se estima que la producción de especies nativas demanda 28,5 personas/km^2. Este punto de corte es el que define los municipios con aptitud alta (A1) sobre los cuales se espera las mejores condiciones de oferta de mano de obra rural. Para la estimación de los rangos con aptitud media (A2) y baja (A3) se utiliza la metodología de agrupamientos de las variables socioeconómicas que en este caso indica la necesidad de utilizar el método de K-Medias.

El algoritmo de K-Medias, como otros métodos de agrupamiento parte de una función de aprendizaje no supervisado donde no existen clases predefinidas y sus resultados están fuertemente determinados por el conjunto de datos disponibles y las medidas de similitud o distancia utilizadas para comparar datos. Se busca minimizar la distancia intra-clústeres y maximizar la distancia inter-clústeres, partiendo de la distancia como medida de similitud. Si $d(i,j) > d(i,k)$ indica que el objeto *i* es más parecido a *k* que a *j*. El método de K-Medias desarrollado por MacQueen (1967) se basa un único parámetro (número de grupos), definido en este caso en 2 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:

- Se ordenan los datos de mayor a menor o de menor a mayor según incidencia del fenómeno socioeconómico en estudio y su supuesta relación con los niveles de aptitud para la cadena productiva.

- De manera inicial se divide en dos grupos el total de datos disponibles se calcula el centroide (centro geométrico del clúster) que se calcula como base para la construcción de la variable objetivo (distancia). El centroide que se propone es el promedio aritmético de cada agrupamiento.

- Dado que el algoritmo de K-Medias busca minimizar la distancia interna (suma de las distancias de los datos de su centroide), se calcula para cada dato el cuadrado de las diferencias de este con los centroides de los clústeres inicialmente calculados (dos) y se suman dichos valores para todos los datos del mismo clúster.

- Se asigna cada elemento al clúster cuyo dato sea el mínimo de los dos posibles y se recalculan los centroides con los nuevos agrupamientos.

- Iterativamente, se van actualizando los centroides en función de las asignaciones de puntos a clúster, hasta que los centroides dejen de cambiar.

Como parte del mismo proceso, el procedimiento de k-medias considera una fase de validación que consiste en lo siguiente:

- Evaluar la existencia de clúster que solo están integrados por datos extremos (*outliers*).

- Comparar dos conjuntos de clústeres alternativos evaluando su consistencia con los fenómenos socioeconómicos.

- Comparar los resultados de los agrupamientos con los derivados de otras técnicas de agrupamiento para determinar si los resultados están describiendo el fenómeno socioeconómico en estudio.

La validación se puede desarrollar tanto por criterios internos como externos que aporte información adicional como los relacionados con la entropía y la pureza, como también por criterios internos generados a partir de los propios datos como la suma de los cuadrados de las distancias al interior y entre clúster (cohesión y separación).

Al realizar el procedimiento para la variable densidad de la población rural en edad de trabajar el resultado fueron tres agrupamientos, a los que se le asignó la calificación de aptitud, de modo que los rangos quedan definidos de la siguiente manera:

Aptitud alta (A1): municipios con más de 28,53 habitantes rurales en edad de trabajar/km^2 Aptitud media (A2): municipios entre 12,15 y 28,53 habitantes rurales en edad de trabajar/km^2
Aptitud baja (A3): municipios con menos de 12,15 habitantes rurales en edad de trabajar/km^2

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), después de establecer un nivel considerado como optimo en la disponibilidad de trabajadores/km^2 y después de aplicar la metodología de agrupamientos de variables socioeconómicas por el método de K-medias, para los datos que no cumplieron con dicha condición.

Los resultados de dichos agrupamientos fueron los siguientes:

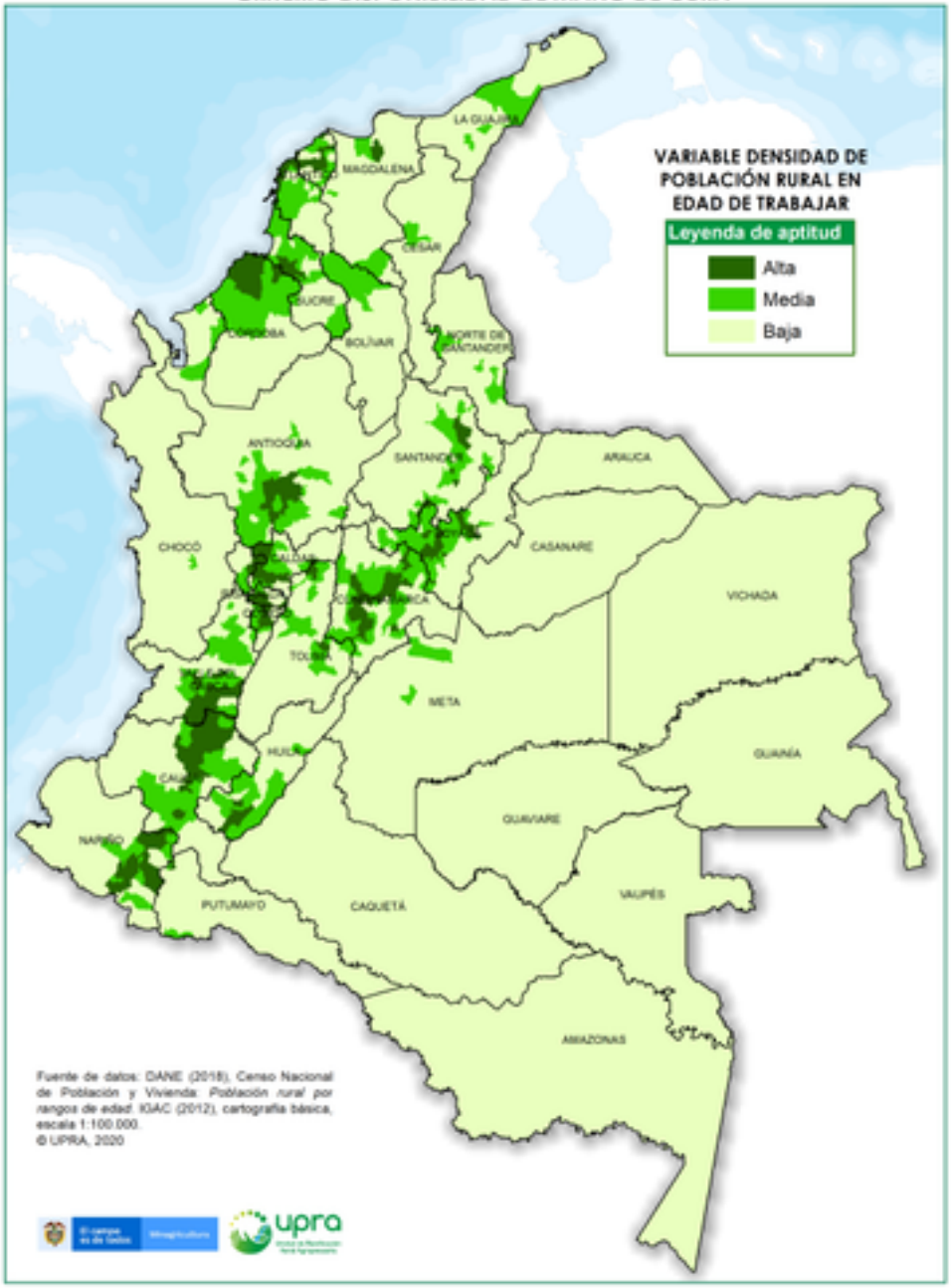
Número de habitantes rurales en edad de trabajar/km^2	**Aptitud**
> 28,53	Alta (A1)
12,15 – 28,53	Media (A2)
< 12,15	Baja (A3)

Unidad de análisis	Número de habitantes rurales en edad de trabajar

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE TRES ESPECIES ICTICAS NATIVAS DE COLOMBIA YAMÚ, BOCACHICO Y BAGRE RAYADO EN ESTANQUES EN TIERRA

CRITERIO DISPONIBILIDAD DE MANO DE OBRA



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2018). Censo Nacional de población y vivienda. Bogotá: DANE.
- Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2018). *Portal Territdata. Sistema de Estadísticas Territoriales*. Recuperado de: <https://territdata.dnp.gov.co/#/.>. Bogotá: DNP.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

3.3.2 Variable oferta educativa

<table>
<tr><th colspan="3">FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE</th></tr>
<tr><td>TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano</td></tr>
<tr><td colspan="3">COMPONENTE: socioeconómico SUBCOMPONENTE: social</td></tr>
<tr><td colspan="3">CRITERIO ASOCIADO: disponibilidad de mano de obra</td></tr>
<tr><td>VARIABLE: oferta educativa</td><td colspan="2">UNIDAD DE MEDIDA: tiempo de desplazamiento (hora)</td></tr>
<tr><td rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Exclusión técnica</td><td></td></tr>
<tr><td>Análisis jerárquico</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante legal</td><td></td></tr>
<tr><th colspan="3">DEFINICIÓN</th></tr>
<tr><td colspan="3">Nivel de cobertura espacial y facilidad de acceso a los programas de educación superior a niveles académicos técnico, tecnológico y universitario de niveles de formación pregrado y posgrado oficialmente aprobados, activos y relacionados con la producción acuícola, que facilitan la capacitación de la población y mejoran la competitividad sectorial del territorio.</td></tr>
<tr><th colspan="3">IMPORTANCIA DE LA VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="3">Permite a la población acceder a programas de formación niveles académicos técnico, tecnológico y universitario de formación pregrado y posgrado para elevar sus competencia y productividad laboral. El proceso general de educación es uno de los elementos más influyentes en el desarrollo de los individuos y sociedades. La capacitación y la formación para el trabajo a nivel 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 acuícola. Por otra parte, la formación a nivel universitario, se enfoca no solo en la construcción de procesos sino en la sistematización de las experiencias, indagando y conceptualizando, haciendo énfasis en aspectos teóricos y de investigación.

Esta dimensión tiene especial importancia en la zonificación de aptitud, dado que eleva las condiciones y capacidades de la población rural trabajadora y brinda la posibilidad a los futuros inversionistas de disponer de talento humano, con destrezas y/o conocimientos que pueden incrementar la productividad y mejorar la competitividad de la producción de especies nativas (yamú, bocachico y bagre rayado).

Por tanto, la competitividad de los territorios es proporcional a la cobertura y facilidad de acceso a la oferta educativa en niveles académicos técnico, tecnológico y universitario de pregrado y posgrado en áreas relacionadas a la actividad productiva de acuicultura. 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 acuicultura, potenciando las condiciones de la oferta de mano de obra y la competitividad municipal.</td></tr>
</table>

VALOR DE EXCLUSIÓN SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO
En el análisis de la variable no presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE
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 los estudiantes y sobre todo de la calidad, prestigio y nivel de formación impartidos. 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. 2020. Lugar de oferta de programas técnicos y tecnológicos relacionados con la acuicultura activos. IGAC. 2012. Cartografía básica, escala 1:100.000. **2. Precisiones de la información.** Programas académicos ofertados relacionados con la acuicultura por municipio, reportados en el SNIES del Mineducación. Se tiene en cuenta la totalidad de programas relacionados con la acuicultura con formación técnica, y tecnológica y universitaria de pregrado y posgrado filtrando los programas activos para el año 2020. Los programas identificados fueron los siguientes: Acuicultura, Biología Ambiental, Biología Aplicada, Biología Marina, Especialización en Acuicultura, Especialización en Acuicultura - Aguas Continentales, Especialización en Biología de Estuarios, Ingeniería en Producción Acuícola, Maestría en Acuicultura, Maestría en Biología, Maestría en Biología Aplicada, Maestría en Ciencias – Biología, Maestría en Ciencias Biológicas Áreas: Biología y Microbiología, Medicina Veterinaria y Zootecnia, Medicina Veterinaria, Zootecnia, Técnico Profesional en Acuicultura, Tecnología en Acuicultura, Tecnología en Acuicultura Continental. Se construyó una base de datos en la que se identifican los municipios donde al menos exista un programa activo y partiendo de su casco urbano se estimaron isócronas según rangos de distancia para definir los niveles de aptitud. La metodología de isócronas empleadas por la UPRA es una herramienta técnica, a través de la cual se calcula el tiempo de desplazamiento sobre los diferentes ejes viales (vías pavimentadas, carreteras con dos o más carriles, carretera angosta, vía sin pavimentar, carreteras o senderos), la pendiente de las mismas, medidas por el método de elevación digital de 30 m, su influencia en la velocidad y los tramos navegables fluviales que existían para 2014.

Tipos de vías terrestres empleadas en el algoritmo de isócronas:

Tipos de vías terrestres empleadas en el algoritmo de isócronas.
Tipo 1: pavimentada, carretera de dos o más carriles, transitables todo el año.
Tipo 2: sin pavimentar, carretera de dos o más carriles, transitable todo el año.
Tipo 3: pavimentada, carretera angosta, transitable todo el año.
Tipo 4: sin pavimentar, carretera angosta, transitable todo el año.
Tipo 5: sin pavimentar, transitable en tiempo seco.
Tipo 6: sin afirmado, transitable en tiempo seco.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

El SNIES permite establecer información sobre la totalidad del territorio nacional y sus municipios en los que se determina la existencia o no de programas activos de formación técnica, tecnológica y universitaria de pregrado y posgrado vinculados a la acuicultura, sobre los que se construyen las isócronas.

4. Clasificación por aptitud.

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definen con base en los tiempos de desplazamiento a los centros educativos, considerando que a mayor distancia se reduce la posibilidad de acceder con regularidad a las actividades académicas presenciales exigidas para la obtención de títulos formales. Los rangos de aptitud definidos son los siguientes: aptitud alta (A1): menos de 1 hora; aptitud media (A2): entre 1 y 2 horas, y aptitud baja (A3): más de 2 horas.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los rangos para la espacialización de la variable se clasifican de acuerdo con las categorías de aptitud competitiva: alta (A1), media (A2) y baja (A3), así:

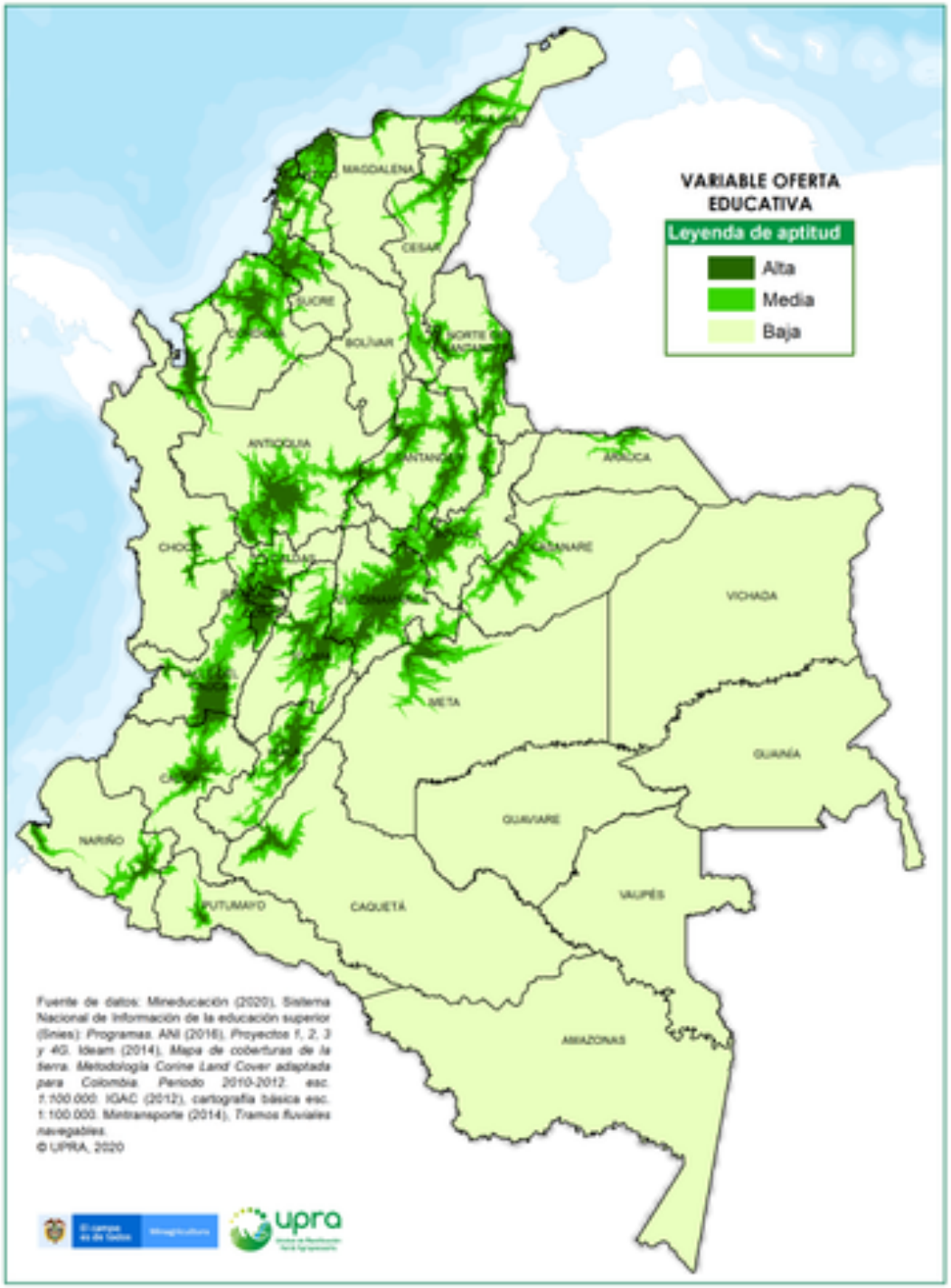
Tiempo de desplazamiento (hora)	Aptitud
< 1	Alta (A1)
1 - 2	Media (A2)
> 2	Baja (A3)

Unidad de análisis	Tiempo de desplazamiento (hora)

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE TRES ESPECIES ICTICAS NATIVAS DE COLOMBIA YAMÚ, BOCACHICO Y BAGRE RAYADO EN ESTANQUES EN TIERRA

CRITERIO DISPONIBILIDAD DE MANO DE OBRA



FUENTES DE INFORMACIÓN

- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Mineducación - Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (Snies) a 2020.
- Mintransporte. (2014). *Tramos red vial nacional y departamental*. Vías 4G. Bogotá: Mintransporte.

3.4. Criterio dinámica del mercado de tierras

<table>
<tr><th colspan="3">FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO</th></tr>
<tr><td>TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano</td></tr>
<tr><td colspan="3">COMPONENTE: socioeconómico SUBCOMPONENTE: económico</td></tr>
<tr><td colspan="3">CRITERIO ASOCIADO: dinámica del mercado de tierras</td></tr>
<tr><td rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Exclusión técnica</td><td></td></tr>
<tr><td>Análisis jerárquico</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionantelegal</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO</td></tr>
<tr><td colspan="3">• Avalúo catastral rural, expresado en millones de pesos/ha.
• Tamaño predial, expresado en predios (ha).
• Tendencia a la formalidad, expresada en predios.</td></tr>
<tr><td colspan="3">DEFINICIÓN</td></tr>
<tr><td colspan="3">El criterio expone la situación y comportamiento de los municipios en torno a la dinámica de la tierra, esto desde cuatro variables que permiten comprender la capacidad y limitantes del factor de producción agropecuaria por excelencia para el desarrollo del cultivo, al mostrar el impacto del tamaño, la formalidad y el precio de los predios a través de la utilización del avalúo catastral como un proxi de la tendencia del mismo, con el fin de focalizar las posibles inversiones en acceso a tierra para en el sector de especies nativas.

El mercado de tierras rurales se entiende como «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 MADR).</td></tr>
<tr><td colspan="3">IMPORTANCIA DEL CRITERIO</td></tr>
<tr><td colspan="3">Permite orientar al productor o inversionista sobre las posibilidades de acceso a la tierra a través de la compra 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, o a los ya propietarios, para que puedan ampliar sus áreas productivas y así ser más competitivos.

Un productor busca predios económicos, de un tamaño óptimo para la actividad, con formalidad jurídica y que no tenga la presión del cambio de uso a usos urbanos, evitando la posibilidad de que tenga que incurrir en mayores costos de acceso a la tierra para desarrollar su actividad.</td></tr>
<tr><td colspan="3">LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO</td></tr>
</table>

En el país no se dispone de información sobre precios comerciales del suelo, por lo que se debe acudir al avalúo catastral como un *proxi* que, a pesar de haber sido indexado a 2019, parte de información desactualizada en la mayoría de los municipios.

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.

También se limita por la existencia de zonas del país, donde aún no se cuenta con procesos de formación catastral; por ende, no hay información física, económica, ni jurídica. Estas zonas corresponden a 12 corregimientos y 68 municipios, ubicados en 15 departamentos.

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

El criterio se construyó a partir de las variables que lo componen, calificando por el más limitante. Las variables califican los municipios según categorías de aptitud así: aptitud alta (A1), aptitud media: (A2) y aptitud baja (A3).

Criterio de calificación	Aptitud
Municipios con todas las variables en A1	Alta (A1)
Municipios A2 en cualquier variable que no tenga A3	Media (A2)
Municipios A3 en cualquier variable	Baja (A3)

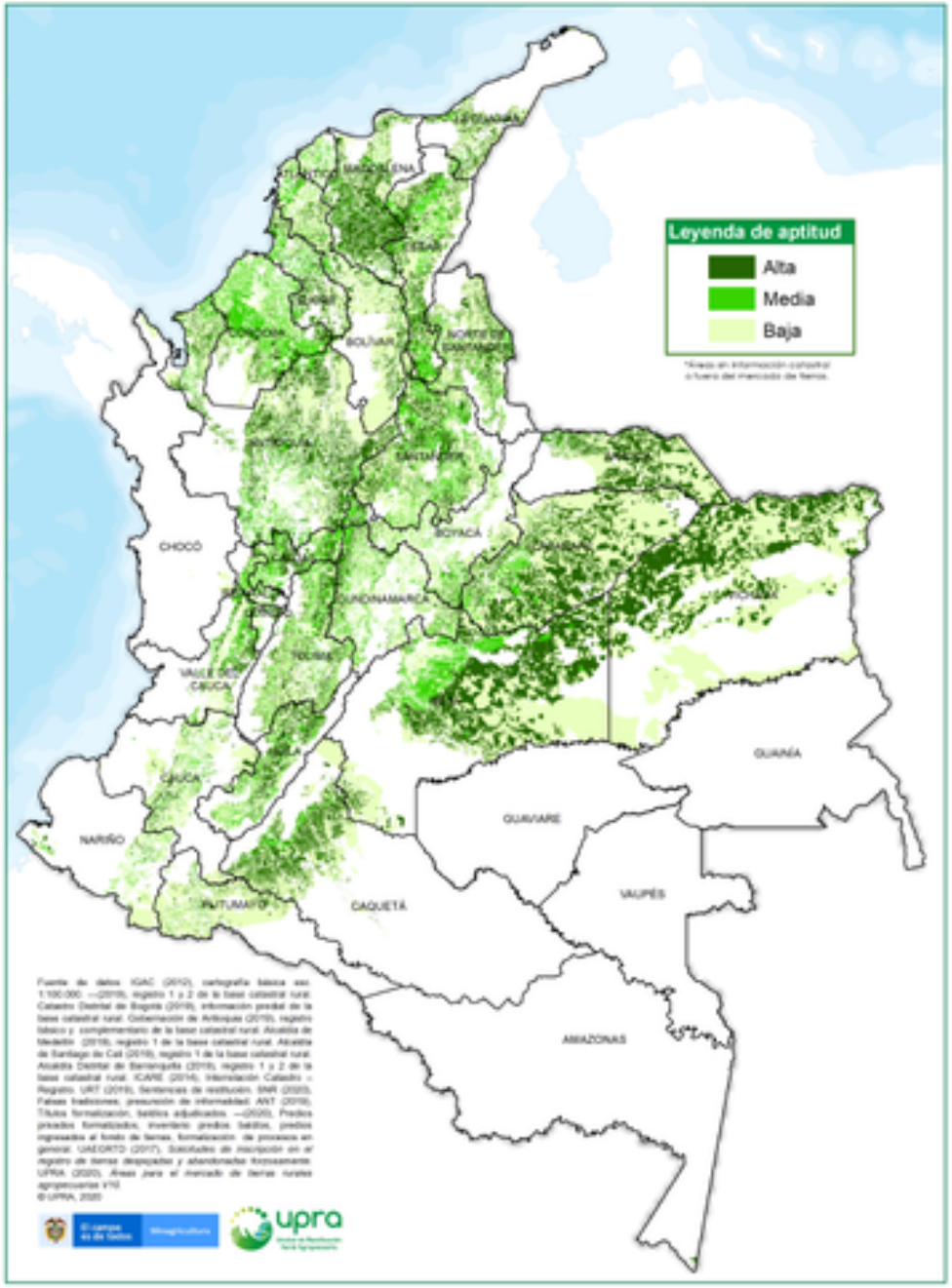
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Variables	Unidad de medida	Aptitud		
		Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)
Tamaño predial	Predios (ha)	> 31	3 - 31	< 3
Avalúo catastral rural	Millones de pesos/ha	< 4	4 - 19	> 19
Tendencia a la formalidad	Predios	Predios con matrícula inmobiliaria sin presunción de informalidad	-	Predios sin interrelación catastro- registro; predios sin matrícula inmobiliaria; predios con falsa tradición; predios con mejoras y predios con resolución de inscripción en el registro 1 de la Ley de tierras despojadas y abandonadas forzosamente

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE TRES ESPECIES ICTICAS NATIVAS DE COLOMBIA YAMÚ, BOCACHICO Y BAGRE RAYADO EN ESTANQUES EN TIERRA

CRITERIO DINÁMICA DEL MERCADO DE TIERRAS



FUENTES DE INFORMACIÓN
• Alcaldía de Barranquilla. (2019). *Base de datos catastral*. • Alcaldía de Medellín. (2019). *Base de datos catastral*. • Alcaldía de Santiago de Cali. (2019). *Base de datos catastral*. • ANT. (2019). *Títulos formalización, baldíos adjudicados, predios privados formalizados, inventario predios baldíos, predios ingresados al fondo de tierras, formalización de procesos en general*. Bogotá: ANT. • Catastro Distrital Bogotá. (2019). *Información predial jurídica, física y económica*. • _. (2016). *Información predial jurídica, física y económica*. • Gobernación de Antioquia. (2019). *Predial Rural Antioquía*. • _. (2019). *Predial Rural Antioquía*. • IGAC. (2012). Cartografía básica escala 1:100.000. Bogotá: IGAC. • _. (2016). *Base catastral, Registros 1 y 2*. Bogotá: IGAC • _. (2019). *Base catastral, Registros 1 y 2*. Bogotá: IGAC • 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. Recuperado de: < https://www.upra.gov.co/documents/10184/13821/POL%C3%8DTICA+DE+ORDENAMIENTO+PRODUCTIVO+Y+SOCIAL+DE+LA+PROPIEDAD+RURAL+%28RESOLUCI%C3%93N+128+DE+2017+DEL+MADR%29/af61b286-7e3e-447e-aebd-5c892b5bb407> • SNR. (2020). *Falsas tradiciones, presunción de informalidad*. Bogotá: SNR • UAEGRTD. (2017). *Solicitudes de inscripción en el registro de tierras despojadas y abandonadas forzosamente*. • Unidad de Planificación Rural agropecuaria. (UPRA). (2020). *Clasificación de áreas para el mercado de tierras rurales agropecuarias -V10*. Bogotá: UPRA.

3.4.1. Variable tamaño predial

<table>
<tr><th colspan="3">FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="2">TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td>Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano</td></tr>
<tr><td colspan="3">COMPONENTE: socioeconómico SUBCOMPONENTE: económico</td></tr>
<tr><td colspan="3">CRITERIO ASOCIADO: dinámica del mercado de tierras</td></tr>
<tr><td colspan="2">VARIABLE: tamaño predial</td><td>UNIDAD DE MEDIDA: predios (ha)</td></tr>
<tr><td rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Exclusión técnica</td><td></td></tr>
<tr><td>Análisis jerárquico</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante legal</td><td></td></tr>
<tr><th colspan="3">DEFINICIÓN</th></tr>
<tr><td colspan="3">Superficie de terreno en rangos de tamaños definidos de acuerdo con el comportamiento medio del cultivo y las dimensiones consideradas óptimas para una productividad competitiva.

Para efectos de la presente zonificación de aptitud, se considera el tamaño de los predios en hectáreas, en una aptitud determinada, asignada a partir de la información catastral vigente con información predio a predio del ámbito rural.</td></tr>
<tr><th colspan="3">IMPORTANCIA DE LA VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="3">Permite que un nuevo actor o uno con tierra insuficiente, pueda evidenciar las zonas donde los tamaños prediales son apropiados para el desarrollo de la actividad productiva y las zonas donde se dificultaría o tendría que buscar otras formas para acceder al tamaño predial requerido.

Dada la forma semi-extensiva del desarrollo de la actividad a mayor extensión del predio, se mejoran las condiciones de competitividad de esta actividad acuícola.</td></tr>
<tr><th colspan="3">VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO</th></tr>
<tr><td colspan="3">En el análisis de cada una de las variables, ninguna presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).</td></tr>
<tr><th colspan="3">LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="3">La fuente de información para la medición de la variable son las bases predial del IGAC y catastros descentralizados, que en muchos municipios del país esta desactualizada y en 84 de ellos no se cuenta con información catastral.

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.</td></tr>
</table>

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

Alcaldía de Barranquilla. 2019. Base de datos catastral, Registros 1 y 2.
Alcaldía de Cali. 2019. Base de datos catastral.
Alcaldía de Medellín. 2019. Base de datos catastral.
Catastro Distrital Bogotá. 2019. Información predial jurídica, física y económica.
Gobernación de Antioquia. 2019. Predial Rural Antioquía.
IGAC. 2012. Cartografía básica escala 1:100.000.
_. 2019. Base catastral, Registros 1 y 2.

2. Precisiones de la información.

Para la definición del tamaño tipo de los predios rurales a nivel municipal, se tuvieron en cuenta únicamente los predios con destino económico agropecuario, sin ningún condicionante legal que impida su explotación económica y de propiedad privada.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Los puntos de corte para las categorías de aptitud se definieron teniendo en cuenta que estas áreas reflejen las mínimas productivas y sean representativas del actual desarrollo de la actividad. Partiendo de la clasificación de acuicultores comerciales en Colombia consignada en la Resolución 1607 de 25 de Julio de 2019 (Aunap), que divide a los acuicultores en pequeño, mediano y gran acuicultor, se comparó y analizo la producción en toneladas por año y los activos totales o patrimonio (smmlv), que relacionados con el tamaño de espejo de agua y la densidad de animales promedio por metro cuadrado, permitió determinar un área mínima necesaria para desarrollar en estanques de tierra la actividad de producción de carne de especies nativas (bocachico, bagre, yamú). Adicionalmente a este trabajo se incluyó el análisis de las bases prediales en donde se reportan los inventarios de granjas acuícolas, buscando evidenciar la representatividad de estos tamaños y con el concepto de profesionales vinculados al proceso productivo y la experta, quienes coinciden con la propuesta de integración de toda la información consultada se proponen las tres categorías de aptitud.

Adicionalmente con el fin de mostrar los predios que permitan una forma eficiente de acceso, se marcan identificados como excluidos del mapa de clasificación de áreas para el mercado de tierras rurales agropecuarias V10, clasificándolos en aptitud baja (A3), pero mostrándolos gráficamente en color blanco, para facilitar la lectura del usuario.

Estos condicionamientos legales, establecen dónde 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 agrícolas o agropecuarias ya que los territorios están dedicados a la preservación, restauración, conocimiento y disfrute o presentan restricciones legales que impiden que se puedan comprar o vender libremente en el

mercado por su carácter 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 agrícolas o pecuarias.

Los condicionantes aquí mencionados se relacionan a continuación.

Territorios excluidos del mercado de tierras
Zonas urbanas
Resguardos Indígenas declarados
Tierras Comunidades Negras
Sistema de Parques Nacionales Naturales
• Parques Nacionales Naturales
• Área única Natural
• Santuario de Flora
• Santuario de Flora y Fauna
• Vía Parque
• Reserva Natural
Parque Natural Regional
Áreas arqueológicas
AMEM Preservación (Áreas de manejo especial de la Macarena, Meta)
Reservas Forestales de la Ley 2 Categoría A
Páramos
Bienes de uso publico
Restricciones locales
Reservas Forestales Protectoras

5. Clasificación por categoría de aptitud.

El tamaño de los predios rurales se definió de acuerdo a los siguientes rangos de aptitud: aptitud alta (A1): mayor de 31 ha; aptitud media (A2): entre 3 y 31 ha, y aptitud baja (A3): menor de 3 ha.

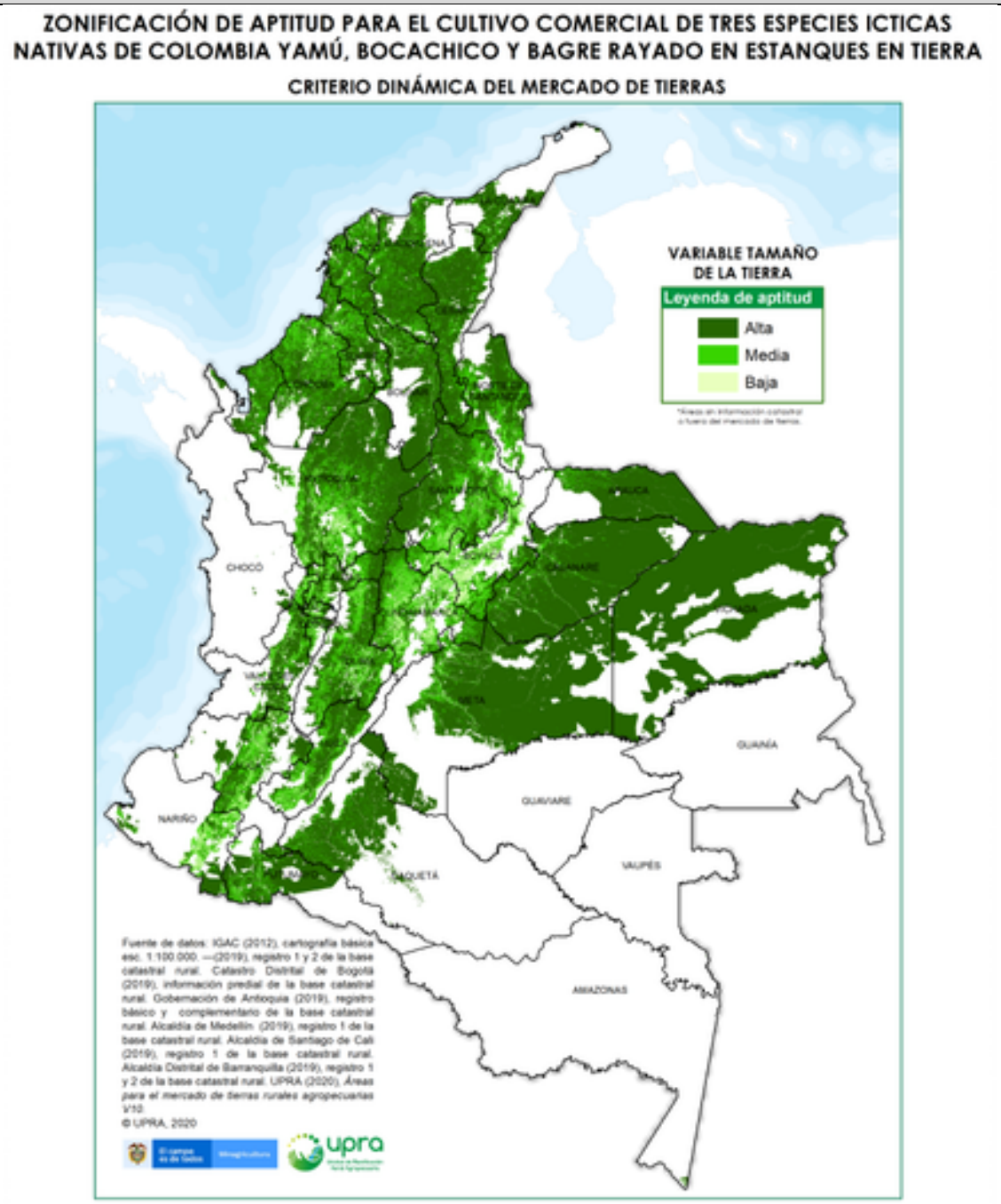
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los rangos para la espacialización de la variable se clasifican de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1), media (A2) y baja (A3), así:

Predios (ha)	Aptitud
> 31	Alta (A1)
3 - 31	Media (A2)
< 3	Baja (A3)

Unidad de análisis	Predios

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Alcaldía de Barranquilla. (2019). *Base de datos catastral*.
- Alcaldía de Medellín. (2019). *Base de datos catastral*.
- Alcaldía de Santiago de Cali. (2019). *Base de datos catastral*.
- Catastro Distrital Bogotá. (2019). *Información predial jurídica, física y económica*.
- Gobernación de Antioquia. (2019). *Información Predial Rural Antioquía*.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2019). *Base Catastral, Registros 1 y 2*. Bogotá: IGAC.
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria. (UPRA). (2020). *Clasificación de áreas para el mercado de tierras rurales agropecuarias-V10*. Bogotá: UPRA.

3.4.2 Variable avalúo catastral rural

<table>
<tr><th colspan="3">FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE</th></tr>
<tr><td>TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano</td></tr>
<tr><td colspan="2">COMPONENTE: socioeconómico</td><td>SUBCOMPONENTE: económico</td></tr>
<tr><td colspan="3">CRITERIO ASOCIADO: dinámica del mercado de tierras</td></tr>
<tr><td>VARIABLE: avalúo catastral rural</td><td colspan="2">UNIDAD DE MEDIDA: millones de pesos/ha</td></tr>
<tr><td rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Exclusión técnica</td><td></td></tr>
<tr><td>Análisis jerárquico</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante legal</td><td></td></tr>
<tr><th colspan="3">DEFINICIÓN</th></tr>
<tr><td colspan="3">Determinación, por entidad pública competente, del valor de los predios obtenido mediante investigación y análisis estadístico del mercado inmobiliario. Se determina por la adición de los avalúos parciales practicados independientemente para los terrenos y para las edificaciones en él comprendidos (IGAC, 2011).

Esta variable se utiliza como un proxi del precio comercial posible de intercambio de las tierras rurales por hectárea, en ausencia de información de precios comerciales a nivel nacional actualizados, recientes o tomados de fuente directa.

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).</td></tr>
<tr><th colspan="3">IMPORTANCIA DE LA VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="3">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 de entrada a la actividad productiva por ser más exigente en la inversión inicial, generando mayores costos de transacción y de oportunidad, así como mayores pagos por impuesto.</td></tr>
<tr><th colspan="3">VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO</th></tr>
<tr><td colspan="3">En el análisis de la variable, no presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).</td></tr>
</table>

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 2020 cuenta con precios comerciales de referencia escala 1:100.000 para suelos rurales agropecuarios en 445 municipios del país que cubren aproximadamente 12 millones de hectáreas; sin embargo, la variable requiere cobertura nacional. 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 precio comercial y el avalúo catastral de cada uno de los municipios del país. Adicionalmente los avalúos catastrales rurales en su mayoría están muy desactualizados lo que genera aún mayores brechas entre estos dos datos. Sin embargo, el valor catastral si 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, en la mayoría de los municipios está desactualizada 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 de 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
La fuente de información para la medición de la variable, es la base predial del IGAC (2019), la base catastral, Registros 1 y 2. Gobernación de Antioquia 2019, Información Predial Rural Antioquía. Alcaldía de Medellín 2019. Base de datos catastral y Catastro Distrital Bogotá 2019. La determinación del valor catastral por hectárea, se calculó a partir del avalúo catastral total dividido por el área de terreno; esto en ausencia de tener los datos desagregados de terreno y construcción de la información fuente. Este cálculo se realiza obviando los valores de construcción, partiendo del supuesto que para los predios rurales agropecuarios tienen un peso muy bajo dentro del total del valor de avalúo. 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 2019, a través de un indicie departamental calculado por la UPRA a partir de las tasas de crecimiento del avalúo catastral rural municipal entre vigencias. Con el fin de identificar cual es el precio más favorable y cual el máximo que un productor de especies nativas está en condición de pagar por acceder a tierra a través de la compra. Se realiza un proceso con la información de avalúos catastrales por hectárea de cada uno de los predios con inventario de especies nativas, buscando cual es la mayor

representación de los datos en la actividad productiva y apoyados en procesos estadístico de cuantiles del software Argis, de estas bases se definieron los cortes para esta variable.

Dichos cortes se validaron mediante una encuesta realizada a productores, con apoyo del gremio. Esta información fue expresada en precios comerciales; para poder compararla con la catastral, se asume un porcentaje de correspondencia nacional del 60 %, con apoyo en lo indicado por el decreto 148 de febrero de 2020, artículo 2 numeral 22211.

Basados en los análisis de la información anterior se establecen los rangos de propuestos de aptitud.

Adicionalmente y con el fin de mostrar los predios que permitan una forma eficiente de acceso, se marcan los predios identificados como excluidos del mapa de clasificación de áreas para el mercado de tierras rurales agropecuarias V10, clasificando estos predios como en aptitud baja (A3), pero mostrándolos gráficamente en color blanco, para facilitar la lectura del usuario.

Estos condicionamientos legales, establecen, 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 agrícolas o agropecuarias ya que los territorios están dedicados a la preservación, restauración, conocimiento y disfrute o presentan restricciones legales que impiden que se puedan comprar o vender libremente en el mercado por su carácter 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 agrícolas o pecuarias.

Los condicionantes aquí mencionados se relacionan a continuación.

Territorios excluidos del mercado de tierras
Zonas urbanas
Resguardos Indígenas declarados
Tierras comunidades negras
Sistema de Parques Nacionales Naturales
• Parques Nacionales Naturales
• Área única Natural
• Santuario de flora
• Santuario de flora y fauna
• Vía Parque
• Reserva natural
Parque Natural Regional
Áreas arqueológicas

AMEM Preservación (Áreas de manejo especial de la Macarena, Meta)
Reservas Forestales de la Ley 2 Categoría A
Páramos
Bienes uso publico
Restricciones locales
Reservas Forestales Protectoras

Es importante recalcar que los valores catastrales por hectárea de los predios de las zonas rurales del país no corresponden al precio comercial y, generalmente, están distantes del mismo es por ello que a la información consultada con gremios, productores e inmobiliarios se le aplica un índice de adopción del 60 %, para poder analizarla con relación a la información de avalúos catastrales.

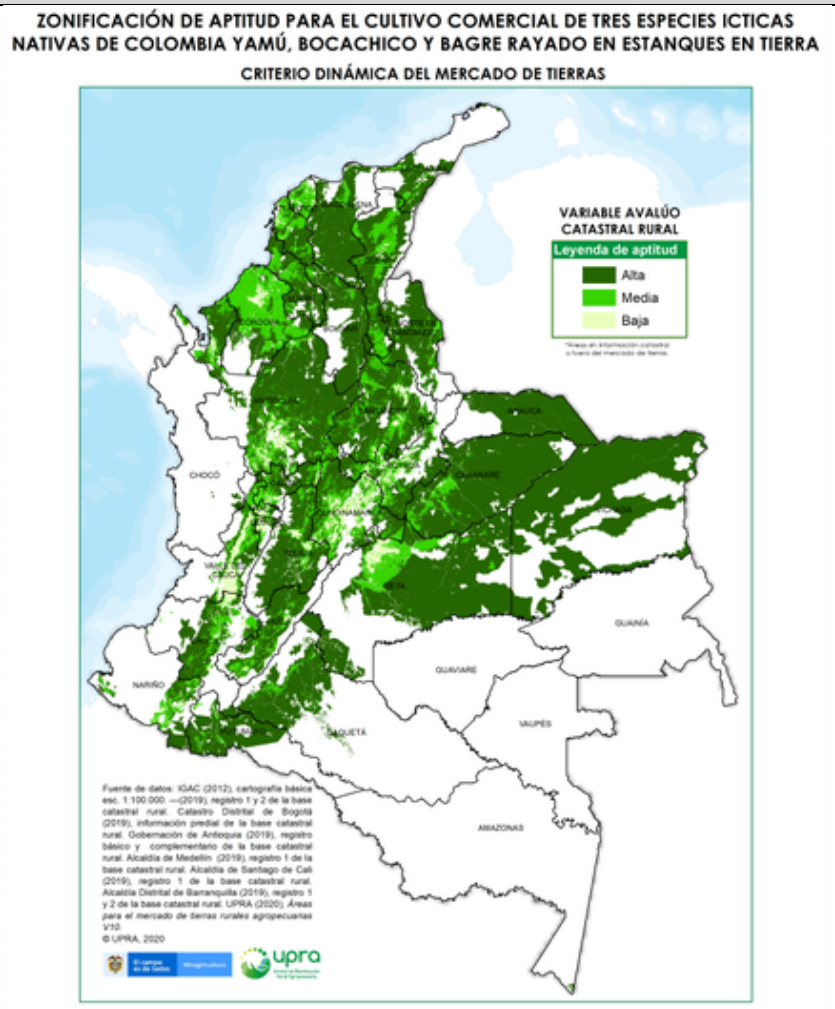
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

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 pesos/ha	Aptitud
< 4	Alta (A1)
4 - 19	Media (A2)
> 19	Baja (A3)

Unidad de análisis	Millones de pesos/ha

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Alcaldía de Barranquilla. (2019). Base de datos catastral.
- Alcaldía de Medellín. (2019). Base de datos catastral.
- Alcaldía de Santiago de Cali. (2019). Base de datos catastral.
- Catastro Distrital Bogotá. (2019). *Información predial jurídica, física y económica*.
- Congreso de la república. (2011), *Ley 1450 de 2011. Artículo 24.*
- DANE. (2020), *Decreto 148 de febrero de 2020.*
- Gobernación de Antioquia. (2019). *Predial Rural Antioquía*.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2019). *Base Catastral, Registros 1 y 2*. Bogotá: IGAC.
- _. (2019). *Zonificación de la gestión catastral, actualización rural 2017. Número de municipios actualizados con posterioridad a la expedición de la ley*. SIGOT.
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria. (UPRA). (2020). Clasificación de áreas para el mercado de tierras rurales agropecuarias-V10. Bogotá: UPRA.
- 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.

3.4.3. Variable tendencia a la formalidad

<table>
<tr><th colspan="3">FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE</th></tr>
<tr><td>TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano</td></tr>
<tr><td colspan="2">COMPONENTE: socioeconómico</td><td>SUBCOMPONENTE: económico</td></tr>
<tr><td colspan="3">CRITERIO ASOCIADO: dinámica del mercado de tierras</td></tr>
<tr><td>VARIABLE: tendencia a la formalidad</td><td colspan="2">UNIDAD DE MEDIDA: predios</td></tr>
<tr><td rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Exclusión técnica</td><td></td></tr>
<tr><td>Análisis jerárquico</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante legal</td><td></td></tr>
<tr><th colspan="3">DEFINICIÓN</th></tr>
<tr><td colspan="3">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.

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).</td></tr>
<tr><th colspan="3">IMPORTANCIA DE LA VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="3">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.

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).

«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).

Sin la propiedad jurídica sobre la tierra, los productores tienen poco o ningún acceso al crédito y servicios agropecuarios. La inestabilidad que ocasiona la informalidad de la</td></tr>
</table>

tenencia, potencia la vulnerabilidad, el riesgo y los conflictos sociales, económicos y políticos, especialmente en las áreas rurales.

VALOR DE EXCLUSIÓN SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

En el análisis de la variable no presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Existen zonas del país donde aún no cuentan con procesos de formación catastral. Por ende, no se cuenta con información y los polígonos se representarán cartográficamente en blanco. Estas zonas corresponden a 12 corregimientos y 68 municipios, ubicados en 15 departamentos, reportados en la página del IGAC en el estado de la gestión catastral rural y en el informe de gestión de cierre de 2019.

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 con la inscripción de los títulos en registro y catastro, y la falta de interrelación entre el catastro y registro, dificulta que los predios cuenten con la información jurídica actualizada en las bases de datos para realizar este tipo de ejercicios.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

Alcaldía de Medellín. 2019. Base de datos catastral.
ANT. 2019. Títulos formalizados, baldíos adjudicados- _2020.
Catastro Distrital Bogotá. 2019. Información predial jurídica, física y económica.
Gobernación de Antioquia. 2019, Predial rural Antioquía.
ICARE. 2014. Predios sin interrelación catastro registro, predios con falsa tradición.
IGAC. 2019. Base predial registros 1 y 2, vigencia 2016.

UAEGRTD. 2017. Puntos de los centroides, de los polígonos de las solicitudes que se encuentran espacializadas a octubre 17 de 2017 de los polígonos en estado D (definitivos).
URT_2019. Sentencias de restitución.
SNR. 2019. Falsas tradiciones.

2. Precisiones de la información.

«*La informalidad en el país se presenta en ocupaciones sobre terrenos públicos, en posesiones sobre predios ajenos, títulos no registrados, sucesiones ilíquidas, en falsas tradiciones o en posesiones. Al observar los datos del Programa de formalización de la propiedad rural del Minagricultura, el 48 % de los 3.946.376 predios rurales que están inscritos en el catastro nacional, no tiene títulos formales*» (UPRA, 2015).

Del dato anterior se evidencia un alto porcentaje de predios rurales que no tienen título de propiedad válido registrado.

Las variables para determinar que los predios tienen una presunta formalidad fueron:

1. Predios que en las bases tiene matricula 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.

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 dos al siete (2 al 7). Mientras por exclusión, los que se encuentran en el numeral uno (1) serían los que se pueden considerar como presuntos formales.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Se tomó la información jurídica reportada en las bases catastrales nacionales predio a predio con el fin de determinar su tendencia a la formalidad.

4. Clasificación por aptitud.

Los cortes para los rangos de aptitud se definen teniendo en cuenta el criterio experto del grupo de formalización de la UPRA, adquirido del manejo de la información catastral dentro

de los estudios realizados para la elaboración del mapa del índice municipal de informalidad y el mapa de áreas disponibles para la formalización de propiedad privada.

Los predios contenidos en aptitud alta (A1), evidencian una condición de formalidad registrada en las bases catastrales ya que tienen matricula inmobiliaria y son el resultado de excluir de las bases todas las condiciones que se citan para la siguiente aptitud. La aptitud baja (A3) corresponde a predios con mejoras, 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, que evidencian directamente, inconvenientes jurídicos con su titulación y, por ende, se considera que es más probable que tengan problemas en sus condiciones jurídicas y no garantizan seguridad jurídica.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Para este proceso se hace la selección de la base de datos empezando por los predios que tienen mejoras, 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 estos son predios que tiene un inconveniente en su titulación y deben necesariamente pasar por un proceso judicial para poder volver a la formalidad; luego se seleccionan los predios que no tienen matricula inmobiliaria, y finalmente quedan los demás predios que se presumen formales.

(*) Estos predios corresponden a aquellos que se encuentran marcados con estado D (definitivos), que hacen referencia a las solicitudes con resolución de inscripción en el registro 1 de la Ley de tierras despojadas y abandonadas forzosamente.

La dinámica del proceso de restitución de tierras que consta de varias fases definidas en los siguientes estados G (georreferenciados), son los polígonos que ya cuentan con trabajo de georreferenciación en campo realizado con la participación del solicitante o de una persona que conozca el predio y sea autorizada por el solicitante, los polígonos en estado D (definitivos), hacen referencia a las solicitudes con resolución de Inscripción en el registro 1 Ley de tierras despojadas y abandonadas forzosamente; y por último los que tienen estado F (final) corresponden a aquellos que se encuentran en etapa judicial y ya cuentan con sentencia.

Adicionalmente y con el fin de mostrar los predios que permitan una forma eficiente de acceso, se marcan los predios identificados como excluidos del mapa de clasificación de áreas para el mercado de tierras rurales agropecuarias V10, clasificando estos predios como en aptitud baja (A3), pero mostrándolos gráficamente en color blanco, para facilitar la lectura del usuario.

Estos condicionamientos legales, permiten establecer dónde 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 agrícolas o agropecuarias ya que los territorios están dedicados a la preservación, restauración, conocimiento y disfrute o presentan restricciones legales que impiden que se puedan comprar o vender libremente en el mercado por su carácter 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 agrícolas o pecuarias.

Los condicionantes mencionados se relacionan a continuación:

Territorios excluidos del mercado de tierras
Zonas urbanas
Resguardos Indígenas declarados
Tierras Comunidades Negras
Sistema de Parques Nacionales Naturales
• Parques Nacionales Naturales
• Área única Natural
• Santuario de flora
• Santuario de flora y fauna
• Vía Parque
• Reserva natural
Parque Natural Regional
Áreas arqueológicas
AMEM Preservación (Áreas de manejo especial de la Macarena, Meta)
Reservas Forestales de la Ley 2 Categoría A
Páramos
Bienes uso publico
Restricciones locales
Reservas Forestales Protectoras

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).

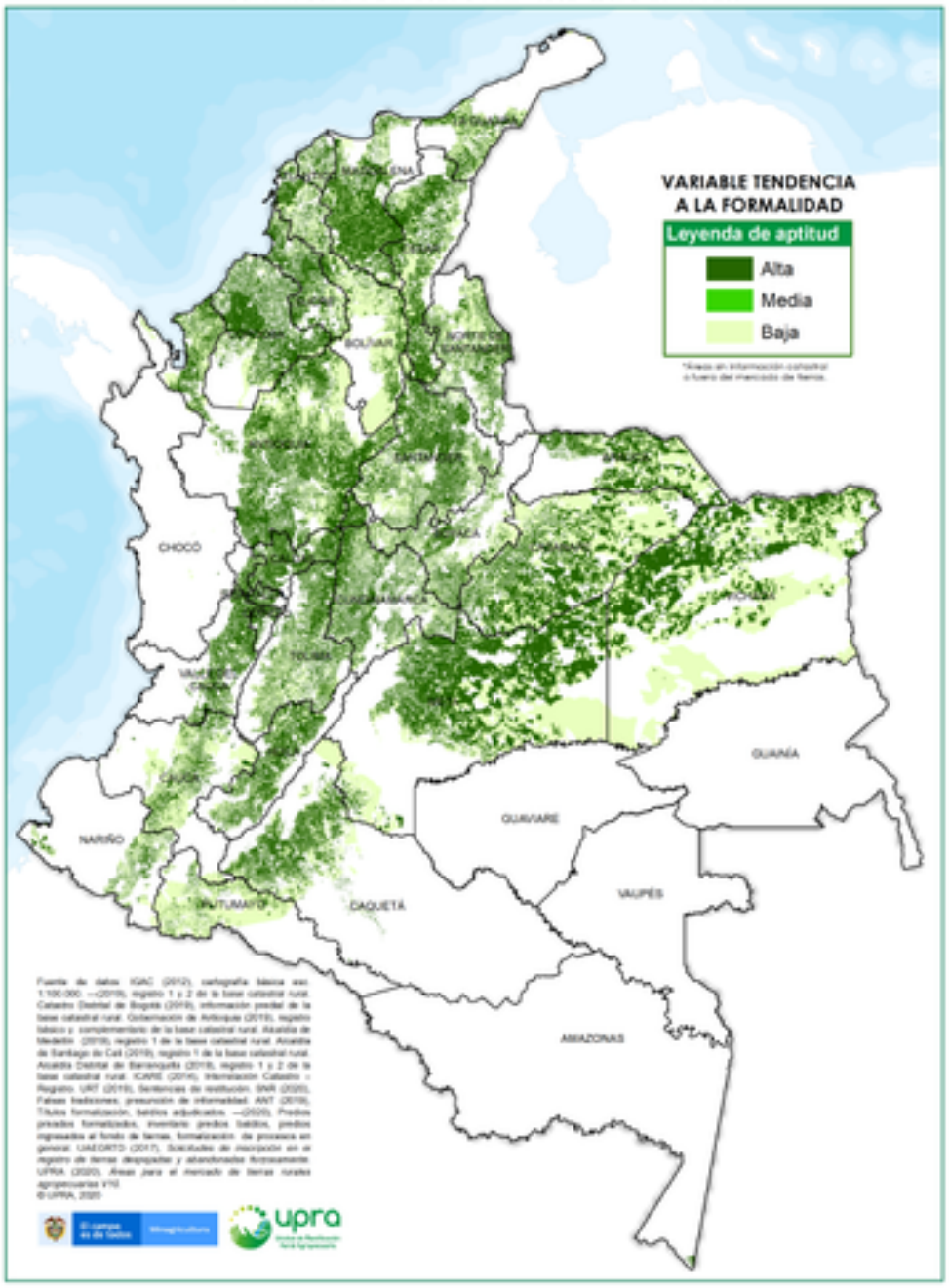
Información jurídica de los predios	Aptitud
Predios con matrícula inmobiliaria sin presunción de informalidad	Alta (A1)
Predios sin interrelación catastro - registro; predios sin matrícula inmobiliaria; predios con falsa tradición; predios con mejoras y predios con resolución de inscripción en el registro 1 de la Ley de tierras despojadas y abandonadas forzosamente.	Baja (A3)

Unidad de análisis	Predios

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE TRES ESPECIES ICTICAS NATIVAS DE COLOMBIA YAMÚ, BOCACHICO Y BAGRE RAYADO EN ESTANQUES EN TIERRA

CRITERIO DINÁMICA DEL MERCADO DE TIERRAS



FUENTES DE INFORMACIÓN
• 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: ANT. • Alcaldía de Barranquilla. (2019). Base de datos catastral. • Alcaldía de Medellín. (2019). Base de datos catastral. • Alcaldía de Santiago de Cali. (2019). Base de datos catastral. • Catastro Distrital Bogotá. (2019). *Información predial jurídica, física y económica*. Bogotá: UAECD • Gobernación de Antioquia. (2019). *Predial Rural Antioquia*. Medellín: Gobernación Antioquia • IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC. • _. (2019). *Base predial Registros 1 y 2, vigencia 2016*. Bogotá: IGAC. • _. (2014). *Predios sin interrelación catastro registro y con falsa tradición*. Bogotá: IGAC. • _. (2017). Zonificación de la gestión catastral, actualización rural_2017. Número de municipios actualizados con posterioridad a la expedición de la ley 1450 de 2011. Resolución 128 de 2017 y anexos del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. SIGOT. • Superintendencia de Notariado y Registro. 2019. *Falsas tradiciones*. Bogotá: SNR. • Unidad administrativa especial de gestión de restitución de tierras despojadas (URT). (2017). *Puntos de los centroides, de los polígonos de las solicitudes que se encuentran espacializadas a octubre 17 de 2017 de los polígonos en estado D (definitivos)*. • _. *(2019). Sentencias de restitución.* • Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA). (2015). *Mercado de tierras rurales productivas en Colombia. Caracterización, marco conceptual, jurídico e institucional*. Bogotá: UPRA. • -. (2020). *Clasificación de áreas para el mercado de tierras rurales agropecuarias¬ - V10*. Bogotá: UPRA.

3.5. Criterio seguridad ciudadana

<table>
<tr><th colspan="3">FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO</th></tr>
<tr><td colspan="2">TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td>Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano</td></tr>
<tr><td colspan="3">COMPONENTE: socioeconómico SUBCOMPONENTE: social</td></tr>
<tr><td colspan="3">CRITERIO ASOCIADO: seguridad ciudadana</td></tr>
<tr><td rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Exclusión técnica</td><td></td></tr>
<tr><td>Análisis jerárquico</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante legal</td><td></td></tr>
<tr><th colspan="3">VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO</th></tr>
<tr><td colspan="3">• Extorsiones rurales, expresado en tasa de extorsiones rurales por cada 1000 habitantes.
• Secuestros rurales, expresado en tasa de secuestros rurales por cada 1000 habitantes.
• Hurtos rurales, expresado en tasa de hurtos rurales por cada 1000 habitantes.
• Homicidios rurales, expresado en tasa de homicidios rurales por cada 1000 habitantes.</td></tr>
<tr><th colspan="3">DEFINICIÓN</th></tr>
<tr><td colspan="3">Ausencia de peligro o afectaciones a la integridad física, así como de riesgo de pérdida de la libertad y del patrimonio por situaciones adversas. Es una situación donde las personas pueden vivir libres de la violencia y el delito (Comisión Interamericana de Derechos Humanos, 2009).

La seguridad ciudadana produce un efecto de confianza, entendida como ausencia de peligro y daños a la vida y a la integridad física y psicológica y a la pérdida parcial y/o total de la libertad y del patrimonio de un individuo y/o de un grupo poblacional, determinada por situaciones adversas originadas por las personas.</td></tr>
<tr><th colspan="3">IMPORTANCIA DEL CRITERIO</th></tr>
<tr><td colspan="3">Refleja información de municipios en donde se presentan y repiten hechos delictivos que podrían estar asociados a la presencia de grupos armados ilegales y delincuencia común, lo cual podría incidir negativamente en la dinámica de la producción. Las 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.

En las zonas donde han existido fenómenos delictivos de manera reiterada, se ven afectadas la productividad, la seguridad y la integridad física, psicológica, vida, honra y bienes de las poblaciones asentadas, quienes soportan acciones ligadas al secuestro, extorsiones, hurto y homicidios, entre otras. Estas acciones delictivas generan un ambiente de desconfianza y ausencia de inversión en proyectos productivos que mejoren la calidad de vida, empleo y oportunidades de los pobladores rurales.</td></tr>
</table>

Como consecuencia, entre más frecuente sea la presentación de estos flagelos, menor será la aptitud de la zona.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

En las bases de datos entregadas por policía nacional, para los delitos de secuestro, extorsión, hurtos y homicidios, 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

La ponderación del criterio se construyó a partir de la metodología *AHP* (*Analytics Hierarchy Process*), condensada en la matriz de comparaciones pareadas de cuatro variables, de acuerdo con la siguiente tabla:

Criterio	Variables	Extorsiones rurales	Secuestros rurales	Huertos rurales	Homicidios rurales
Seguridad ciudadana	Extorsiones rurales	1			
	Secuestros rurales	1	1		
	Hurtos rurales	1/3	1/3	1	
	Homicidios rurales	1/5	1/3	1/3	1

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

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

Teniendo en cuenta el *software* PriEsT (*Priority Estimation Tool*), se calcularon las ponderaciones de cada variable dentro del criterio, de acuerdo con la calificación de los municipios, según categorías de aptitud y para cada categoría de aptitud se asignó un valor así: alta (A1), media (A2) y baja (A3).

Criterio	Variable	Ponderación (%)
Seguridad ciudadana	Extorsiones rurales	40,6
	Secuestros rurales	35,7
	Hurtos rurales	15,7
	Homicidios rurales	8,0
Total, ponderación		**100**

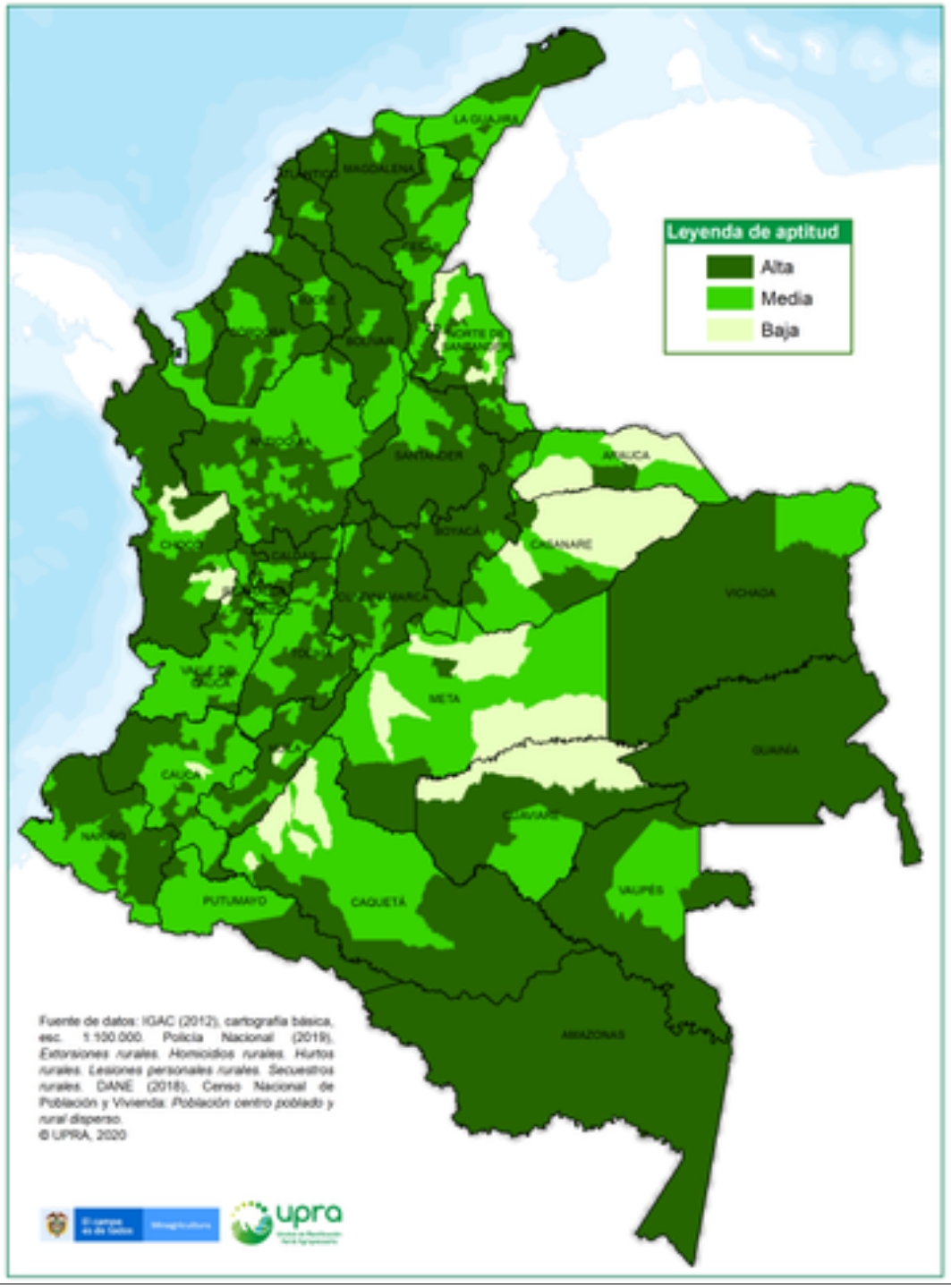
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Variables	Unidad de medida	Aptitud		
		Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)
Extorsiones rurales	Tasa de extorsiones rurales por cada 1000 habitantes	Sin ocurrencia del delito	≤ 0,2227	>0,2227
Secuestros rurales	Tasa de secuestros rurales por cada 1000 habitantes	Sin ocurrencia del delito	≤ 0,0719	> 0,0719
Hurtos rurales	Tasa de hurtos rurales por cada 1000 habitantes	Sin ocurrencia del delito	≤ 4,8302	> 4,8302
Homicidios rurales	Tasa de homicidios rurales por cada 1000 habitantes	Sin ocurrencia del delito	≤ 0,5308	>0,5308

REPRESENTACION CARTOGRAFICA DEL CRITERIO

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE TRES ESPECIES ICTICAS NATIVAS DE COLOMBIA YAMÚ, BOCACHICO Y BAGRE RAYADO EN ESTANQUES EN TIERRA

CRITERIO SEGURIDAD CIUDADANA



FUENTES DE INFORMACIÓN
• Código de procedimiento penal. Ley 906 de 2004. • Comisión Interamericana de Derechos Humanos (2009). *Informe sobre seguridad ciudadana y derechos humanos*. Recuperado de www.cidh.oas.org/.../SEGURIDAD%20CIUDADANA • DANE (2018). *Censo nacional de Población y Vivienda_ Población centro poblado y rural disperso.* Bogotá: DANE. • IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC. • Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. Homicidio_Colombia 2008. Bogotá: Instituto Nacional de Medicina Legal • _. (2014). Comportamiento del homicidio en Colombia 2013. • 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 - Grupo Información de Criminalidad (GICRI) DIJIN. 2015-2019. Recuperado de: <www.policia.gov.co/grupo-información-criminalidad/estadistica-delictiva>. Bogotá´: Policía Nacional • Ley 1944 de 2018. Recuperado de <http://es.presidencia.gov.co/normativa/normativa>. • Ley 599 de (2000). Recuperado de: <http://www.secretariasenado.gov.co/senado>.

3.5.1 Variable extorsiones rurales

<table>
<tr><th colspan="3">FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE</th></tr>
<tr><td>TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano</td></tr>
<tr><td colspan="3">COMPONENTE: socioeconómico SUBCOMPONENTE: social</td></tr>
<tr><td colspan="3">CRITERIO ASOCIADO: seguridad ciudadana</td></tr>
<tr><td>VARIABLE: extorsiones rurales</td><td colspan="2">UNIDAD DE MEDIDA: tasa de extorsiones rurales por cada 1000 habitantes</td></tr>
<tr><td rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Exclusión técnica</td><td></td></tr>
<tr><td>Análisis jerárquico</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante legal</td><td></td></tr>
<tr><th colspan="3">DEFINICIÓN</th></tr>
<tr><td colspan="3">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».</td></tr>
<tr><th colspan="3">IMPORTANCIA DE LA VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="3">Muestra la ocurrencia de la actividad extorsiva en un periodo de tiempo específico, en los municipios del país; de ahí su importancia ya constituye una herramienta para el sector, los productores y potenciales inversores, para tratar de proyectar el comportamiento de delito a nivel municipal.

Contribuye a la formulación de lineamientos de políticas desde el sector productor o a tomar las medidas de mitigación respectivas desde los productores o posibles inversores.</td></tr>
<tr><th colspan="3">LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="3">Algunos municipios se encuentran sin registros, de acuerdo con las fuentes de información consultadas para la variable, por lo cual, bajo el principio de precaución, se dejan sin ocurrencia del delito, en el rango de aptitud alta (A1).</td></tr>
<tr><th colspan="3">METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN</th></tr>
<tr><td colspan="3">1. Información.

DANE 2018 CNPV. Población proyecta para el año 2019.
IGAC. 2012. Cartografía básica, escala 1:100.000.
Policía Nacional. Dirección de Investigación Criminal e Interpol. Casos de extorsiones en zona rural para los años 2015 a 2019.</td></tr>
</table>

2. Precisiones de la información.

Se analizó el número de extorsiones en zona rural ocurridos en cada municipio, a partir de los registros de la Policía Nacional.

3. Análisis de consistencia y preparación de la información.

La construcción de esta variable se inicia relativizando la información del número de extorsiones en zona rural respecto a la población rural de cada municipio; para este objetivo se calculó el "*índice de extorsiones rurales por cada 1000 habitantes rurales*", de la siguiente forma:

a. A partir de las series históricas del número de extorsiones registradas en la zona rural para el período 2015-2019 (remitidas por la Policía Nacional), se realizó la sumatoria de los cinco años.
b. Luego, con base en las series de proyección de población municipal del DANE (2018), de los Microdatos del Censo Nacional de Población y Vivienda –CNPV -2018, para el país se tomó la población por municipio proyectada para el año 2019, 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.
c. Resultado de los dos cálculos anteriores, se efectuó la relación de la sumatoria del número de extorsiones rurales sobre el número promedio de habitantes en zona rural y se proyectó como índice por cada 1000 habitantes.

4. Clasificación por aptitud.

Para clasificar la variable luego de la construcción del índice de extorsiones por cada 1000 habitantes que combina la información para los cinco años de la serie, se dividió la serie en dos grupos: i. el primero, con los municipios que no registraron extorsiones y, ii. los municipios que tenían uno o más casos de extorsiones registrados durante este período de análisis.

A continuación, al primer grupo de municipios que no contaban con casos registrados, se les asignó aptitud alta (A1) para la presente zonificación de aptitud y, para el segundo grupo, se aplicó el método estadístico 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 dos para las aptitudes A2 y 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 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 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. Esto, para aquellos municipios que durante el período analizado tienen en promedio 1 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 clústers inicialmente calculados (dos) y se suman dichos valores para todos los datos del mismo clúster.
4. Se asigna cada elemento al clúster cuyo dato sea el mínimo de los dos posibles y se recalculan los centroides con los nuevos agrupamientos.
5. Iterativamente, se van actualizando los centroides en función de las asignaciones de puntos a clúster, hasta que los centroides dejen de cambiar.

Como parte del mismo proceso, el procedimiento de K Medias considera una fase de validación que consiste en lo siguiente:

- Evaluar la existencia de clúster que solo están integrados por datos extremos (outliers).
- Comparar dos conjuntos de clústeres 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.

Al realizar la clasificación de esta última serie en dos agrupaciones, se asignó la calificación de aptitud media (A2) al grupo de municipios con el menor número de extorsiones rurales por cada 1000 habitantes rurales y, al grupo restante, con el mayor número de delitos por habitantes, se le asignó un rango de aptitud baja (A3).

Los rangos de aptitud son: aptitud alta (A1): municipios donde no se ha reportado el delito. Aptitud media (A2): municipios del resultado del primer clúster, donde se han reportado hasta 0,2227 casos de extorsiones rurales por cada 1000 habitantes rurales. Aptitud baja (A3): municipios del resultado del segundo clúster, donde se han reportado más de 0,2227 casos de extorsiones rurales por cada 1000 habitantes rurales.

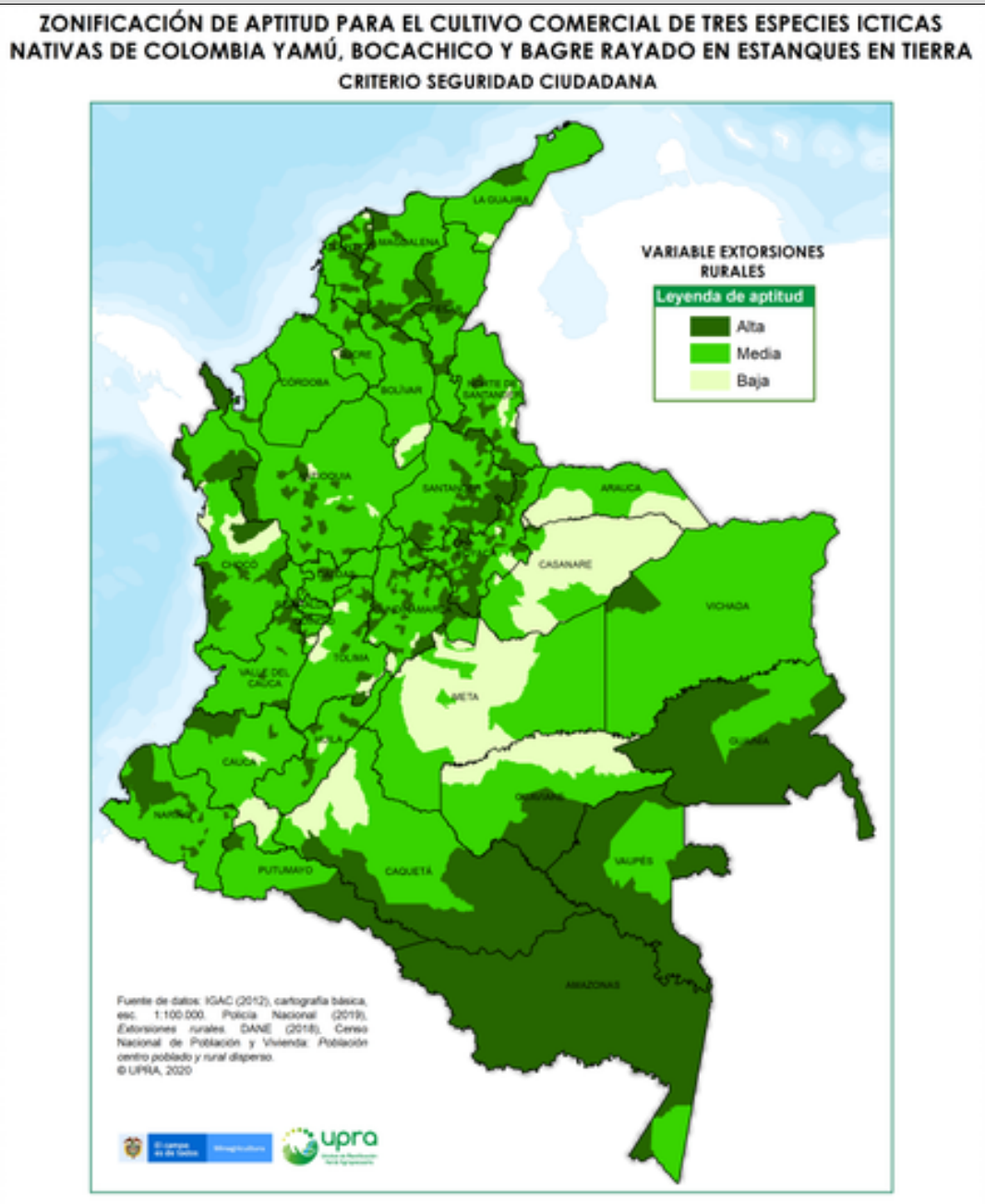
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo a las categorías de aptitud: alta (A1), media (A2) y baja (A3).

Tasa de extorsiones rurales por cada 1000 habitantes	Aptitud
Sin ocurrencia del delito	Alta (A1)
≤ 0,2227	Media (A2)
> 0,2227	Baja (A3)

Unidad de análisis	Tasa de extorsiones rurales por cada 1000 habitantes

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Código de procedimiento penal. Ley 906 de2004. DANE (2018). Censo nacional de Población y Vivienda_ Población centro poblado y rural disperso. Bogotá: DANE.
- Código Penal Colombiano. Ley 599 de (2000). Artículo 244. Recuperado de: <http://www.secretariasenado.gov.co/senado>.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- 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 (2019) Grupo Información de Criminalidad (GICRI). Policía Nacional - DIJIN. Datos 2015-2019. Bogotá: Policía Nacional.

3.5.2. Variable secuestros rurales

<table>
<tr><th colspan="3">FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE</th></tr>
<tr><td>TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano</td></tr>
<tr><td colspan="3">COMPONENTE: socioeconómico SUBCOMPONENTE: social</td></tr>
<tr><td colspan="3">CRITERIO ASOCIADO: seguridad ciudadana</td></tr>
<tr><td>VARIABLE: secuestros rurales</td><td colspan="2">UNIDAD DE MEDIDA: tasa de secuestros rurales por cada 1000 habitantes</td></tr>
<tr><td rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Exclusión técnica</td><td></td></tr>
<tr><td>Análisis jerárquico</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante legal</td><td></td></tr>
<tr><th colspan="3">DEFINICIÓN</th></tr>
<tr><td colspan="3">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).

Esta práctica delictiva y recurrente tiene como finalidad no solo obtener un provecho económico sino a conducir a un grupo o una persona a ejecutar actos para beneficio del delincuente, por lo tanto, se considera secuestro cuando con fines lucrativos se retiene a una persona o simplemente se le impide su movilización.</td></tr>
<tr><th colspan="3">IMPORTANCIA DE LA VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="3">La producción en el sector rural, se ha visto especialmente afectada por el conflicto interno, que ha traído consigo toda clase de delitos contra los derechos humanos, entre ellos el secuestro, razón por la cual, la variable merece especial importancia, toda vez que indica la vulnerabilidad y/o posible riesgo tanto de la población como de los potenciales inversores ubicada en las zonas de alta posibilidad de amenaza de secuestro, lo cual atenta contra la seguridad y la integridad de la población, y la interrupción de las redes sociales y las dinámicas productivas establecidas.</td></tr>
<tr><th colspan="3">LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="3">En las fuentes de información consultadas para la variable secuestros, cuenta con municipios sin registros. Estos municipios, bajo el principio de precaución, se asimilaron al registro cero y en consecuencia se clasificaron en el rango de aptitud alta (A1).</td></tr>
</table>

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

DANE. 2018 CNPV Población proyecta para el año 2019.
IGAC. 2012. Cartografía básica, escala 1:100.000.
Policía Nacional. Dirección de Investigación Criminal e Interpol. Casos de secuestros en zona rural para los años 2015 a 2019.

2. Precisiones de la información.

Se analizó el número de secuestros en zona rural ocurridos en cada municipio a partir de los registros de la Policía Nacional.

3. Análisis de consistencia y preparación de la información.

La construcción de esta variable se inicia relativizando la información del número de secuestros en zona rural respecto a la población rural de cada municipio; para este objetivo se calculó el «*índice de secuestros rurales por cada 1000 habitantes rurales*», de la siguiente forma:

a. A partir de las series históricas del número de secuestros registrados en la zona rural para el período 2015-2019 (remitidas por la Policía Nacional), se realizó la sumatoria de los cinco años.
b. Luego, con base en las series de proyección de población municipal del DANE (2018), de los Microdatos del Censo Nacional de Población y Vivienda (CNPV, 2018), para el país se tomó la población por municipio proyectada para el año 2019, 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.
c. Resultado de los dos cálculos anteriores, se efectuó la relación de la sumatoria del número de secuestros rurales sobre el número promedio de habitantes en zona rural y se proyectó como índice por cada 1000 habitantes.

4. Clasificación por aptitud.

Para clasificar la variable luego de la construcción del índice de secuestros por cada 1000 habitantes que combina la información para los cinco años de la serie, se dividió la serie en dos grupos: I. el primero, con los municipios que no registraron secuestros y, II. los municipios que tenían uno o más casos de homicidios registrados.

A continuación, al primer grupo de municipios que no contaban con casos registrados, se les asignó aptitud alta (A1) para la presente zonificación de aptitud y, para el segundo grupo, se aplicó el método estadístico 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 clústers (k = 2).

El algoritmo de K-Medias, como otros métodos de agrupamiento parte de una función de aprendizaje no supervisado donde no existen clases predefinidas y sus resultados están fuertemente determinados por el conjunto de datos disponibles y las medidas de similitud o distancia utilizadas para comparar datos. Se busca minimizar la distancia intra-clústers 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 dos 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 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 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.
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 (2) y se suman dichos valores para todos los datos del mismo clúster.
4. Se asigna cada elemento al clúster cuyo dato sea el mínimo de los 2 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 clústeres 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.

Al realizar la clasificación de esta última serie en dos agrupaciones, se le asignó la calificación de aptitud media (A2) al grupo de municipios con el menor número de secuestros rurales por cada 1000 habitantes rurales y al grupo restante con el mayor número de delitos por habitantes, se le asignó un rango de aptitud baja (A3).

Los rangos de aptitud son: aptitud alta (A1): municipios donde no se ha reportado el delito. Aptitud media (A2): municipios del resultado del primer clúster, donde se han reportado hasta 0,0719 casos de secuestros rurales por cada 1000 habitantes rurales. Aptitud baja (A3): municipios del resultado del segundo clúster, donde se han reportado más de 0,0719 casos de secuestros rurales por cada 1000 habitantes rurales.

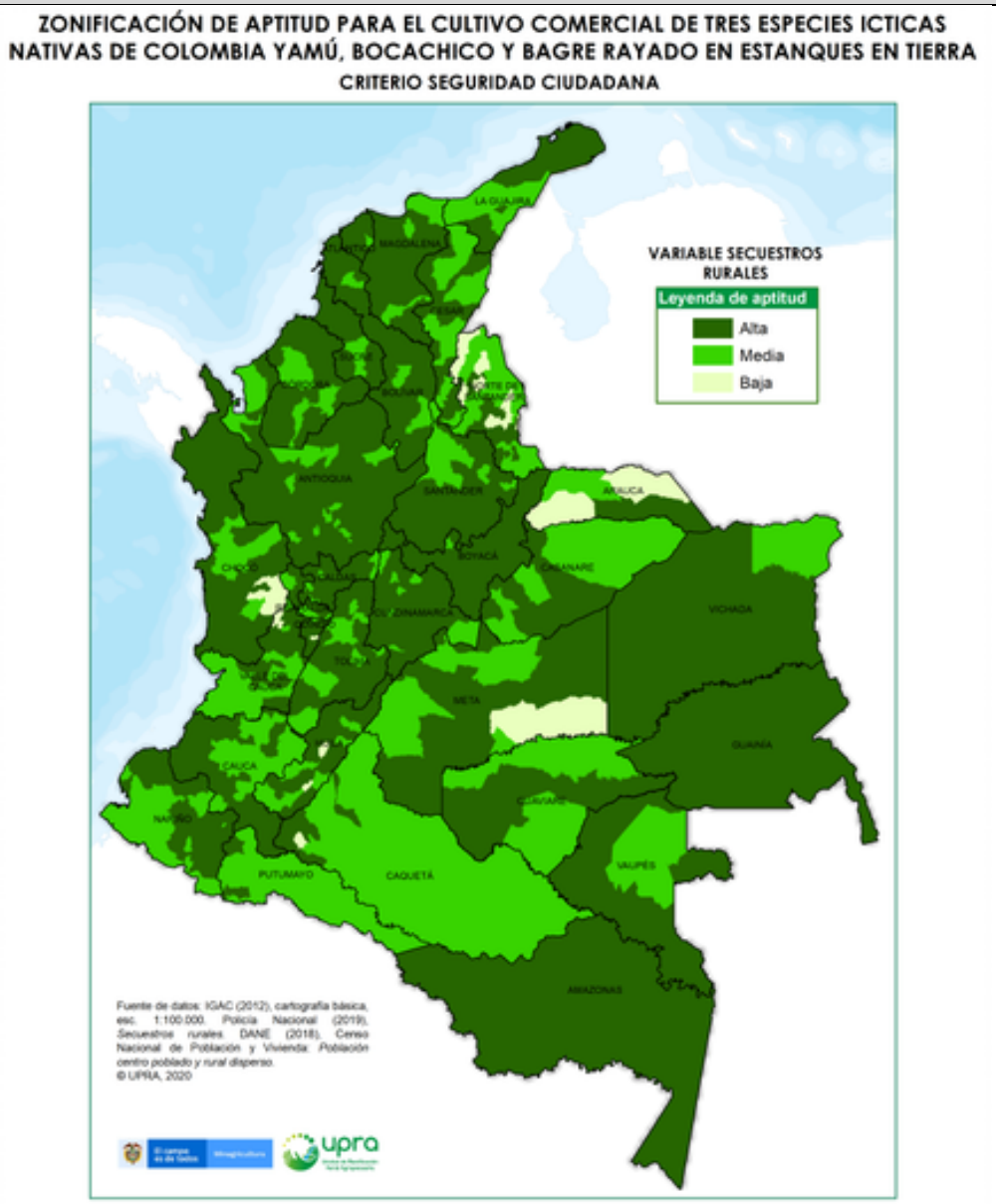
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1), media (A2) y baja (A3).

Tasa de secuestros rurales por cada 1000 habitantes	Aptitud
Sin ocurrencia del delito	Alta (A1)
≤ 0,0719	Media (A2)
> 0,0719	Baja (A3)

Unidad de análisis	Tasa de secuestros rurales por cada 1000 habitantes

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



FUENTES DE INFORMACIÓN

- DANE. (2018). Censo nacional de Población y Vivienda_ Población centro poblado y rural disperso. Bogotá: DANE.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC
- Ley 599 de 2000. Código Penal Colombiano. Artículo 168. Recuperado de: <http://www.secretariasenado.gov.co/senado>.
- Ley 986 de 2005. “Medidas de protección a víctimas del secuestro, toma de rehenes y desaparición forzada
- 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. (2019). Grupo Información de Criminalidad (GICRI). Policía Nacional - DIJIN. Datos 2015-2019. Bogotá: Policía Nacional. ”

3.5.2 Variable hurtos rurales

<table>
<tr><th colspan="4">FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="2">TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano</td></tr>
<tr><td colspan="4">COMPONENTE: socioeconómico SUBCOMPONENTE: social</td></tr>
<tr><td colspan="4">CRITERIO ASOCIADO: seguridad ciudadana</td></tr>
<tr><td colspan="2">VARIABLE: hurtos rurales</td><td colspan="2">UNIDAD DE MEDIDA: tasa de hurtos rurales por cada 1000 habitantes</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Exclusión técnica</td><td></td></tr>
<tr><td>Análisis jerárquico</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante legal</td><td></td></tr>
<tr><th colspan="4">DEFINICIÓN</th></tr>
<tr><td colspan="4">Apoderarse de una cosa mueble ajena, con el propósito de obtener provecho para sí o para otro. Se considera hurto calificado si se cometiere:
- 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, o violando o superando seguridades electrónicas u otras semejantes. Artículos 239 y 240 de la Ley 599 de 2000.</td></tr>
<tr><th colspan="4">IMPORTANCIA DE LA VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="4">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.</td></tr>
<tr><th colspan="4">LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="4">Algunos municipios se encuentran sin registros, de acuerdo a las fuentes de información consultadas para la variable, por lo cual, bajo el principio de precaución, se dejan sin ocurrencia del delito, en el rango de aptitud alta (A1).</td></tr>
</table>

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

DANE. 2018. CNPV Población proyecta para el año 2019.
IGAC. 2012. Cartografía básica, escala 1:100.000.
Policía Nacional. Dirección de Investigación Criminal e Interpol. Casos de hurtos para los años 2015 a 2019.

2. 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.

3. 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, de la siguiente forma:

a. A partir de las series históricas del número de hurtos registrados en la zona rural para el período 2015-2019 (remitidas por la Policía Nacional), se realizó la sumatoria de los cinco años.
b. Luego, con base en las series de proyección de población municipal del DANE (2018), de los Microdatos del Censo Nacional de Población y Vivienda (CNPV, 2018), para el país se tomó la población por municipio proyectada para el año 2019, 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.
c. Resultado de los dos cálculos anteriores, se efectuó la relación de la sumatoria del número de hurtos rurales sobre el número promedio de habitantes en zona rural y se proyectó como índice por cada 1000 habitantes.

4. Clasificación por aptitud.

Para clasificar la variable luego de la construcción del índice de hurtos por cada 1000 habitantes que combina la información para los cinco años de la serie, se dividió la serie en dos grupos: i los municipios que no registraron hurtos y, ii. los municipios que tenían uno o más casos de hurtos registrados.

A continuación, al primer grupo de municipios que no contaban con casos registrados, se les asignó aptitud alta (A1) para la presente zonificación de aptitud y, para el segundo grupo, se aplicó el método estadístico 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 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 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 dos para las aptitudes media (A29 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 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 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.
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 del mismo clúster.
4. Se asigna cada elemento al clúster cuyo dato sea el mínimo de los dos posibles y se recalculan los centroides con los nuevos agrupamientos.
5. Iterativamente, se van actualizando los centroides en función de las asignaciones de puntos a clúster, hasta que los centroides dejen de cambiar.

Como parte del mismo proceso, el procedimiento de K Medias considera una fase de validación que consiste en lo siguiente:

- Evaluar la existencia de clúster que solo están integrados por datos extremos (*outliers*).
- Comparar dos conjuntos de clústeres 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.

Al realizar la clasificación de esta última serie en dos agrupaciones, se le asignó la calificación de aptitud media (A2) al grupo de municipios con el menor número de hurtos rurales por cada 1000 habitantes rurales y al grupo restante con el mayor número de delitos por habitantes, se le asignó un rango de aptitud baja (A3).

Los rangos de aptitud son: aptitud alta (A1): municipios donde no se ha reportado el delito. Aptitud media (A2): municipios del resultado del primer clúster, donde se han reportado hasta 4,8301 casos de hurtos rurales por cada 1000 habitantes rurales. Aptitud baja (A3): municipios del resultado del segundo clúster, donde se han reportado más de 4,8301 casos de hurtos rurales por cada 1000 habitantes rurales.

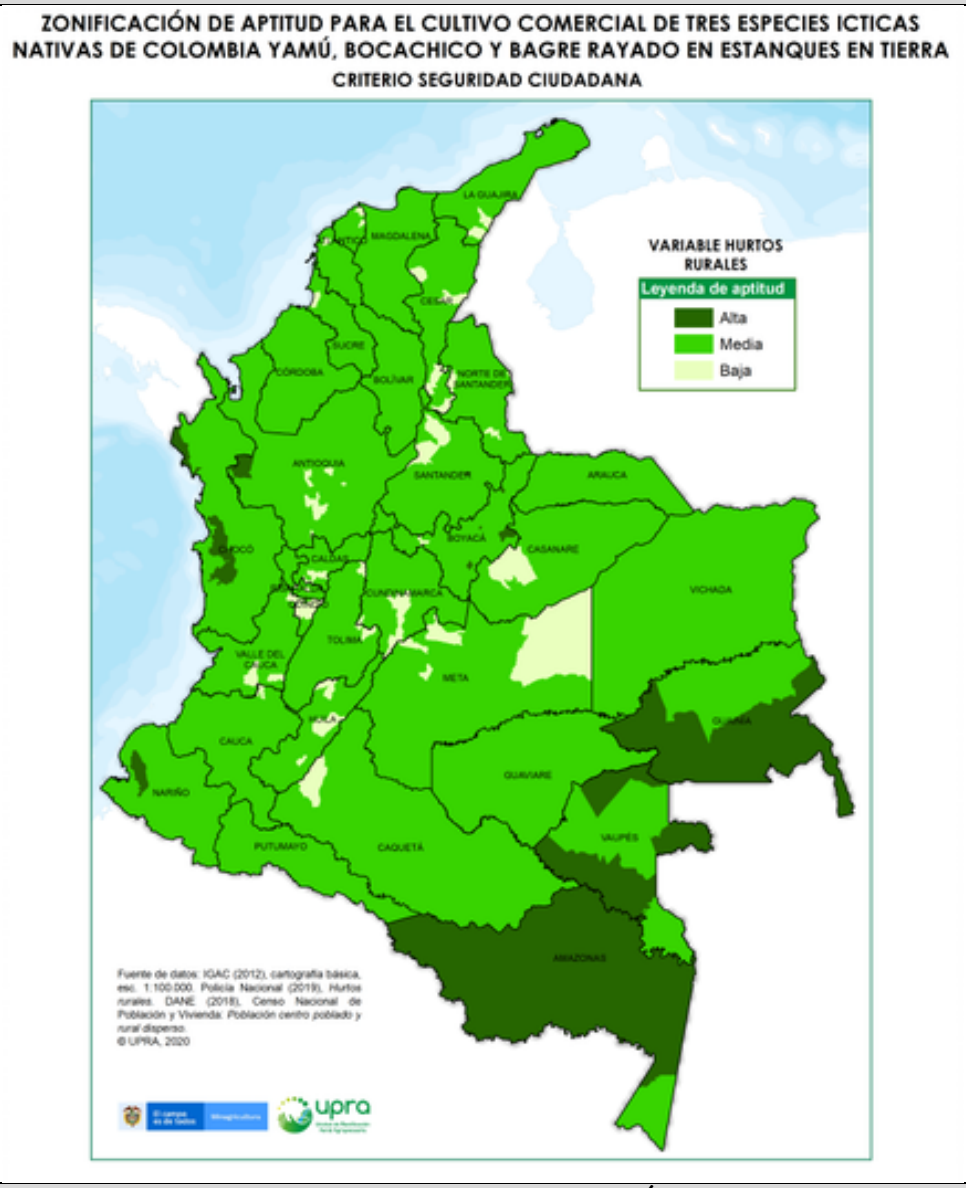
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

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)
≤ 4,8302	Media (A2)
> 4,8302	Baja (A3)

Unidad de análisis	Tasa de hurtos rurales por cada 1000 habitantes

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



FUENTES DE INFORMACIÓN

- DANE (2018). Censo nacional de Población y Vivienda_ Población centro poblado y rural disperso. Bogotá: DANE.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC
- Ley 599 DE 2000 Código Penal Colombiano, artículo 239 y 240. Recuperado de: <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. (2018). Grupo Información de Criminalidad (GICRI). Policía Nacional - DIJIN. Datos 2013-2018. Bogotá: Policía Nacional.

3.5.4 Variable homicidios rurales

<table>
<tr><th colspan="3">FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE</th></tr>
<tr><td>TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano</td></tr>
<tr><td colspan="3">COMPONENTE: socioeconómico SUBCOMPONENTE: social</td></tr>
<tr><td colspan="3">CRITERIO ASOCIADO: seguridad ciudadana</td></tr>
<tr><td>VARIABLE: homicidios rurales</td><td colspan="2">UNIDAD DE MEDIDA: tasa de homicidios rurales por cada 1000 habitantes</td></tr>
<tr><td rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Exclusión técnica</td><td></td></tr>
<tr><td>Análisis jerárquico</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante legal</td><td></td></tr>
<tr><th colspan="3">DEFINICIÓN</th></tr>
<tr><td colspan="3">La palabra homicidio deriva del vocablo latino homicidĭum 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 (culpabilidad)».

El homicidio, además de un hecho violento, es un delito que se tipifica en el Código Penal (Ley 599 de 2000) a partir de tres elementos característicos o paradigmas: tipicidad, antijuridicidad y culpabilidad. Existen dos categorías que permiten identificar este delito en cuanto a la conducta punible del agresor: el dolo y la culpa (Instituto Nacional de medicina Legal y Ciencias Forenses, 2013).</td></tr>
<tr><th colspan="3">IMPORTANCIA DE LA VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="3">Muestra la ocurrencia de esta actividad violenta en un periodo de tiempo específico, en los municipios del país; de ahí su importancia ya que constituye una herramienta para el sector, los productores y potenciales inversores, para tratar de proyectar el comportamiento de delito a nivel municipal.

Contribuye a la formulación de lineamientos de políticas desde el sector papero o a tomar las medidas de mitigación respectivas desde los productores o posibles inversores.</td></tr>
</table>

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO
El análisis de la variable, no presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1)

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE
En las fuentes de información consultadas para la variable homicidios, cuenta con municipios sin registros. Estos municipios, bajo el principio de precaución, se asimilaron al registro cero y, en consecuencia, se clasificaron en el rango de aptitud alta (A1).
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN
1. Información. DANE. 2018. CNPV Población proyecta para el año 2019. IGAC. 2012. Cartografía básica, escala 1:100.000. Policía Nacional. Dirección de Investigación Criminal e Interpol. Casos de homicidios para los años 2015 a 2019 **2. Precisiones de la información.** Se analizó el número de homicidios en zona rural ocurridos en cada municipio a partir de los registros de la Policía Nacional. **3. Análisis de consistencia y preparación de la información.** La construcción de esta variable se inicia relativizando la información del número de homicidios en zona rural respecto a la población rural de cada municipio; para este objetivo se calculó el «*índice de homicidios rurales por cada 1000 habitantes rurales*», de la siguiente forma: a. A partir de las series históricas del número de homicidios registrados en la zona rural para el período 2015-2019 (remitidas por la Policía Nacional), se realizó la sumatoria de los cinco años. b. Luego, con base en las series de proyección de población municipal del DANE (2018), de los Microdatos del Censo Nacional de Población y Vivienda (CNPV, 2018), para el país se tomó la población por municipio proyectada para el año 2019, 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. c. Resultado de los dos cálculos anteriores, se efectuó la relación de la sumatoria del número de homicidios rurales sobre el número promedio de habitantes en zona rural y se proyectó como índice por cada 1000 habitantes. **4. Clasificación por aptitud.** Para clasificar la variable luego de la construcción del índice de homicidios por cada 1000

habitantes que combina la información para los cinco años de la serie, se dividió la serie en dos grupos: I. los municipios que no registraron homicidio y, II. los municipios que tenían uno o más casos de homicidios registrados.

A continuación, al primer grupo de municipios, se les asignó aptitud alta (A1) para la presente zonificación de aptitud 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 parte de una función de aprendizaje no supervisado donde no existen clases predefinidas y sus resultados están fuertemente determinados por el conjunto de datos disponibles y las medidas de similitud o distancia utilizadas para comparar datos. Se busca minimizar la distancia intra-clústers y maximizar la distancia interclústers, 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 o de menor a mayor según incidencia del fenómeno socioeconómico en estudio y su supuesta relación con los niveles de aptitud para la cadena productiva.
2. De manera inicial se divide en dos grupos el total de datos disponibles; se calcula el centroide (centro geométrico del clúster) que se calcula como base para la construcción de la variable objetivo (distancia). El centroide que se propone es el promedio aritmético de cada agrupamiento.
3. Dado que el algoritmo de K-Medias busca minimizar la distancia interna (suma de las distancias de los datos de su centroide), se calcula para cada dato el cuadrado de las diferencias de este con los centroides de los clústers inicialmente calculados (dos) y se suman dichos valores para todos los datos del mismo clúster.
4. Se asigna cada elemento al clúster cuyo dato sea el mínimo de los dos posibles y se recalculan los centroides con los nuevos agrupamientos.
5. Iterativamente, se van actualizando los centroides en función de las asignaciones de puntos a clúster, hasta que los centroides dejen de cambiar.

Como parte del mismo proceso, el procedimiento de K Medias considera una fase de validación que consiste en lo siguiente:

- Evaluar la existencia de clúster que solo están integrados por datos extremos (outliers).
- Comparar dos conjuntos de clústeres 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.

Al realizar la clasificación de esta última serie en dos agrupaciones, se le asignó la calificación de aptitud media (A2) al grupo de municipios con el menor número de homicidios rurales por cada 1000 habitantes rurales y, al grupo restante, con el mayor número de delitos por habitantes, se le asignó un rango de aptitud baja (A3).

Los rangos de aptitud son: aptitud alta (A1): municipios donde no se ha reportado el delito. Aptitud media (A2): municipios del resultado del primer clúster, donde se han reportado hasta 0,5308 casos de homicidios rurales por cada 1000 habitantes rurales. Aptitud baja (A3): municipios del resultado del segundo clúster, donde se han reportado más de 0,5308 casos de homicidios rurales por cada 1000 habitantes rurales.

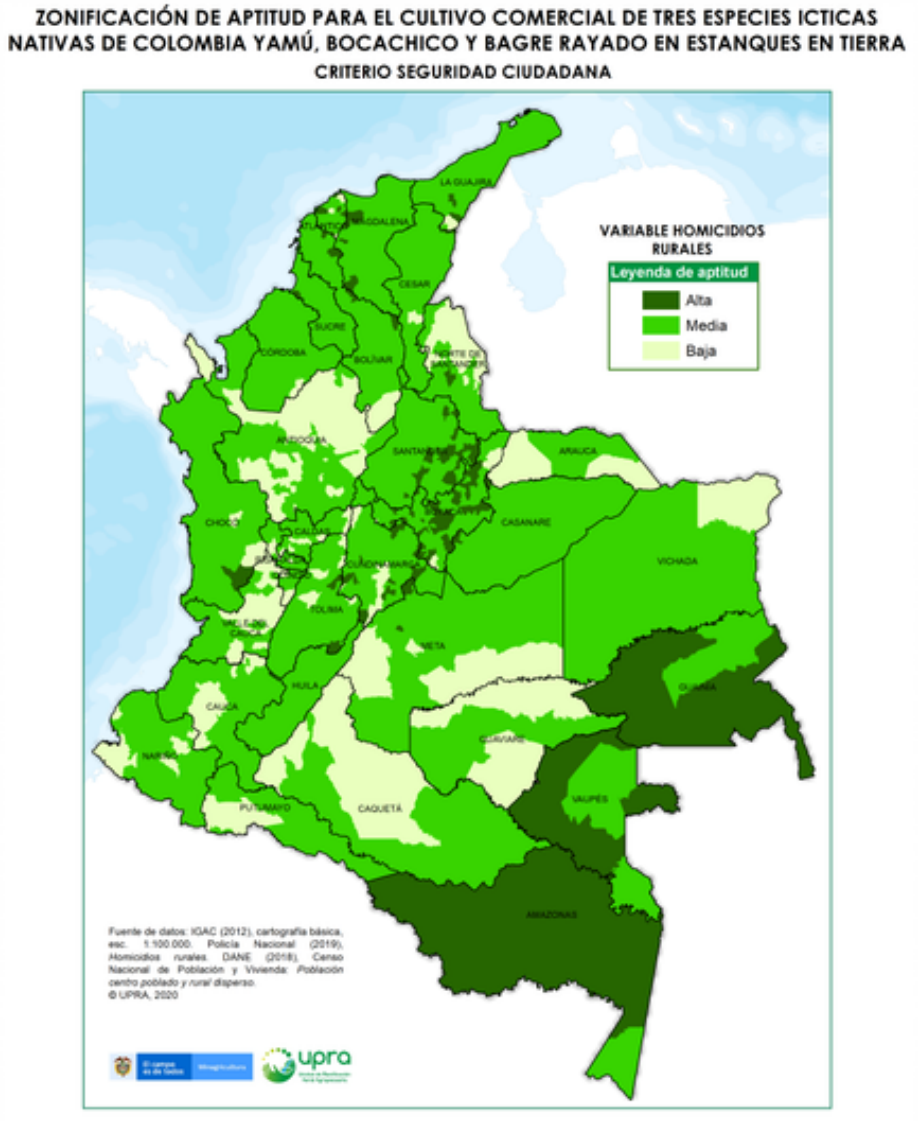
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo a las categorías de aptitud: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

Tasa de homicidios rurales por cada 1000 habitantes	Aptitud
Sin ocurrencia del delito	Alta (A1)
≤ 0,5308	Media (A2)
> 0,5308	Baja (A3)

Unidad de análisis	Tasa de homicidios rurales por cada 1000 habitantes

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



FUENTES DE INFORMACIÓN

- DANE ((2018). Censo nacional de Población y Vivienda_ Población centro poblado y rural disperso. Bogotá: DANE.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. Homicidio_Colombia 2008. Bogotá: Instituto Nacional de Medicina Legal
- - Comportamiento del Homicidio en Colombia 2013.
- Ley 599 de (2000). Artículo 103. Recuperado de: <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. (2019). Grupo Información de Criminalidad (GICRI). Policía Nacional - DIJIN. Datos 2015 -2019. Bogotá: Policía Nacional.

4. Fichas metodológicas de exclusiones legales

4.1. Criterio exclusiones legales

<table>
<tr><th colspan="3">FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO</th></tr>
<tr><td>TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano</td></tr>
<tr><td colspan="3">COMPONENTE: socioecosistémico</td></tr>
<tr><td colspan="3">CRITERIO: exclusiones legales</td></tr>
<tr><td rowspan="4">TIPO DE CRITERIO</td><td>Exclusión técnica</td><td></td></tr>
<tr><td>Análisis jerárquico</td><td></td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Condicionante legal</td><td></td></tr>
<tr><th colspan="3">VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO</th></tr>
<tr><td colspan="3">

Ecosistemas estratégicos: corresponde a los polígonos de páramos.
Áreas protegidas: corresponde a los polígonos de áreas del sistema de parques nacionales naturales, polígonos de parques naturales regionales y polígonos de reservas forestales protectoras, otras áreas protegidas locales y polígonos de zonas de preservación y recuperación para la preservación del Área de Manejo Especial de La Macarena (AMEM). Se incluyen además los Distritos de manejo integrado, correspondientes a los polígonos identificados como las zonas de preservación, restauración para la preservación y uso público (subzonas para la recreación y alta densidad de uso) relacionados en la zonificación de los Planes de Manejo de los Distritos Regionales de Manejo La Tatacoa y la Serranía de Peñas Blancas, elaborados por la corporación autónoma regional del alto magdalena-CAM.
Planes de ordenación forestal: Corresponden a los polígonos identificados con los usos prohibidos de las áreas forestales protectoras, áreas para la preservación, áreas forestales de protección para la preservación y restauración, áreas de protección para la conservación de la biodiversidad, suelos y recurso hídrico, Macro unidades de manejo forestal para la conservación de cuerpos de agua, restauración ecológica de rondas y para la conservación, relacionados con los POF de la de la Corporación autónoma regional del alto Magdalena-CAM, Corporación autónoma regional del Canal del Dique

</td></tr>
</table>

-CARDIQUE, Corporación para el desarrollo sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena -CORMACARENA, para las cuenca del río Planas y del río Tillavá en el municipio de Puerto Gaitán, departamento del Meta, Corporación autónoma regional de Boyacá – CORPOBOYACA, Corporación autónoma regional del Guavio – CORPOGUAVIO, Corporación autónoma regional del Atlántico – CRA, , Corporación Autónoma Regional de Sucre – CARSUCRE, Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga- CDMB, Corporación Autónoma Regional del Sur de Bolívar – CSB, Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge – CVS y Corporación Autónoma Regional de Santander – CAS.

- **Parques arqueológicos:** son áreas arqueológicas protegidas, declarados mediante resolución, los cuales han sido adaptados para recibir visitantes y que se encuentran bajo tutela del nstituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH); ello permite realizar labores de conservación e investigación. La declaratoria de un polígono como área arqueológica protegida genera un marco de protección sobre el área marcada y el encargado de ejecutar el plan de manejo arqueológico (PMA) cuenta con el apoyo de entidades estatales para asegurar la conservación de estos espacios patrimoniales (ICANH, 2018).

- **Zonas de Reserva Forestal Nacional de Ley 2.ª de 1959, zonas tipo A:** corresponde a los polígonos identificados como zonas tipo A de las zonas de Reserva Forestal Nacional.

DEFINICIÓN

Zonas en las cuales, por mandato legal, no se permite el desarrollo de actividades agropecuarias productivas. Las siguientes zonas son excluidas del proceso de zonificación de aptitud: ecosistemas estratégicos —páramos—, áreas protegidas —áreas del sistema nacional de parques nacionales naturales, parques naturales regionales, reservas forestales protectoras, zonas de preservación y recuperación para la preservación del AMEM—, planes de ordenación forestal, áreas urbanas —ciudades capitales y centros poblados—, parques arqueológicos y reservas forestales nacionales tipo A.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

Permite determinar dónde se puede y no se puede desarrollar actividad productiva agropecuaria, dados los mandatos legales vigentes.

Las consideraciones legales para la exclusión de la zonificación están dadas por los siguientes instrumentos normativos:

Páramos: el Consejo de Estado indica, en la Providencia del 9 de marzo de 2015, que están absolutamente prohibidas las concesiones mineras, títulos mineros y actividades agropecuarias en los páramos colombianos; asimismo, faculta al Gobierno para cerrar las actividades de explotación minera y agropecuaria que se desarrollan en estos ecosistemas y que van en detrimento de estos. Señala que «el objetivo central de las normas ambientales es subordinar el interés privado, que representa la actividad económica, al interés público o social, que exige la preservación del ambiente». La providencia explicó que los ministerios

de Ambiente, Agricultura y de Minas, están obligados a iniciar programas de sustitución y capacitación ambiental o de reconversión para las actividades agropecuarias que se desarrollaban en los páramos, antes de la entrada en vigor de la Ley 1450 del 2011. Sin embargo, si alguna de dichas labores pone en riesgo el ecosistema, el Estado podrá expropiar el predio para buscar la restauración y conservación ambiental.

En los ecosistemas de páramos no se podrán adelantar actividades agropecuarias, ni de exploración o explotación de hidrocarburos y minerales. Para tales efectos, se considera como referencia mínima la cartografía contenida en el «Atlas de páramos de Colombia» del IAVH, hasta tanto se cuente con cartografía a escala más detallada (Ley 1450 de 2011, artículo 202, parágrafo 1).
La Sentencia C-035 de 2016 proferida por la Corte Constitucional establece que, ante la vulnerabilidad, fragilidad y dificultad de recuperación de los ecosistemas de páramo, el Estado tiene a su cargo la obligación de brindar una protección más amplia y especial, dirigida específicamente a preservar este tipo de ecosistema. Lo anterior no sólo porque es un tipo de bioma que no es común en el mundo, sino también debido a los importantes servicios ambientales que presta, sumado al hecho que en la actualidad es un ecosistema sometido a intervenciones negativas o disturbios que afectan su supervivencia.

De acuerdo con la Resolución 886 de 2018 del MADS, «Por la cual se adoptan los lineamientos para la zonificación y régimen de usos en las áreas de páramos delimitados y se establecen las directrices para diseñar, capacitar y poner en marcha programas de sustitución y reconversión de las actividades agropecuarias y se toman otras determinaciones», se viene avanzando en la zonificación de los páramos delimitados en relación a las actividades agropecuarias que se venían desarrollando con anterioridad al 16 de junio de 2011 al interior de estas áreas, mediante el diseño de los programas de sustitución y reconversión de las actividades agropecuarias, la capacitación y puesta en marcha de estos programas a cargo de Minagricultura a través de la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), La Agencia Nacional de Desarrollo Rural (ADR), la Agencia Nacional de Tierras (ANT) y demás entidades adscritas y vinculadas.

Áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales: forma parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (Sinap) y está integrado por los tipos de áreas consagrados en el artículo 329 del Decreto Ley 2811 de 1974 y el Decreto 2372 de 2010, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, que reglamenta el Sinap. Este incluye las figuras de: los parques nacionales naturales, el área natural única, las reservas naturales de los santuarios de fauna, santuarios de fauna y flora y la Vía Parque. De conformidad con el artículo 30 del Decreto 622 de 1977, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, esta categoría es totalmente incompatible con las actividades agropecuarias e industriales.

Adicionalmente se incluyen los Distritos de Manejo Integrado que de acuerdo con el artículo 14 del Decreto 2372 de 2010, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector Ambiental, corresponden a espacios geográficos en los que los paisajes y ecosistemas mantienen su composición y función, aunque su estructura haya sido modificada, y cuyos

valores naturales y culturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su uso sostenible, preservación, restauración, conocimiento y disfrute. Se tienen en cuenta en esta categoría las zonas de preservación, restauración para la preservación y uso público (subzonas para la recreación y alta densidad de uso) identificadas en la zonificación descrita en los Planes de Manejo de los Distritos Regionales de Manejo Integrado (DRMI) La Tatacoa y Serranía de Peñas Blancas, elaborados por la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM) y adoptados por los acuerdos 012 de 2015 y 015 de 2020, respectivamente.

Parques naturales regionales: de conformidad con el Decreto 2372 de 2010, se considera un espacio geográfico en el que paisajes y ecosistemas estratégicos, en la escala regional, mantienen su estructura, composición y función, así como los procesos ecológicos y evolutivos que los sustentan y cuyos valores naturales y culturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su preservación, restauración, conocimiento y disfrute.

Reservas forestales protectoras: Según el Decreto 2372 de 2010, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, se consideran como espacios geográficos en el que los ecosistemas de bosque mantienen su función, aunque su estructura y composición hayan sido modificadas y los valores naturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su preservación, uso sostenible, restauración, conocimiento y disfrute. Estas zonas de propiedad pública o privada se reservan para destinarlas al establecimiento o mantenimiento y utilización sostenible de los bosques y demás coberturas vegetales naturales.

Planes de ordenación forestal: El decreto 1076 de 2016, recopila lo establecido en el decreto 1791 de 1996 el cual dictamina que las Corporaciones Autónomas Regionales deben contar con un plan de ordenación forestal, en el cual se definan las áreas boscosas pertenecientes a su jurisdicción y su respectivo manejo. En ese sentido el Plan de ordenación forestal es un documento desarrollado por las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR), fundamentado en la descripción de los aspectos bióticos, abióticos, sociales y económicos, de la zona, permitiendo ordenar las áreas forestales que se encuentran en el territorio, teniendo por objeto lograr el uso de los recursos forestales de manera planificada y asegurando la sostenibilidad en su aprovechamiento, por tanto se definen posibles usos, en función de su uso principal, uso condicionado y uso prohibido. Las exclusiones legales pertenecientes a los POF de la Corporación autónoma regional del alto Magdalena-CAM, Corporación Autónoma Regional de Sucre – CARSUCRE, Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga- CDMB, Corporación Autónoma Regional del Sur de Bolívar – CSB, Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge - CVS, Corporación Autónoma Regional de Santander – CAS, Corporación autónoma regional del Canal del Dique -CARDIQUE, Corporación para el eesarrollo sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena -CORMACARENA, para las cuenca del río Planas y del río Tillavá en el municipio de Puerto Gaitán, departamento del Meta, Corporación autónoma regional de Boyacá – CORPOBOYACA, Corporación autónoma regional del Guavio – CORPOGUAVIO y Corporación autónoma regional del Atlántico – CRA, se

relacionan con los usos prohibidos de las áreas forestales protectoras, áreas para la preservación, áreas forestales de protección para la preservación y restauración, áreas de protección para la conservación de la biodiversidad, suelos y recurso hídrico, Macro unidades de manejo forestal para la conservación de cuerpos de agua, restauración ecológica de rondas y para la conservación.

Zonas de preservación y recuperación para la preservación del AMEM: Según el acuerdo con el Decreto 1989 de 1989 «Por el cual se declara Área de Manejo Especial La Macarena, la Reserva Sierra de la Macarena, se clasifica y zonifica su territorio y se fijan sus límites reales», entre su zonificación se definen zonas para la preservación y recuperación para la preservación en los Distritos de Manejo Integrado que hacen parte del AMEM. Las zonas identificadas como exclusiones son: a) recuperación para la preservación sur, b) recuperación para la preservación norte, c) vertiente oriental y d) Serranía de La Lindosa. Se detallan los siguientes polígonos de zonificaciones:

DMI Macarena Norte

- Zona de recuperación para la producción: áreas de uso de preservación
- Zona de recuperación para la preservación: áreas de uso de preservación y áreas de uso de restauración

DMI Losada-Perdido

- Zona de recuperación para la producción: áreas de uso de preservación.

Parques arqueológicos: los Parques Arqueológicos son áreas arqueológicas protegidas, declarados mediante una resolución, los cuales han sido adaptados para recibir visitantes y que se encuentran bajo tutela del ICANH, ello permite realizar labores de conservación e investigación. La declaratoria de un polígono como área arqueológica protegida genera un marco de protección sobre el área marcada y el encargado de ejecutar el Plan de Manejo Arqueológico cuenta con el apoyo de entidades estatales para asegurar la conservación de estos espacios patrimoniales (ICANH, 2018).

Zonas de Reserva Forestal Nacional de Ley 2.ª de 1959, zona tipo A: las Zonas de Reserva Forestal Nacional (ZRFN) fueron creadas para el desarrollo de la economía forestal y protección de los suelos, las aguas y la vida silvestre, mediante la Ley 2.ª de 1959. Se compone de siete reservas forestales nacionales: ZRFN del Pacífico, ZRFN Central, ZRFN del Río Magdalena, ZRFN de la Sierra Nevada de Santa Marta, ZRFN de la Serranía de Los Motilones, ZRFN del Cocuy y ZRFN de la Amazonia.

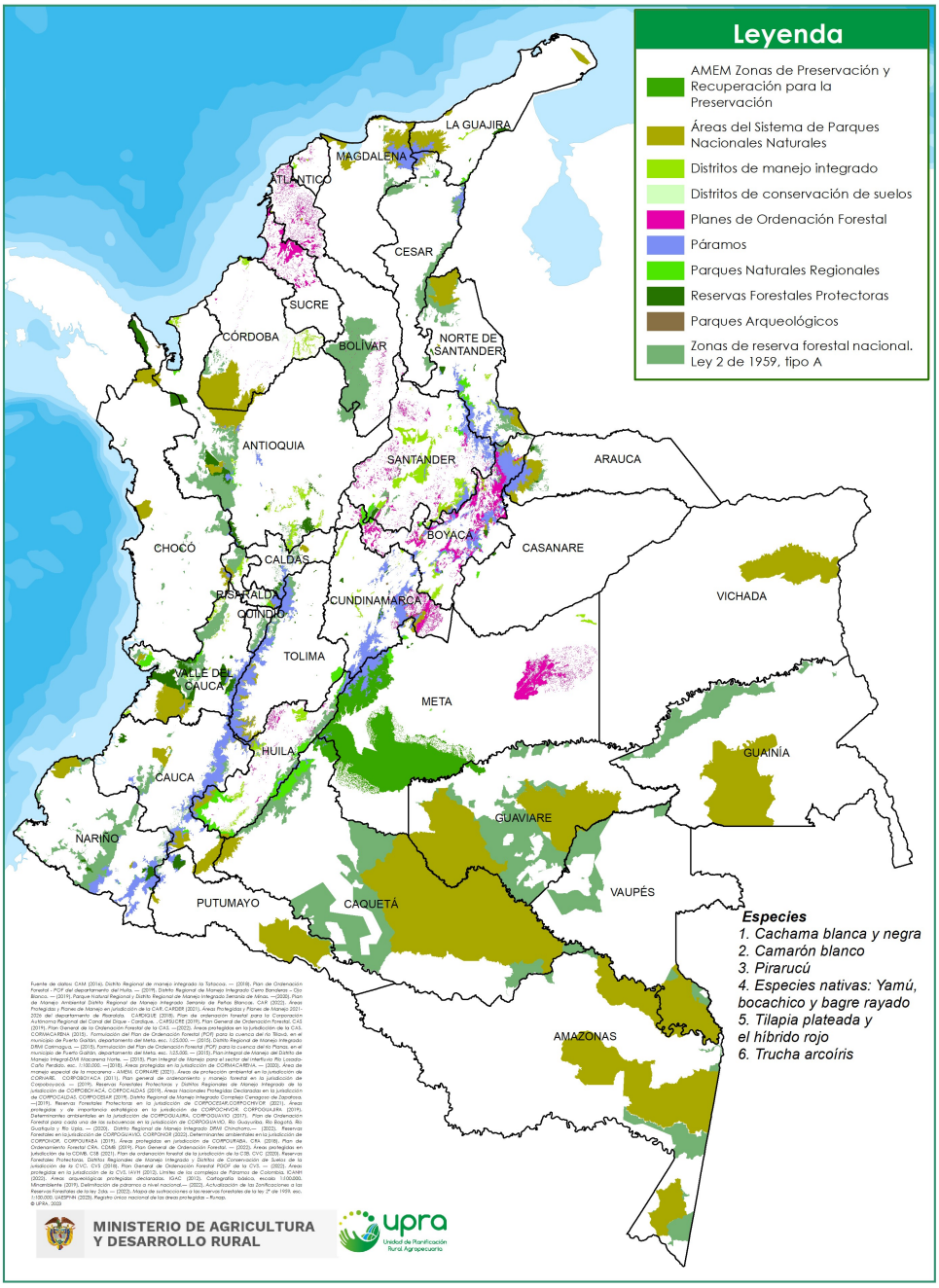
La zonificación adelantada por el Minambiente en las ZRFN definió tres zonas tipo, denominadas A, B y C. Las zonas tipo A son aquellas que garantizan el mantenimiento de los procesos ecológicos básicos necesarios para asegurar la oferta de servicios ecosistémicos, relacionados principalmente con la regulación hídrica y climática; la asimilación de contaminantes del aire y del agua; la formación y protección del suelo; la protección de paisajes singulares y de patrimonio cultural y el soporte a la diversidad biológica.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO
Cada uno de los factores evaluados, presenta limitantes por sus características y elementos particulares, que imposibilitan generalizar este aspecto. En lo referente a los ecosistemas estratégicos, las áreas delimitadas corresponden al complejo de páramos; abarca grandes extensiones que pueden incluir zonas con algún grado de aptitud. Se debe actualizar esta exclusión con la información resultante de las zonificaciones de los páramos o ajustes en las mismas, que adelanta el Minambiente con el IAVH. Respecto a las áreas protegidas la principal limitante se refiere a su dinámica, ya que constantemente se están creando nuevas áreas. Sobre este aspecto, es necesario resaltar que dentro de los criterios condicionantes se evalúa la figura «Zonas de protección y desarrollo de los recursos» (tanto de carácter regional como nacional), en las cuales queda implícito que, en el futuro, una parte de estas áreas será elevada a la categoría área protegida, lo cual implica que cambia de condicionante a exclusión legal. Lo anterior involucra la necesidad de mantener actualizada la información cartográfica para que las exclusiones incluyan las nuevas áreas protegidas. No se contemplan los Parques arqueológicos que han sido declarados, pero carecen que de espacialización cartográfica por parte del ICANH. El prescindir de esta información en la zonificación de aptitud, no desconoce la posibilidad de que se requiera adelantar procesos de verificación ante la pretensión de implementar desarrollos productivos en zonas donde existan áreas de interés arqueológico. Las resoluciones que zonifican las ZRFN establecen que tanto en las zonas tipo A, B o C, se pueden adelantar procesos de sustracción de conformidad con la normatividad vigente (Resolución 1922 de 2013 MADS, que corresponde a la adopción de la zonificación de la ZRFC). Como todas las áreas son susceptibles de solicitud de sustracción, por lo tanto, la información que proviene de este insumo deberá ser actualizada, en función de las nuevas sustracciones realizadas en las reservas.
VALOR DE PONDERACIÓN DEL CRITERIO
No aplica.
METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN
De forma general, la metodología de evaluación se fundamenta en un análisis profundo de las normas vigentes. Para generar la información espacial, se parte de las capas oficiales que contienen la información actualizada de las áreas de páramo, las áreas protegidas, otras áreas protegidas, los parques arqueológicos, las áreas urbanas y las zonas de reserva forestal nacional tipo A. Una vez identificadas las variables presentes en la zona de estudio, se genera un mapa que identifique las variables evaluadas, las cuales serán sujeto de exclusión.
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD
No aplica, por tratarse de una exclusión legal.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA LOS CULTIVOS COMERCIALES DE ESPECIES ACUÍCOLAS EN ESTANQUES DE TIERRA

EXCLUSIONES LEGALES



FUENTES DE INFORMACIÓN
• Acuerdo 10 de 2021, por el cual se adopta Plan de ordenación forestal para la Serranía de San Lucas para el área de jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Sur de Bolívar – CSB. • Acuerdo No. 012 de 2015 de la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM), Por el cual se adopta el Plan de Manejo del Distrito Regional de Manejo Integrado (DRMI) La Tatacoa, localizado en los Municipios de Villavieja y Baraya, Departamento del Huila. • Acuerdo No. 015 de 2020 de la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM), por el cual se adopta el Plan de Manejo Ambiental del Distrito Regional de Manejo Integrado (DRMI) Serranía de Peñas Blancas y se modifica el Acuerdo 0003 de 2018 "Por el cual se declara, reserva, delimita y alindera el Distrito Regional de Manejo Integrado Serranía de Peñas Blancas, ubicado en los Municipios de Palestina, Acevedo, Pitalito, Timana y Suaza, en el departamento del Huila" y se toman otras determinaciones. • Acuerdo 359 de 2018, por el cual se adopta la actualización del Plan General de Ordenación Forestal – PGOF de la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y San Jorge – CVS. • Acuerdo 386 de 2019, por el cual se adopta la actualización del Plan General de Ordenación Forestal en el área de la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Santander CAS. • Acuerdo 1388 de 2019, por el cual se adopta el Plan General de Ordenación Forestal Integral y Sostenible para el área de jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga- CDMB, CDMB. • Cormacarena. (2015). *Distritos de Manejo Integrado – DMI. Área de Manejo Especial La Macarena (AMEM)*. • Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena CAM y la Unión Temporal Forestal – Ambiental 2017. (2018). Plan de Ordenación Forestal del departamento del Huila POF- Huila. • Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique – CARDIQUE y Enviromental Ingenieros Consultores S.A. ENINCO S.A. (2017). Plan de ordenación forestal para la Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique - CARDIQUE • Corporación para el Desarrollo Sostenible de Área de Manejo Especial La Macarena - CORMACARENA y Universidad Distrital Francisco José de Caldas. (2015). Formulación del Plan de Ordenación Forestal (POF) para la cuenca del Río Planas, en el municipio de Puerto Gaitán, Departamento del Meta. • Corporación para el Desarrollo Sostenible de Área de Manejo Especial La Macarena - CORMACARENA y Universidad Distrital Francisco José de Caldas. (2015). Formulación del Plan de Ordenación Forestal (POF) para la cuenca del Río Tillavá, en el municipio de Puerto Gaitán, Departamento del Meta. • Corporación Autónoma Regional de Boyacá CORPOBOYACA y Corporación de Tecnologías Sostenibles CTAS. (2009). Formulación del Plan General de Ordenamiento y Manejo Forestal PGOF en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Boyacá CORPOBOYACA. Etapa III. Ordenación y zonificación forestal.

- Corporación Autónoma Regional del Guavio- CORPOGUAVIO. (2017). Plan de Ordenación Forestal POF para la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Guavio- CORPOGUAVIO
- Corporación Autónoma Regional del Atlántico CRA y ECOAFA SAS. (2018). Capítulo 5. Ordenación forestal a implementar.
- DANE. (2014). *Marco Geodésico Nacional (MGN): centros poblados y cabeceras municipales*.
- IAVH. (2019). *Actualización de los límites cartográficos de los complejos de páramos, escala 1:100.000*
- ICANH. (2019). *Parques arqueológicos*.
- Ideam. (2012). *Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2010-2012, escala 1:100.000 versión 1.0*.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000
- Minambiente. (2018). *Mapa de zonificación de Zonas de Reserva Forestal Nacional Ley 2ª, Tipo A, escala 1:100.000*.
- PNN. (2019). *Categorías regionales del Runap V.6*.
- _. (2019). *Límite de los Parques Nacionales Naturales de Colombia V.6*.
- Resolución 1112 de 2019, por medio de la cual se aprueba Plan de Ordenación Forestal de Corporación Autónoma Regional de Sucre – CARSUCRE.

4.1.1. Variable ecosistemas estratégicos (páramos)

<table>
<tr><th colspan="3">FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE</th></tr>
<tr><td>TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano</td></tr>
<tr><td colspan="3">CRITERIO ASOCIADO: exclusiones legales</td></tr>
<tr><td colspan="3">VARIABLE: ecosistemas estratégicos (páramos)</td></tr>
<tr><td rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Análisis jerárquico</td><td></td></tr>
<tr><td>Exclusión técnica</td><td></td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Condicionante legal</td><td></td></tr>
<tr><th colspan="3">DEFINICIÓN</th></tr>
<tr><td colspan="3">Los ecosistemas estratégicos juegan un papel fundamental en el sostenimiento de procesos naturales, sociales, ecológicos o de otra índole; son prestadores de bienes y servicios ecológicos fundamentales, tales como la regulación del clima y de la humedad, la provisión de agua para el abastecimiento de la población, la generación de energía o el riego, el mantenimiento de climas y suelos adecuados para la producción de alimentos y materias primas o el mantenimiento del sistema natural de prevención de desastres o de control de plagas (Márquez, 2003).

La zonificación considera como ecosistemas estratégicos los páramos, por lo cual estas áreas deberán ser excluidas; las consideraciones legales para la exclusión están dadas por los siguientes instrumentos normativos:

El Consejo de Estado indica, en la Providencia del 9 de marzo de 2015, que están absolutamente prohibidas las concesiones mineras, títulos mineros y actividades agropecuarias en los páramos colombianos; asimismo, faculta al Gobierno para cerrar las actividades de explotación minera y agropecuaria que se desarrollan en estos ecosistemas y que van en detrimento de estos. Señala que «el objetivo central de las normas ambientales es subordinar el interés privado, que representa la actividad económica, al interés público o social, que exige la preservación del ambiente». La providencia explicó que los ministerios de Ambiente, Agricultura y de Minas, están obligados a iniciar programas de sustitución y capacitación ambiental o de reconversión para las actividades agropecuarias que se desarrollaban en los páramos, antes de la entrada en vigor de la Ley 1450 del 2011. Sin embargo, si alguna de dichas labores pone en riesgo el ecosistema, el Estado podrá expropiar el predio para buscar la restauración y conservación ambiental.

En los ecosistemas de páramos no se podrán adelantar actividades agropecuarias, ni de exploración o explotación de hidrocarburos y minerales. Para tales efectos, se considera como referencia mínima la cartografía contenida en el «Atlas de páramos de Colombia» del</td></tr>
</table>

IAVH, hasta tanto se cuente con cartografía a escala más detallada (Ley 1450 de 2011, artículo 202, parágrafo 1).

La Sentencia C-035 de 2016 proferida por la Corte Constitucional establece que, ante la vulnerabilidad, fragilidad y dificultad de recuperación de los ecosistemas de páramo, el Estado tiene a su cargo la obligación de brindar una protección más amplia y especial, dirigida específicamente a preservar este tipo de ecosistema. Lo anterior no sólo porque es un tipo de bioma que no es común en el mundo, sino también debido a los importantes servicios ambientales que presta, sumado al hecho que en la actualidad es un ecosistema sometido a intervenciones negativas o disturbios que afectan su pervivencia.

De acuerdo con la Resolución No. 886 de 2018 del MADS, «Por la cual se adoptan los lineamientos para la zonificación y régimen de usos en las áreas de páramos delimitados y se establecen las directrices para diseñar, capacitar y poner en marcha programas de sustitución y reconversión de las actividades agropecuarias y se toman otras determinaciones», se viene avanzando en la zonificación de los páramos delimitados en relación con las actividades agropecuarias que se venían desarrollando con anterioridad al 16 de junio de 2011 en estas áreas, mediante el diseño de los programas de sustitución y reconversión de las actividades agropecuarias, la capacitación y puesta en marcha de estos programas a cargo del Minagricultura a través de la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), la Agencia Nacional de Desarrollo Rural (ADR), la Agencia Nacional de Tierras (ANT) y demás entidades adscritas y vinculadas.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Para los propósitos de la zonificación de aptitud del cultivo de tres especies icticas nativas (yamú, bagre rayado y bocachico), los ecosistemas estratégicos juegan un papel fundamental en el sostenimiento de procesos naturales, sociales y ecológicos; no solo son áreas de importancia natural, sino que cumplen otras funciones importantes para la sociedad a través de la prestación de bienes y servicios ecológicos fundamentales para el hombre, por lo que constituyen el máximo nivel de restricción al uso.

VALOR DE EXCLUSIÓN

No aplica, por tratarse de una exclusión legal (N2).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN

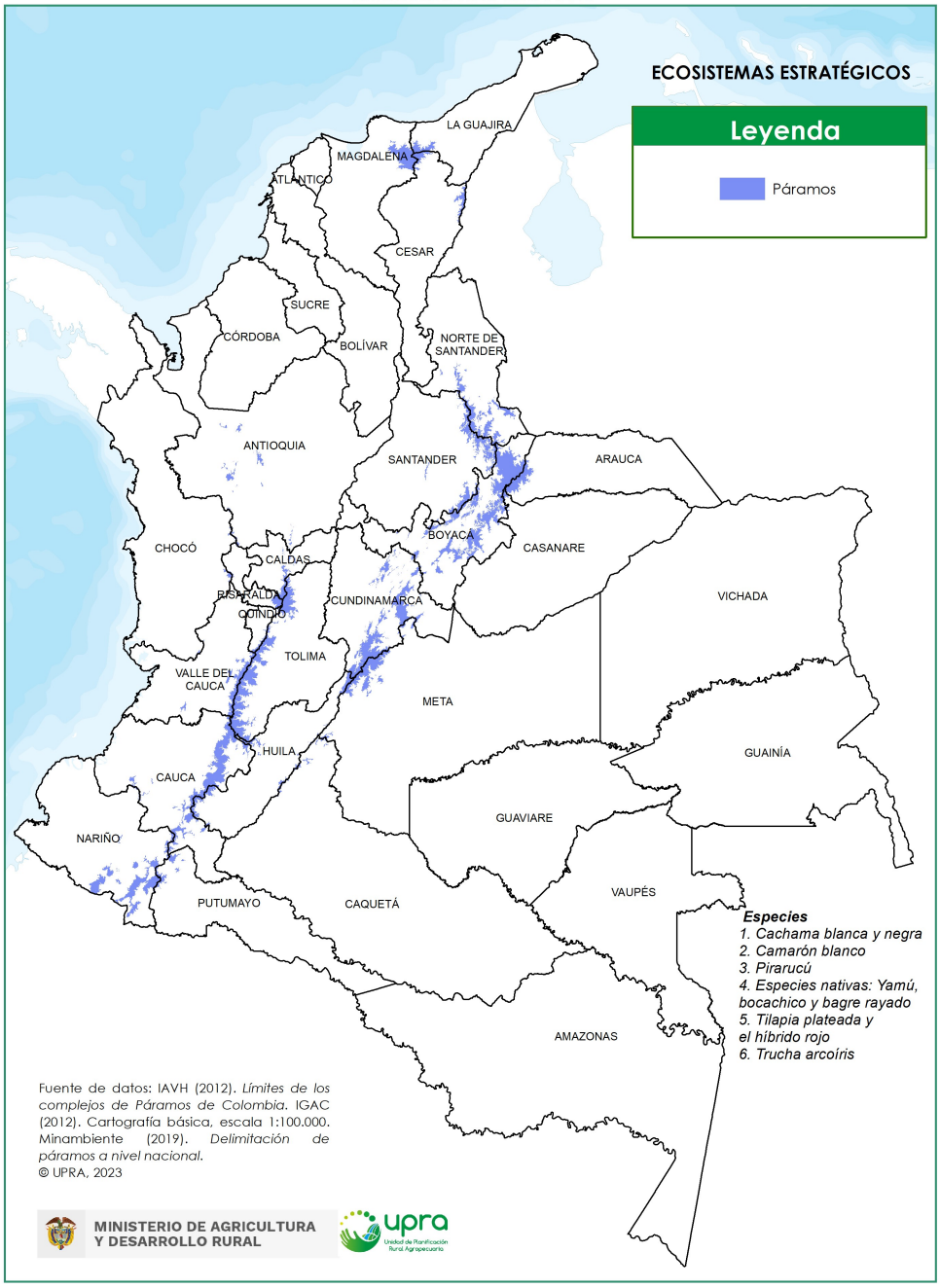
Las áreas delimitadas corresponden al complejo de páramos; abarca grandes extensiones que pueden incluir zonas con algún grado de aptitud. Se debe actualizar esta exclusión con la información resultante de las zonificaciones de los páramos o ajustes en las mismas, que adelanta el Minambiente con el IAVH.

Unidad de analisis	Poligono de parámo

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA LOS CULTIVOS COMERCIALES DE ESPECIES ACUÍCOLAS EN ESTANQUES DE TIERRA

EXCLUSIONES LEGALES



FUENTES DE INFORMACIÓN

- IAVH. (2019). *Actualización de los límites cartográficos de los complejos de páramos, escala 1:100.000*. Bogotá: IAVH
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

4.1.2. Variable áreas protegidas

<table>
<tr><th colspan="3">FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE</th></tr>
<tr><td>TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano</td></tr>
<tr><td colspan="3">CRITERIO ASOCIADO: exclusiones legales</td></tr>
<tr><td colspan="3">VARIABLE: áreas protegidas</td></tr>
<tr><td rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Análisis jerárquico</td><td></td></tr>
<tr><td>Exclusión técnica</td><td></td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Condicionante legal</td><td></td></tr>
<tr><th colspan="3">DEFINICIÓN</th></tr>
<tr><td colspan="3">Las áreas protegidas consideradas dentro de esta exclusión legal corresponden a:

Áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales: forman parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (Sinap) y están integradas por los tipos de áreas consagrados en el artículo 329 del Decreto Ley 2811 de 1974 y el Decreto 2372 de 2010, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, que reglamenta el Sinap. El Sinap incluye las figuras de: los parques nacionales naturales, el área natural única, las reservas naturales, de los santuarios de fauna santuarios de fauna y flora y la Vía Parque. De conformidad con el artículo 30 de Decreto 622 de 1977, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, esta categoría es totalmente incompatible con las actividades agropecuarias e industriales.

Parques Naturales Regionales: de conformidad con el Decreto 2372 de 2010, se considera un espacio geográfico en el que paisajes y ecosistemas estratégicos, en la escala regional, mantienen su estructura, composición y función, así como los procesos ecológicos y evolutivos que los sustentan y cuyos valores naturales y culturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su preservación, restauración, conocimiento y disfrute.

Reservas Forestales Protectoras: según el Decreto 2372 de 2010, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, se considera como espacios geográficos en el que los ecosistemas de bosque mantienen su función, aunque su estructura y composición hayan sido modificadas y los valores naturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su preservación, uso sostenible, restauración, conocimiento y disfrute. Estas zonas de propiedad pública o privada, se reservan para destinarlas al establecimiento o mantenimiento y utilización sostenible de los bosques y demás coberturas vegetales naturales.</td></tr>
</table>

Zonas de preservación y restauración para la preservación del AMEM: el Decreto 1989 de 1989 «Por el cual se declara Área de Manejo Especial La Macarena, la Reserva Sierra de la Macarena, se clasifica y zonifica su territorio y se fijan sus límites reales», entre su zonificación se definen zonas para la preservación y recuperación para la preservación en los Distritos de Manejo Integrado que hacen parte del AMEM. Las zonas identificadas como exclusiones son: a) Recuperación para la preservación sur, b) Recuperación para la preservación norte, c) vertiente oriental y d) Serranía de La Lindosa. Se detallan los siguientes polígonos de zonificaciones:

DMI Macarena Norte:

- Zona de recuperación para la producción: áreas de uso de preservación.
- Zona de recuperación para la preservación: áreas de uso de preservación y áreas de uso de restauración.

DMI Losada-Perdido:

- Zona de recuperación para la producción: áreas de uso de preservación.

Distritos de Manejo Integrado: Definidos por el artículo 14 del Decreto 2372 de 2010, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector Ambiental, como espacios geográficos en los que los paisajes y ecosistemas mantienen su composición y función, aunque su estructura haya sido modificada, y cuyos valores naturales y culturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su uso sostenible, preservación, restauración, conocimiento y disfrute.

Hacen parte de esta categoría las zonas de los Distritos Regionales de Manejo Integrado (DRMI) La Tatacoa (localizado en los Municipios de Villavieja y Baraya del departamento del Huila) y Serranía de Peñas Blancas, identificadas en la zonificación como áreas para la preservación, restauración para la preservación y uso público (subzonas para la recreación y alta densidad de uso), descrita en los Planes de Manejo elaborados por la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM) a través de la caracterización biofísica del área protegida, caracterización socioeconómica, descripción paisajística, características culturales, planificación del territorio, caracterización de sistemas productivos y la zonificación del área, usos y normas asociadas, adoptados por el Acuerdo 012 de 2015 (Plan de Manejo del Distrito Regional de Manejo Integrado) La Tatacoa, elaborado durante el año 2015) y el Acuerdo 015 de 2020 (Plan de manejo ambiental del Distrito Regional de Manejo Integrado. Serranía de Peñas Blancas, elaborado durante los años 2018 y 2019).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Para los propósitos de la zonificación de aptitud del cultivo de especies nativas (yamú, bocachico, bagre rayado), las áreas protegidas representan determinantes ambientales de obligatorio cumplimiento de acuerdo con la normatividad nacional, por lo que constituyen el máximo nivel de restricción al uso.

VALOR DE EXCLUSIÓN DE LA VARIABLE

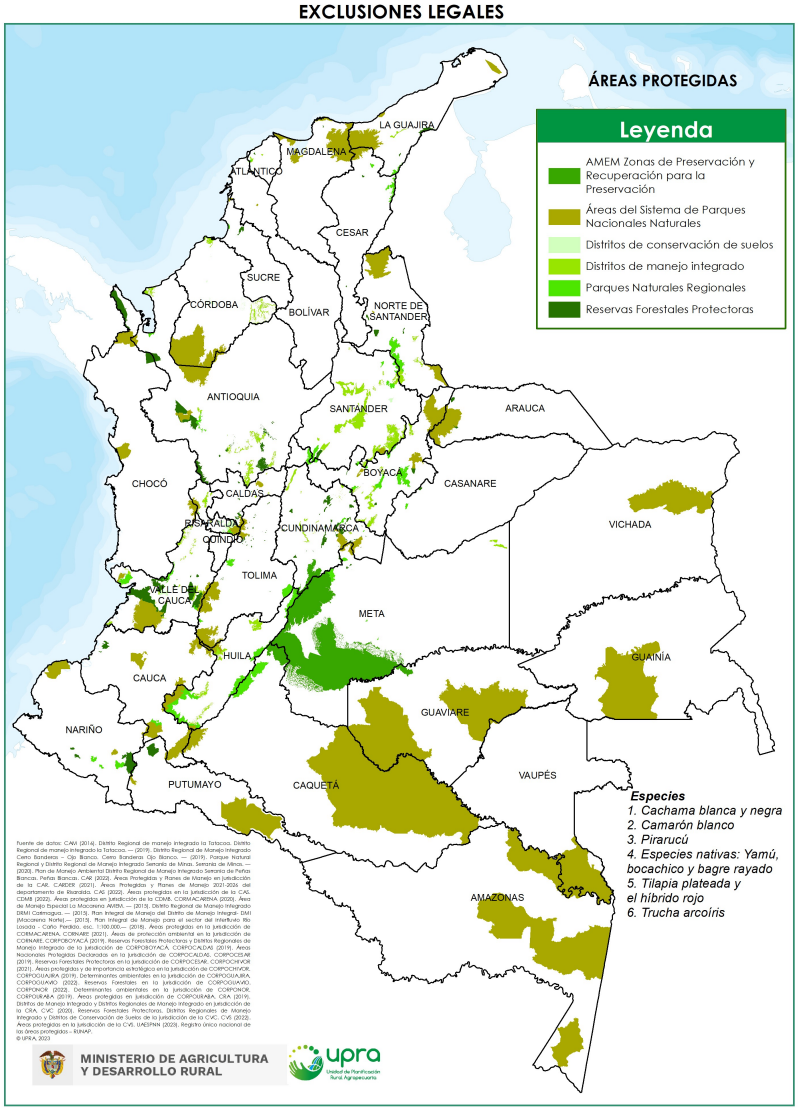
No aplica, por tratarse de una exclusión legal (N2).

LIMITANTES DE EVALUACIÓN DE LA VARIABLE	
La principal limitante para analizar las áreas protegidas está referido a su dinámica, ya que constantemente se están creando nuevas áreas. Sobre este aspecto, es necesario resaltar que dentro de los criterios condicionantes se evalúa la figura «*Zonas de protección y desarrollo de los recursos*» (tanto de carácter regional como nacional), en las cuales queda implícito que, en el futuro, es posible que una parte de estas pueda convertirse en un área protegida, lo cual implica que cambia de condicionante a exclusión legal. Lo anterior involucra la necesidad de mantener actualizada la información cartográfica para que las exclusiones incluyan las nuevas áreas protegidas que se van creando.	
Unidad de análisis	Áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales, polígonos de Parques Naturales Regionales y polígonos de las Reservas Forestales Protectoras y distritos de manejo integrado

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA LOS CULTIVOS COMERCIALES DE ESPECIES ACUÍCOLAS EN ESTANQUES DE TIERRA

EXCLUSIONES LEGALES



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Cormacarena. (2015). Distritos de manejo integrado –DMI. Área de manejo especial La Macarena -AMEM.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC
- PNN. (2019). *Categorías regionales del Runap V.6.*
- _. (2019). *Límite de los Parques Nacionales Naturales de Colombia V.6.*
- Acuerdo No. 015 de 2020 de la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM), por el cual se adopta el Plan de Manejo Ambiental del Distrito Regional de Manejo Integrado (DRMI) Serranía de Peñas Blancas y se modifica el Acuerdo 0003 de 2018 “Por el cual se declara, reserva, delimita y alindera el Distrito Regional de Manejo Integrado Serranía de Peñas Blancas, ubicado en los Municipios de Palestina, Acevedo, Pitalito, Timaná y Suaza, en el departamento del Huila” y se toman otras determinaciones.
- Acuerdo No. 012 de 2015 de la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM), Por el cual se adopta el Plan de Manejo del Distrito Regional de Manejo Integrado (DRMI) La Tatacoa, localizado en los Municipios de Villavieja y Baraya, departamento del Huila

4.1.3. Variable planes de ordenación forestal

<table>
<tr><th colspan="3">FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE</th></tr>
<tr><td>TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano</td></tr>
<tr><td colspan="3">CRITERIO ASOCIADO: exclusiones legales</td></tr>
<tr><td colspan="3">VARIABLE: Planes de ordenación forestal</td></tr>
<tr><td rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Análisis jerárquico</td><td></td></tr>
<tr><td>Exclusión técnica</td><td></td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Condicionante legal</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">DEFINICIÓN</td></tr>
<tr><td colspan="3">Las áreas protegidas consideradas dentro de esta exclusión legal corresponden a:

Planes de ordenación forestal: Según el Decreto 1076 de 2016, el Plan de ordenación forestal (POF) se define como un documento desarrollado por las Corporaciones Autónomas Regionales (CARs), estructurado a partir de las características bióticas, abióticas, sociales y económicas de la zona, permitiendo ordenar las áreas forestales que se encuentran en el territorio. Los POF tienen como objetivo lograr el uso de los recursos forestales de manera planificada y asegurando la sostenibilidad en su aprovechamiento. Por tanto, los POF son considerados como el proceso e instrumento de planificación que tienen por objeto el ordenamiento, uso y manejo integral y sostenible del recurso forestal, de las tierras forestales, estructurado en el conocimiento, análisis, interpretación y evaluación integral de sus componentes biofísicos principales resaltando en estos el ecológico y silvicultural, suelos e hidroclimatología y de sus componentes socioeconómicos y legales; con fines de alcanzar objetivos de conservación, protección y manejo integral y sustentable del recurso forestal, de las tierras forestales y de la biodiversidad y servicios ecosistémicos asociados a los diferentes departamentos.

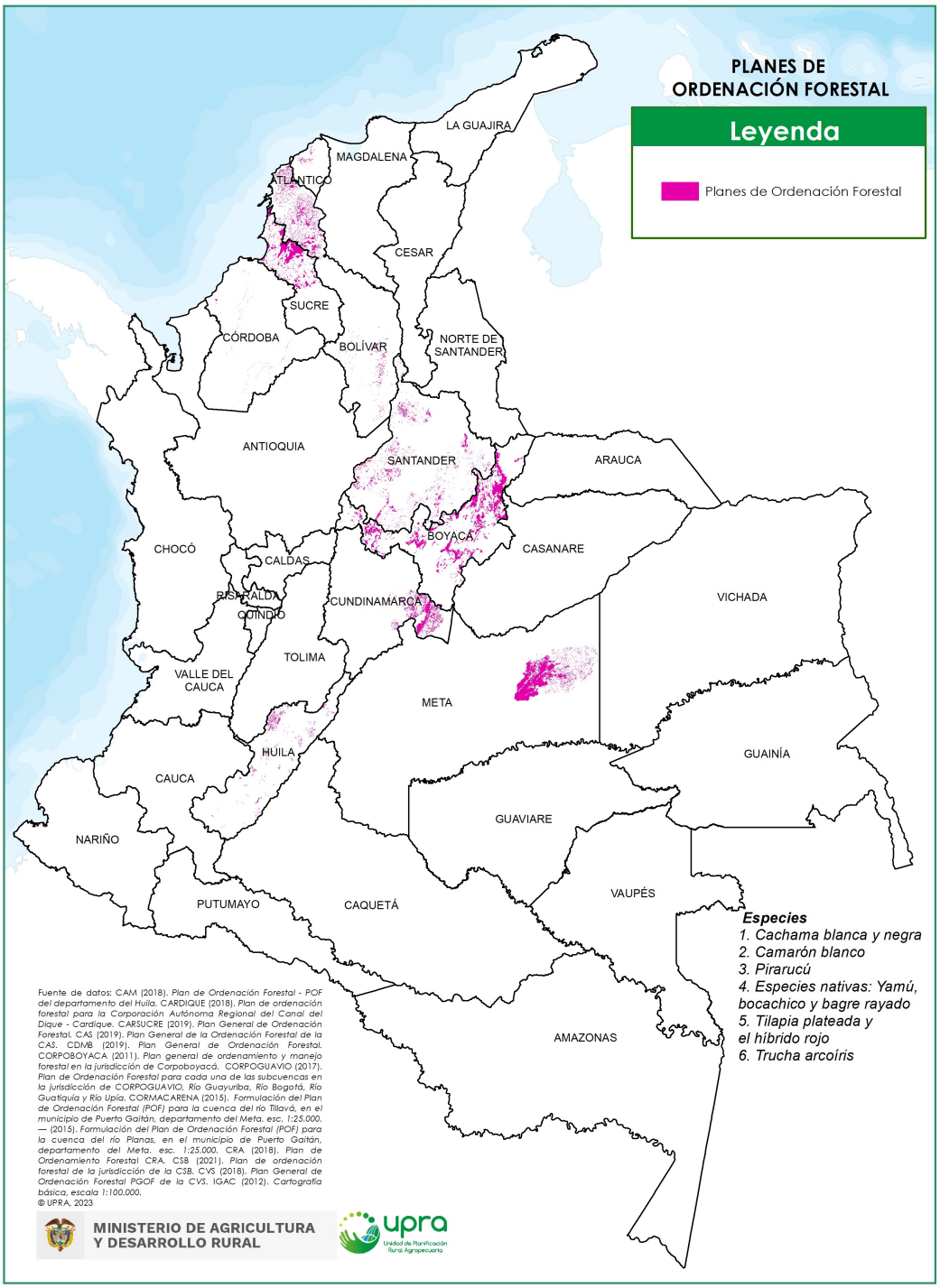
Actualmente, el decreto 1076 de 2016, recopila lo establecido en el decreto 1791 de 1996 el cual dictamina que las Corporaciones Autónomas Regionales deben contar con un plan de ordenación forestal, en el cual se definan las áreas boscosas pertenecientes a su jurisdicción y su respectivo manejo. Por tanto, de acuerdo con los criterios técnicos y legales, referentes de uso y manejo para las Áreas de Ordenación Forestal definidas por la corporación autónoma regional del alto magdalena-CAM, Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique -CARDIQUE, Corporación para El Desarrollo Sostenible del Área De Manejo Especial La Macarena -CORMACARENA- para las Cuenca del río Planas y del río Tillavá en el municipio de Puerto Gaitán, Departamento del Meta, Corporación Autónoma Regional de Boyacá – CORPOBOYACA, Corporación Autónoma Regional del Guavio – CORPOGUAVIO, Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA, Corporación Autónoma Regional de Sucre – CARSUCRE, Corporación Autónoma Regional para la</td></tr>
</table>

Defensa de la Meseta de Bucaramanga- CDMB, Corporación Autónoma Regional del Sur de Bolívar – CSB, Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge – CVS y Corporación Autónoma Regional de Santander – CAS, se presentan exclusiones legales relacionadas con los Usos prohibidos de las áreas forestales protectoras, áreas para la preservación, áreas forestales de protección para la preservación y restauración, áreas de protección para la conservación de la biodiversidad, suelos y recurso hídrico, Macro unidades de manejo forestal para la conservación de cuerpos de agua, restauración ecológica de rondas y para la conservación.	
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE	
Para los propósitos de la zonificación de aptitud del cultivo de especies nativas (yamú, bocachico, bagre rayado), las áreas protegidas representan determinantes ambientales de obligatorio cumplimiento de acuerdo con la normatividad nacional, por lo que constituyen el máximo nivel de restricción al uso.	
VALOR DE EXCLUSIÓN DE LA VARIABLE	
No aplica, por tratarse de una exclusión legal (N2).	
LIMITANTES DE EVALUACIÓN DE LA VARIABLE	
La principal limitante para analizar las áreas protegidas está referido a su dinámica, ya que constantemente se están creando y definiendo nuevas áreas de conservación y protección, adicionalmente solo se cuenta con los planes de ordenación forestal de 11 corporaciones	
Unidad de análisis	Zonas de protección, preservación y conservación declaradas por los planes de ordenamiento forestal

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA LOS CULTIVOS COMERCIALES DE ESPECIES ACUÍCOLAS EN ESTANQUES DE TIERRA

EXCLUSIONES LEGALES



Unidad de análisis	Zonas de protección declaradas en el PBOT de Puerto López

FUENTES DE INFORMACIÓN
• Acuerdo 10 de 2021, por el cual se adopta el Plan de ordenación forestal para la Serranía de San Lucas para el área de jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Sur de Bolívar – CSB. • Acuerdo 359 de 2018, por el cual se adopta la actualización del Plan General de Ordenación Forestal – PGOF de la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y San Jorge – CVS. • Acuerdo 386 de 2019, por el cual se adopta la actualización del Plan General de Ordenación Forestal en el área de la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Santander CAS. • Acuerdo 1388 de 2019, por el cual se adopta el Plan General de Ordenación Forestal Integral y Sostenible para el área de jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga- CDMB, CDMB. • Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena CAM y la Unión Temporal Forestal – Ambiental 2017. (2018). Plan de Ordenación Forestal del departamento del Huila POF- Huila. • Corporación Autónoma Regional del Atlántico CRA y ECOAFA SAS. (2018). Capítulo 5. Ordenación forestal a implementar. • Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique – CARDIQUE y Enviromental Ingenieros Consultores S.A. ENINCO S.A. (2017). Plan de ordenación forestal para la Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique – CARDIQUE. • Corporación Autónoma Regional de Boyacá CORPOBOYACA y Corporación de Tecnologías Sostenibles CTAS. (2009). Formulación del Plan General de Ordenamiento y Manejo Forestal PGOF en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Boyacá CORPOBOYACA. Etapa III. Ordenación y zonificación forestal. • Corporación Autónoma Regional del Guavio- CORPOGUAVIO. (2017). Plan de Ordenación Forestal POF para la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Guavio- CORPOGUAVIO. • Corporación para el Desarrollo Sostenible de Área de Manejo Especial La Macarena - CORMACARENA y Universidad Distrital Francisco José de Caldas. (2015). Formulación del Plan de Ordenación Forestal (POF) para la cuenca del Río Planas, en el municipio de Puerto Gaitán, Departamento del Meta. • Corporación para el Desarrollo Sostenible de Área de Manejo Especial La Macarena - CORMACARENA y Universidad Distrital Francisco José de Caldas. (2015). Formulación del Plan de Ordenación Forestal (POF) para la cuenca del Río Tillavá, en el municipio de Puerto Gaitán, Departamento del Meta. • Resolución 1112 de 2019, por medio de la cual se aprueba el Plan de Ordenación Forestal de la Corporación Autónoma Regional de Sucre – CARSUCRE

4.1.4. Variable parques arqueológicos

<table>
<tr><th colspan="3">FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE</th></tr>
<tr><td>TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano</td></tr>
<tr><td colspan="3">CRITERIO ASOCIADO: exclusiones legales</td></tr>
<tr><td colspan="3">VARIABLE: parques arqueológicos</td></tr>
<tr><td rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Análisis jerárquico</td><td></td></tr>
<tr><td>Exclusión técnica</td><td></td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Condicionante legal</td><td></td></tr>
<tr><th colspan="3">DEFINICIÓN</th></tr>
<tr><td colspan="3">Los Parques Arqueológicos son áreas arqueológicas protegidas, declarados mediante una resolución, los cuales han sido adaptados para recibir visitantes y que se encuentran bajo tutela del Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH). Ello permite realizar labores de conservación e investigación. La declaratoria de un polígono como área arqueológica protegida genera un marco de protección sobre el área marcada y el encargado de ejecutar el Plan de manejo arqueológico cuenta con el apoyo de entidades estatales para asegurar la conservación de estos espacios patrimoniales (ICANH, 2018).

Plan de Manejo Arqueológico: concepto técnico de obligatoria atención emitido o aprobado por la autoridad competente respecto de específicos contextos arqueológicos, bienes muebles e inmuebles integrantes de dicho patrimonio o zonas de influencia arqueológica. El Plan de Manejo establece oficiosamente o a solicitud de sus tenedores, los niveles permitidos de intervención, condiciones de manejo y planes de divulgación (numeral 10, art. 1, Decreto 833 de 2002, Mincultura).</td></tr>
<tr><th colspan="3">IMPORTANCIA DE LA VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="3">Los Parques Arqueológicos debidamente delimitados y con titularidad a nombre de entidades públicas, son exclusiones legales dado que tienen autonomía para establecer el manejo de esta área geográfica.

Adicionalmente, el Decreto 833 de 2002, que reglamenta la Ley General de Cultura 397 de 1997 en materia de Patrimonio Arqueológico, en concordancia con los artículos 63 y 72 de la Constitución política de Colombia menciona: «los bienes muebles e inmuebles de carácter arqueológico [...] integran el patrimonio arqueológico, el cual pertenece a la Nación, es inalienable, imprescriptible e inembargable» y más adelante en la norma complementa: «...los bienes integrantes del patrimonio arqueológico son bienes de interés cultural que hacen parte del patrimonio cultural de la Nación».</td></tr>
</table>

Se debe tener en cuenta que la condición de «inembargables, imprescriptibles e inalienables» de acuerdo con las Leyes 397 del 1997 y 1185 del 2008 hace referencia a los bienes de interés cultural de propiedad de entidades públicas

VALOR DE EXCLUSIÓN DE LA VARIABLE

No aplica, por tratarse de una exclusión legal (N2)

LIMITANTES DE EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

No se contemplan parques arqueológicos que han sido declarados, pero carecen de espacialización cartográfica por parte del ICANH. El prescindir de esta información en la zonificación de aptitud no desconoce la posibilidad de que se requiera adelantar procesos de verificación ante la pretensión de implementar desarrollos productivos en zonas donde existan áreas de interés arqueológico.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Los datos fueron analizados de la información cartográfica facilitada por el ICANH (2019), parques arqueológicos declarados. Los parques arqueológico definidos como exclusiones son:

Parque arqueológico	Zona	Parque arqueológico	Zona
Tierradentro	Segovia	Tequendama	Directa
	El Tablón	Alto de Las Piedras	Directa
	Alto de San Andrés	El Abra	Directa
Sogamoso	Directa	El Infiernito	Directa
San Agustín	Mesitas	La Lindosa	Raudal
Hacienda El Carmen	Directa		Nuevo Tolima
Cerro El Volador	Directa		Los Alpes
Alto de Los Ídolos	Directa		Limoncillo
UPTC Tunja	Directa		Campanilla
Ciudad Perdida	Directa		Cerro Azul
	Área de influencia	Serranía del Chibiriquete	Directa
Piedras Blancas	Directa		

Unidad de análisis	Polígonos que comprenden parques arqueológicos declarados.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA LOS CULTIVOS COMERCIALES DE ESPECIES ACUÍCOLAS EN ESTANQUES DE TIERRA

EXCLUSIONES LEGALES



FUENTES DE INFORMACIÓN

- ICANH. (2019). Parques arqueológicos. Bogotá: ICANH
- IGAC. (2012). Cartografía básica escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

4.1.5. Variable zonas de reserva forestal nacional de Ley 2.ª de 1959, zonas tipo A

<table>
<tr><th colspan="3">FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE</th></tr>
<tr><td>TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano</td></tr>
<tr><td colspan="3">CRITERIO ASOCIADO: exclusiones legales</td></tr>
<tr><td colspan="3">VARIABLE: zonas de Reserva Forestal Nacional de Ley 2.ª de 1959, zonas tipo A</td></tr>
<tr><td rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Análisis jerárquico</td><td></td></tr>
<tr><td>Exclusión técnica</td><td></td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Condicionante legal</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">DEFINICIÓN</td></tr>
<tr><td colspan="3">Las Zonas de Reserva Forestal Nacional fueron creadas para el desarrollo de la economía forestal y protección de los suelos, las aguas y la vida silvestre, mediante la Ley 2ª de 1959. Se compone de siete reservas forestales nacionales (ZRFN): ZRFN del Pacífico, ZRFN Central, ZRFN del Río Magdalena, ZRFN de la Sierra Nevada de Santa Marta, ZRFN de la Serranía de los Motilones, ZRFN del Cocuy y ZRFN de la Amazonia.

La zonificación adelantada por el MADS en las ZRTN definió tres zonas tipo, denominadas A, B y C, y donde se establece que las Zonas Tipo A, son «las zonas que garantizan el mantenimiento de los procesos ecológicos básicos necesarios para asegurar la oferta de servicios ecosistémicos, relacionados principalmente con la regulación hídrica y climática; la asimilación de contaminantes del aire y del agua; la formación y protección del suelo; la protección de paisajes singulares y de patrimonio cultural; y el soporte a la diversidad biológica». El MADS adopta la zonificación y ordenamiento de las Reserva Forestal Nacional, mediante las siguientes resoluciones:

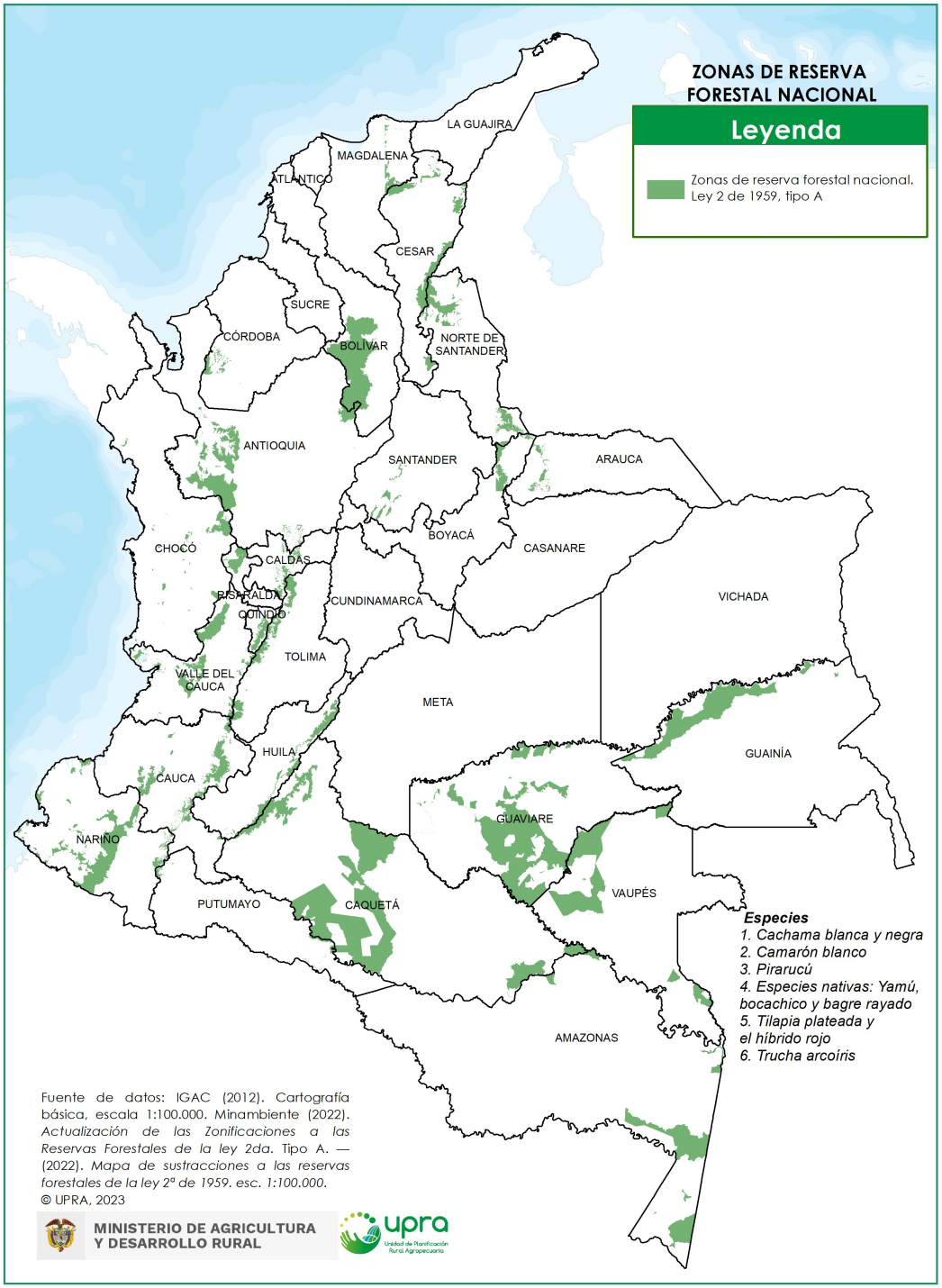
a. 1922 de 2013, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal Central, establecida en la Ley 2.ª de 1959.
b. 1923 de 2013, mediante la cual se adopta la zonificación y ordenamiento de la Reserva Forestal de la Serranía de los Motilones, establecida en la Ley 2.ª de 1959.
c. 1924 de 2013, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del Río Magdalena, establecida en la Ley 2.ª de 1959.
d. 1925 de 2013, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Amazonía, establecida en la Ley 2.ª de 1959, para los departamentos de Caquetá, Guaviare y Huila.
e. 1926 de 2013, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del Pacífico, establecida en la Ley 2.ª de 1959.
f. 1275 de 2014, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del Cocuy, establecida en la Ley 2.ª de 1959.
g. 1276 de 2014, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la</td></tr>
</table>

Reserva Forestal de la Sierra Nevada de Santa Marta, establecida en la Ley 2.ª de 1959. h. 1277 de 2014, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Amazonía, establecida en la Ley 2.ª de 1959, para los departamentos de Amazonas, Cauca, Guainía, Putumayo y Vaupés.	
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE	
Para los propósitos de la zonificación, las zonas tipo A de las zonas de Reserva Forestal Nacional son consideradas como determinantes ambientales de obligatorio cumplimiento de acuerdo con la normatividad nacional, por lo que constituyen el máximo nivel de restricción al uso.	
VALOR DE EXCLUSIÓN DE LA VARIABLE	
No aplica, por tratarse de una exclusión legal (N2).	
LIMITANTES DE EVALUACIÓN DE LA VARIABLE	
Las resoluciones que zonifican las Zonas de Reserva Forestal Nacional establecen que tanto en las zonas tipo A, B o C, se pueden adelantar procesos de sustracción de conformidad con la normatividad vigente. Como todas las áreas son susceptibles de solicitud de sustracción, es importante que, la información de sustracciones sea actualizada regularmente,	
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	
Para la generación de la información cartográfica se parte de las zonificaciones de cada una de las Reservas Forestales Nacionales de Ley 2ª de 1959 adelantadas por el Minambiente donde se identifican las zonas tipo A.	
Unidad de análisis	Polígonos que comprenden las áreas de reserva forestal nacional zonas tipo A

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA LOS CULTIVOS COMERCIALES DE ESPECIES ACUÍCOLAS EN ESTANQUES DE TIERRA

EXCLUSIONES LEGALES



FUENTES DE INFORMACIÓN

- IGAC. (2012). Cartografía básica escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Minambiente. (2018). Mapa de zonificación de Zonas de Reserva Forestal Nacional Ley 2ª, Tipo A, escala 1:100.000. Bogotá: Minambiente.

5. Fichas metodológicas de condicionantes legales

5.1 Criterio condicionantes legales

<table>
<tr><th colspan="3">FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO</th></tr>
<tr><td>TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano</td></tr>
<tr><td colspan="3">COMPONENTE: socioecosistémico</td></tr>
<tr><td colspan="3">CRITERIO: condicionantes legales</td></tr>
<tr><td rowspan="4">TIPO DE CRITERIO</td><td>Análisis jerárquico</td><td></td></tr>
<tr><td>Exclusión técnica</td><td></td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante legal</td><td>✓</td></tr>
<tr><th colspan="3">VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO</th></tr>
<tr><td colspan="3">• Traspaso de cuencas: corresponden a las cuencas fuera de la distribución natural de las tilapias, en las cuales se deben considerar los requisitos del artículo tercero de la resolución 2879 de 2017 de la Aunap.

• Ecosistemas estratégicos: polígonos de manglares, polígonos de humedales, polígonos de ronda hídrica y de bosque seco tropical.

• Áreas protegidas: polígonos de distritos de manejo integrado (DMI), polígonos de Zonas de Producción y Recuperación para la Producción del AMEM, polígonos de distritos de conservación de suelos (DCS), polígonos de áreas de recreación, polígonos de reservas naturales de la sociedad civil, polígonos de zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medio ambiente.

• Planes de ordenación forestal: Corresponden a los polígonos identificados como áreas forestales protectoras, protectoras para la regulación, Áreas de Restauración del Bosque Seco Tropical (bs-T), Áreas Forestales Para la Conservación, Áreas Misceláneas y/o de Producción Mixta, Áreas Críticas Por Erosión Severa en Suelos Arenosos y</td></tr>
</table>

Vegetación Herbácea, Áreas Críticas por Salinización en Usos Agrícolas Intensivos, Área forestal de producción directa, Área forestal de protección para el uso sostenible, zonas para restauración, Plantaciones de carácter protector, Aprovechamiento artesanal de productos maderables y no maderables, Macro unidades de manejo forestal para la producción de maderas finas, ordinarias y PFNM, Servicios Ambientales - Conectividad biológica, y restauración ecológica relacionados con los POF de la de la corporación autónoma regional del alto magdalena-CAM, Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique -CARDIQUE, Corporación para El Desarrollo Sostenible del Área De Manejo Especial La Macarena -CORMACARENA, para las Cuenca del Río Planas y del Río Tillavá en el municipio de Puerto Gaitán, Departamento del Meta, Corporación Autónoma Regional de Boyacá – CORPOBOYACA, Corporación Autónoma Regional del Guavio – CORPOGUAVIO, Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA, Corporación Autónoma Regional de Sucre – CARSUCRE, Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga- CDMB, Corporación Autónoma Regional del Sur de Bolívar – CSB, Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y San Jorge – CVS y Corporación Autónoma Regional de Santander – CAS.

- **Zonas de Reserva Forestal Nacional de Ley 2.ª de 1959, tipos B y C:** polígonos de las zonas tipo B y C de las Zonas de Reserva Forestal Nacional. Se incluyen predios con previa decisión de ordenamiento y contratos de derechos de uso.

- **Distinciones internacionales:** polígonos de Reservas de la Biosfera y polígonos de humedales Ramsar y polígonos de Áreas de importancia para la conservación de las aves y la biodiversidad (AICAS).

- **Áreas de interés cultural y social:** polígonos de tierras de las comunidades negras, polígonos de áreas de reserva ley 70 de 1993, polígonos de resguardos indígenas, polígonos de zonas de reserva campesina, polígonos de paisaje cultural cafetero, zonas de actividad aeronáutica y polígonos de áreas arqueológicas protegidas y polígonos de áreas de reserva especial minera declarados por la Agencia Nacional Minera (ANM) en la ley 685 de 2001.

- **Agricultura de bajo impacto:** polígonos de actividades agropecuarias de bajo impacto en páramos definidos en la resolución 1294 de 2021.

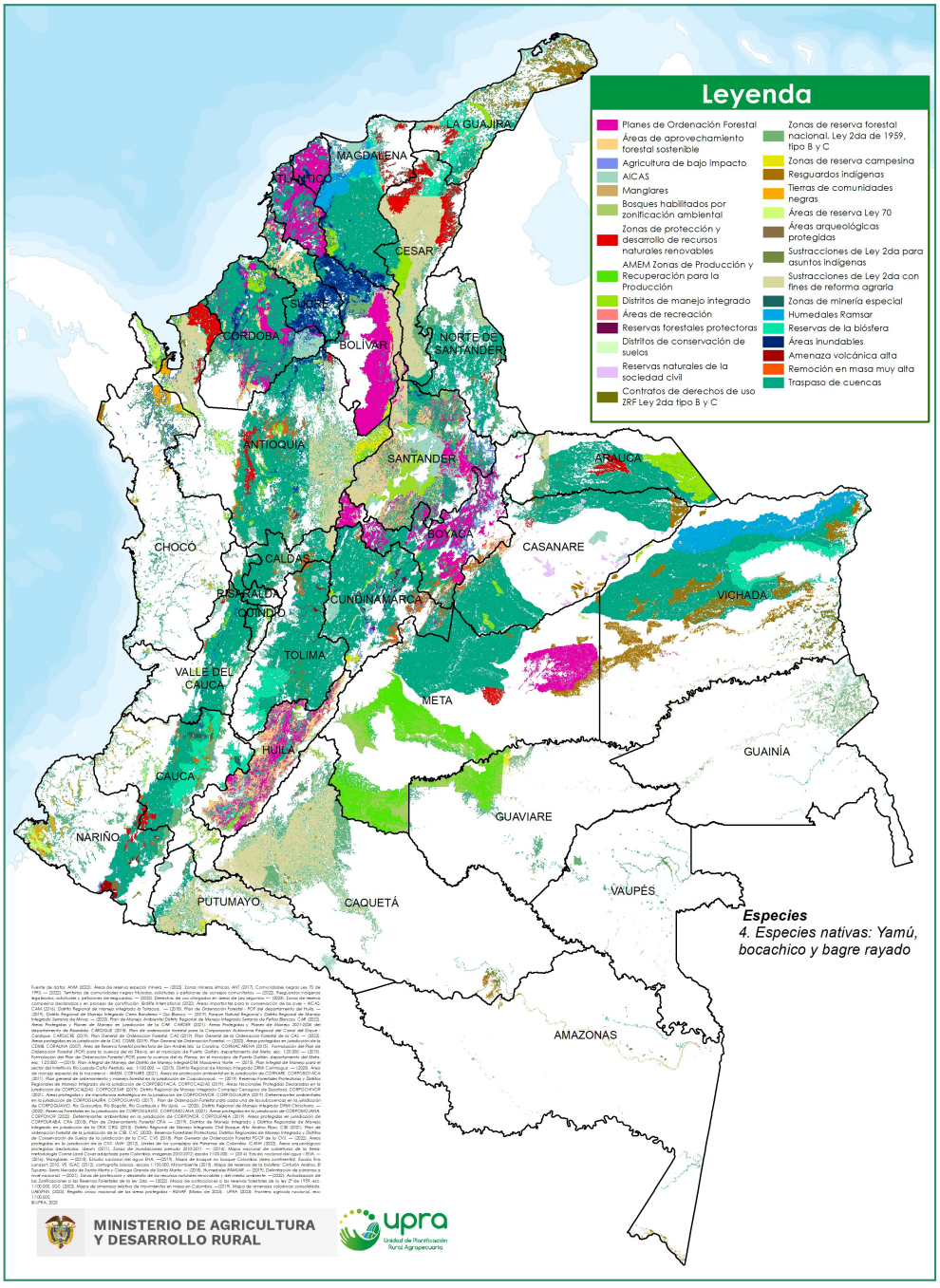
- **Gestión de riesgo**: polígonos que incluyen amenaza por remoción en masa muy alta, amenaza volcánica alta y áreas inundables; de acuerdo con lo definido en la Ley 1523 de 2012 en la que se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece en Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.

DEFINICIÓN
Zonas que, independientemente de la categoría de aptitud, requieren de un análisis complementario de tipo legal, social, cultural y/o ambiental para el establecimiento y desarrollo del cultivo de especies nativas (yamú, bocachico, bagre rayado).
IMPORTANCIA DEL CRITERIO
Los condicionantes agrupan todos aquellos factores de orden ecológico o social, cuyo soporte legal implica que se supediten o puedan modificar algunos elementos de la producción comercial, sin que ello represente una restricción misma al uso, o la reducción de la aptitud del territorio para su implementación. Por este motivo requieren detalles adicionales que deben ser estudiados en conjunto con las autoridades ambientales competentes o con las comunidades allí establecidas, es decir, las áreas bajo condicionantes podrán ser reclasificadas en la zonificación de aptitud, dependiendo del nivel de conocimiento que se tenga en el futuro o de solicitudes expresas de autoridades de ciertas áreas (territorios indígenas y afrocolombianos) o de aclaración de determinantes legales puedan ser incluidos en la evaluación.
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO
No existen limitantes para la evaluación del criterio, puesto que la normatividad permite el establecimiento y desarrollo de cultivos comerciales, y solo se exige el cumplimiento de los condicionantes legales o las líneas de política determinados en cada caso.
METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN
La metodología de evaluación consistió en analizar a profundidad las normas vigentes, revisar las fuentes y, posteriormente, obtener la cartografía oficial de la información. Por medio de esta información es posible identificar si en la zona de estudio se localiza alguna de las variables que conforman los condicionantes legales. De ser el caso, se espacializa y se genera el mapa correspondiente.
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD
No aplican rangos para los condicionantes (C1).

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE TRES ESPECIES ICTICAS NATIVAS DE COLOMBIA YAMÚ, BOCACHICO Y BAGRE RAYADO EN ESTANQUES DE TIERRA

CONDICIONANTES LEGALES



FUENTES DE INFORMACIÓN
• Acuerdo 10 de 2021, por el cual se adopta el Plan de ordenación forestal para la Serranía de San Lucas para el área de jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Sur de Bolívar – CSB. • Acuerdo 359 de 2018, por el cual se adopta la actualización del Plan General de Ordenación Forestal – PGOF de la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y San Jorge – CVS. • Acuerdo 386 de 2019, por el cual se adopta la actualización del Plan General de Ordenación Forestal en el área de la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Santander CAS. • Acuerdo 1388 de 2019, por el cual se adopta el Plan General de Ordenación Forestal Integral y Sostenible para el área de jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga- CDMB, CDMB. • Alcaldía Municipal de Puerto López. (2017). *PBOT, Acuerdo 12 et al. Cormacarena.* • ANT. (2016). *Áreas reservadas para comunidades negras. Ley 70 de 1993.* • _. (2018). *Consejos comunitarios de comunidades negras legalmente constituidos.* • _. (2018). *Resguardos indígenas* • Cormacarena. (2015). *Distrito de manejo integrado –DMI-, Área de Manejo Especial La Macarena "AMEM".* • Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena CAM y la Unión Temporal Forestal – Ambiental 2017. (2018). Plan de Ordenación Forestal del departamento del Huila POF- Huila. • Corporación Autónoma Regional del Atlántico CRA y ECOAFA SAS. (2018). Capítulo 5. Ordenación forestal a implementar. • Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique – CARDIQUE y Enviromental Ingenieros Consultores S.A. ENINCO S.A. (2017). Plan de ordenación forestal para la Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique – CARDIQUE. • Corporación Autónoma Regional de Boyacá CORPOBOYACA y Corporación de Tecnologías Sostenibles CTAS. (2009). Formulación del Plan General de Ordenamiento y Manejo Forestal PGOF en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Boyacá CORPOBOYACA. Etapa III. Ordenación y zonificación forestal. • Corporación Autónoma Regional del Guavio- CORPOGUAVIO. (2017). Plan de Ordenación Forestal POF para la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Guavio- CORPOGUAVIO. • Corporación para el Desarrollo Sostenible de Área de Manejo Especial La Macarena - CORMACARENA y Universidad Distrital Francisco José de Caldas. (2015). Formulación del Plan de Ordenación Forestal (POF) para la cuenca del Río Planas, en el municipio de Puerto Gaitán, Departamento del Meta. • Corporación para el Desarrollo Sostenible de Área de Manejo Especial La Macarena - CORMACARENA y Universidad Distrital Francisco José de Caldas. (2015). Formulación del Plan de Ordenación Forestal (POF) para la cuenca del Río Tillavá, en el municipio de Puerto Gaitán, Departamento del Meta. • IAVH. (2014). *Bosques secos tropical.* • ICANH. (2019). *Áreas arqueológicas protegidas.*

- Ideam *et al.* (2008). *Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia, escala 1:500.000.*
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2018). Drenaje doble construido a partir de cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2018). *Zonas de reserva campesina legalmente constituidos.* Bogotá: IGAC.
- Minambiente. (2015). *Mapa de reservas de la biósfera: Ciénaga Grande de Santa Marta, Cinturón Andino, El Tuparro y Sierra Nevada de Santa Marta.* Bogotá: Minambiente.
- _. (2015). *Resoluciones 504, 1310 y 1987. Zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medio ambiente. Mapa de otras categorías Sinap.*. Bogotá: Minambiente.
- _. (2018). *Mapa de zonas de Reserva Forestal Nacional Ley 2ª, sustracciones, escala 1:100.000.* Bogotá: Minambiente.
- _. (2018). *Mapa de zonificación Zonas de Reserva Forestal Nacional de la Ley 2.ª tipos B y C, escala 1:100.000.* Bogotá: Minambiente.
- _. (2018). *Sitios Ramsar.* Bogotá: Minambiente.
- Mincultura. (2014). *Paisaje Cultural Cafetero.*
- PNN. (2019). *Categorías regionales del Runap V. 6.*
- _. (2019). *Reservas naturales de la sociedad civil. Versión 6.*
- Resolución 1112 de 2019, por medio de la cual se aprueba Plan de Ordenación Forestal de la Corporación Autónoma Regional de Sucre – CARSUCRE.

5.1.1 Variable traspaso de cuencas

<table>
<tr><th colspan="3">FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE</th></tr>
<tr><td>TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano</td></tr>
<tr><td colspan="3">CRITERIO ASOCIADO: condicionantes legales</td></tr>
<tr><td colspan="3">VARIABLE: traspaso de cuencas</td></tr>
<tr><td rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Exclusión técnica</td><td></td></tr>
<tr><td>Análisis jerárquico</td><td></td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante legal</td><td>✓</td></tr>
<tr><td colspan="3">DEFINICIÓN</td></tr>
<tr><td colspan="3">La resolución 02879 de 2017 del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y la Autoridad Nacional de Acuicultura y pesca (Aunap) establece los «requisitos que deben cumplir los establecimientos dedicados a la acuicultura en el país para minimizar los riesgos de escape de especímenes de recursos pesqueros ícticos de especies exóticas, domesticas y/o trasplantadas y de camarón marino a cuerpos de agua naturales o artificiales», considerando que el traspaso de una especie nativa local a otro hábitat o cuenca, es la segunda causa más importante de pérdida de biodiversidad (Mojica et al., 2012), debido a que la especie puede convertirse en invasora y afectar a las especies nativas (Gutiérrez et al., 2012). Por tanto, el establecimiento de cultivos de yamú, bocachico y bagre rayado en estas zonas ajenas a su distribución natural, deben considerar los siguientes requisitos del artículo tercero descritos en dicha resolución:

A- Requisitos para realizar actividades de acuicultura en estanques (en tierra, cemento, geomembrana y otros materiales):

1. Construir las instalaciones del cultivo para los procesos de reproducción, incubación de ovas, larvicultura, alevinaje, pre-engorde y engorde fuera de las áreas de la ronda hídrica de los cuerpos de agua y en zonas que no estén ubicadas en áreas con riesgo de inundación o avalanchas naturales; en las áreas de la ronda hídrica de los cuerpos de agua sólo se podrá construir la infraestructura necesaria para la captación de agua para producción de energía eléctrica o para los cultivos directamente, siempre y cuando dichas construcciones hayan sido autorizadas por la autoridad correspondiente.

2. Utilizar sistemas de protección en los estanques de reproducción y alevinaje para evitar el ingreso de aves u otros organismos que puedan capturar ejemplares de recursos pesqueros ícticos de especies exóticas, domesticadas y/o trasplantadas y de camarón marino y liberarlos al medio natural.</td></tr>
</table>

3. Mantener una franja de seguridad o borde libre entre la superficie del agua y el borde del estanque, de mínimo 30 cm, para evitar el rebose del agua producto de lluvias, escorrentía o exceso de entrada de agua a los estanques.

4. Disponer de un lugar seco y alejado de la fuente de captación de agua o de otro cuerpo de agua natural o artificial, para la disposición de los lodos extraídos de los estanques, con el fin de evitar, que huevos, larvas, alevinos u otros especímenes que hayan quedado, contaminen otros estanques o lleguen a otros ecosistemas acuáticos naturales o artificiales.

5. Instalar filtros o cajas de mallas saran, plásticas, nylon, metal y/o de otro material en las salidas de los tubos de drenaje o en los rebosaderos de las áreas de producción de semilla, salas de incubación, larvicultura, alevinaje, salas de cuarentena, instalaciones de acuarios, salas de manejo de alevinos, estanques de engorde o mantenimiento de reproductores, lagunas de oxidación y sedimentación. Construir las instalaciones del cultivo para los procesos de reproducción, incubación de ovas, larvicultura, alevinaje, pre-engorde y engorde, fuera de las áreas de la ronda hídrica de los cuerpos de agua y en zonas que no estén ubicadas en áreas con riesgo de inundación o avalanchas naturales. En las áreas de la ronda hídrica de los cuerpos de agua sólo se podrá construir la infraestructura necesaria para la captación de agua para producción de energía eléctrica o para los cultivos directamente, siempre y cuando dichas construcciones hayan sido autorizadas por la autoridad correspondiente.

6. Garantizar que los drenajes de los estanques tengan capacidad suficiente para evacuar el exceso de aguas provenientes de las lluvias, escorrentía, crecientes o inundaciones; el diámetro no debe ser inferior a 4 pulgadas.

7. Instalar estructuras para la retención de especímenes antes de verter todas las aguas de drenaje de los cultivos a cualquier medio acuático. Todos los especímenes que sean retenidos en estas estructuras deben ser introducidos nuevamente al sistema de cultivo o eliminados sin que sean liberados al medio acuático.

B.- Requisitos para realizar actividades de acuicultura con recursos pesqueros ícticos de especies exóticas, domesticadas y/o trasplantadas y de camarón marino en jaulas flotantes o jaulones:

1. Construir las jaulas con mallas cuyo ojo de malla sea 2 veces inferior a la altura máxima del espécimen más pequeño que se mantenga en cautiverio, de acuerdo con la fase de cultivo (alevinos, juveniles y adultos).

2. Instalar una malla perimetral y de fondo o doble malla individual en las jaulas flotantes, con un ojo de malla igual o inferior a la altura máxima del espécimen más pequeño que se mantenga en cautiverio.

3. Mantener entre la superficie del agua y el borde de las jaulas una franja de seguridad de mínimo 40 cm.

4. Instalar sistemas de protección sobre las jaulas sembradas en todas las etapas del cultivo, para evitar el ingreso de aves y otros organismos que puedan capturar ejemplares de recursos pesqueros ícticos de especies exóticas, domesticadas y/o trasplantadas y de camarón marino y liberarlos al medio natural.

5. Contar con una pasarela o plataforma flotante que permita realizar de manera segura las actividades de manejo durante las faenas de siembra, limpieza, muestreo, selección y cosecha, utilizando los implementos, mallas o artes que impidan fugas de los especímenes.

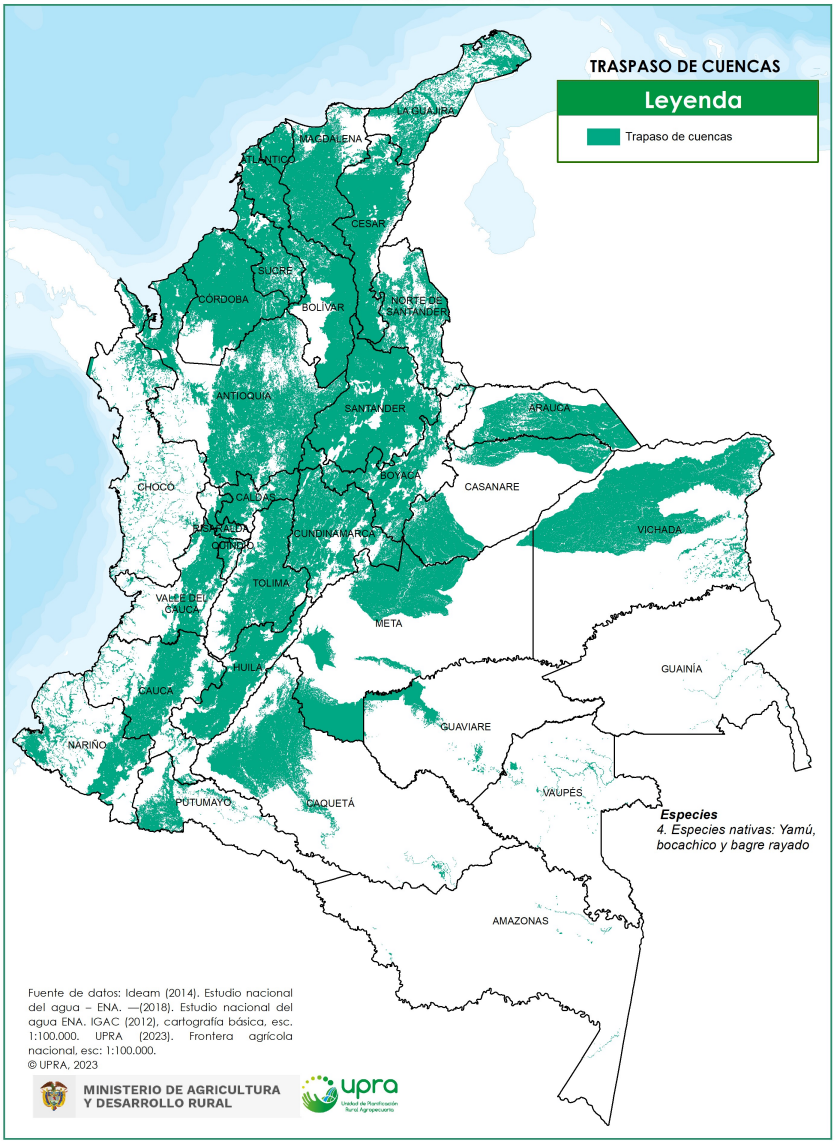
6. Mantener en óptimo estado los sistemas de flotación de las jaulas y jaulones para evitar el hundimiento y de esta forma evitar el escape de los especímenes.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE	
Previene la alteración de los ecosistemas acuáticos (contaminación biológica y consecuente pérdida de biodiversidad) promoviendo la implementación de las medidas de bioseguridad establecidas por la Aunap mediante la resolución 2879 de 2017.	
VALOR DE EXCLUSIÓN DE LA VARIABLE	
No aplica, por tratarse de un condicionante legal (C1).	
LIMITANTES DE EVALUACIÓN DE LA VARIABLE	
La identificación de las zonas de distribución natural depende de la información reportada en relación con las investigaciones de la especie.	
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	
La representación cartográfica corresponde a todas las cuencas diferentes a las de distribución natural que se encuentran en la variable "Distribución geográfica natural" del criterio Distribución geográfica de la especie, del componente socioecosistémico.	
Unidad de análisis	Cuencas hidrográficas

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE TRES ESPECIES ICTICAS NATIVAS DE COLOMBIA YAMÚ, BOCACHICO Y BAGRE RAYADO EN ESTANQUES DE TIERRA

CONDICIONANTES LEGALES



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Gutiérrez, F., Lasso, C., Baptiste, M., Sánchez, P. & A. Díaz. (2012). VI Catálogo de la biodiversidad acuática exótica y trasplantada en Colombia: moluscos, crustáceos, peces, anfibios, reptiles y aves. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia, 335 pp.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y Autoridad Nacional de Acuicultura y pesca (Aunap). (2017). Resolución 2879 de 2017.
- Mojica, L., Usma, J., Álvarez, R. & C. Lasso. (2012). Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, WWF Colombia y Universidad de Manizales. Bogotá, D. C., Colombia, 319 pp.

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

<table>
<tr><th colspan="3">FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE</th></tr>
<tr><td>TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano</td></tr>
<tr><td colspan="3">CRITERIO ASOCIADO: condicionantes legales</td></tr>
<tr><td colspan="3">VARIABLE: ecosistemas estratégicos (manglares, humedales, rondas hídricas y bosque seco tropical)</td></tr>
<tr><td rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Análisis jerárquico</td><td></td></tr>
<tr><td>Exclusión técnica</td><td></td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante legal</td><td>✓</td></tr>
<tr><th colspan="3">DEFINICIÓN</th></tr>
<tr><td colspan="3">Agrupa aquellos ecosistemas y zonas de importancia ambiental que se han priorizado para su protección y conservación debido a su importancia ecosistémica o su nivel de amenaza, y que son incompatibles con el desarrollo del cultivo de especies nativas (yamú, bocachico, bagre rayado). Las consideraciones definidas para esta variable se muestran a continuación:

Los ecosistemas de manglar y los humedales son considerados zonas de importancia ambiental que se han priorizado para su protección y conservación debido a su valor ecosistémico o su nivel de amenaza, por lo cual son incompatibles con el cultivo de tres especies icticas nativas (yamú, bagre rayado y bocachico),

Desde el punto de vista ambiental, el ecosistema de manglar reduce el impacto de las mareas depositando barro y formando pantanos donde se fijan los organismos. Igualmente, sirve como estabilizador de la línea costera ayudando en el control de erosión y constituye una barrera natural de amortiguamiento que protege a las costas de marejadas y vientos huracanados a manera de cortina rompevientos. 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.

Económicamente, el manglar ha sido base de subsistencia de muchas comunidades a lo largo de las costas colombianas, quienes han utilizado su madera a pequeña escala y para uso local. Igualmente, del manglar es posible obtener alcohol, papel para envolver cigarrillos, colorantes, fibras sintéticas, incienso, palo de fósforos y pegamentos. La corteza de algunas especies se aprovecha para la extracción de taninos, químicos que facilitan el proceso de la curtiembre.</td></tr>
</table>

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

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 presentes en ellos. El Decreto 1640 de 2012 plantea, en el artículo 2.º, la existencia de ecosistemas de importancia estratégica para la conservación de recursos hídricos, entendiéndolos como aquellos que garantizan la oferta de servicios ecosistémicos relacionados con el ciclo hidrológico y, en general, con los procesos de regulación y disponibilidad del recurso hídrico en un área determinada.

La ronda hídrica se considera la faja paralela a las líneas de mareas máximas o al cauce permanente de ríos y lagos de hasta 30 m, las cuales son un bien inembargable e imprescriptible del Estado, excepto si existen derechos adquiridos (Decreto 2811 de 1974).

El artículo 204 establece: «[...] Se entiende por área forestal protectora la zona que debe ser conservada permanentemente con bosques naturales o artificiales, para proteger estos mismos recursos u otros naturales renovables. En el área forestal protectora debe prevalecer el efecto protector y solo se permitirá la obtención de frutos secundarios del bosque» (Decreto 2811 de 1974).

La ronda, de conformidad con el artículo 10 de la Ley 388 de 1997, es una determinante ambiental que debe ser tenida en cuenta como norma de superior jerarquía por los municipios y distritos (Consulta 4120-E1-11525 del 7 de febrero de 2007 por el Minambiente).

El Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección del Medio Ambiente (Decreto 2811 de 1974), establece una regulación en términos de propiedad en relación a las zonas paralelas a los cauces permanentes. En el artículo 83, literal d, consagra que la faja paralela a las líneas de mareas máximas o al cauce permanente de ríos y lagos de hasta 30 m es un bien inembargable e imprescriptible del Estado, excepto si existen derechos adquiridos.

Por su parte, el Decreto 1449 de 1977 consagra en su artículo 3, literal b, que los propietarios de predios rurales tienen la obligación de mantener cobertura boscosa en áreas forestales protectoras, dentro de las cuales define como tal una faja de terreno no inferior a 30 m de ancha, paralela a las líneas máximas de marea, a los lados de los cauces y alrededor de lagos o depósitos de agua. En este sentido, el Decreto 3600 de 2007, que regula sobre los determinantes para el ordenamiento del suelo rural, en su artículo 4 señala que las rondas hidráulicas hacen parte de la categoría de áreas de conservación y protección ambiental, por ser áreas de especial importancia ecosistémica.

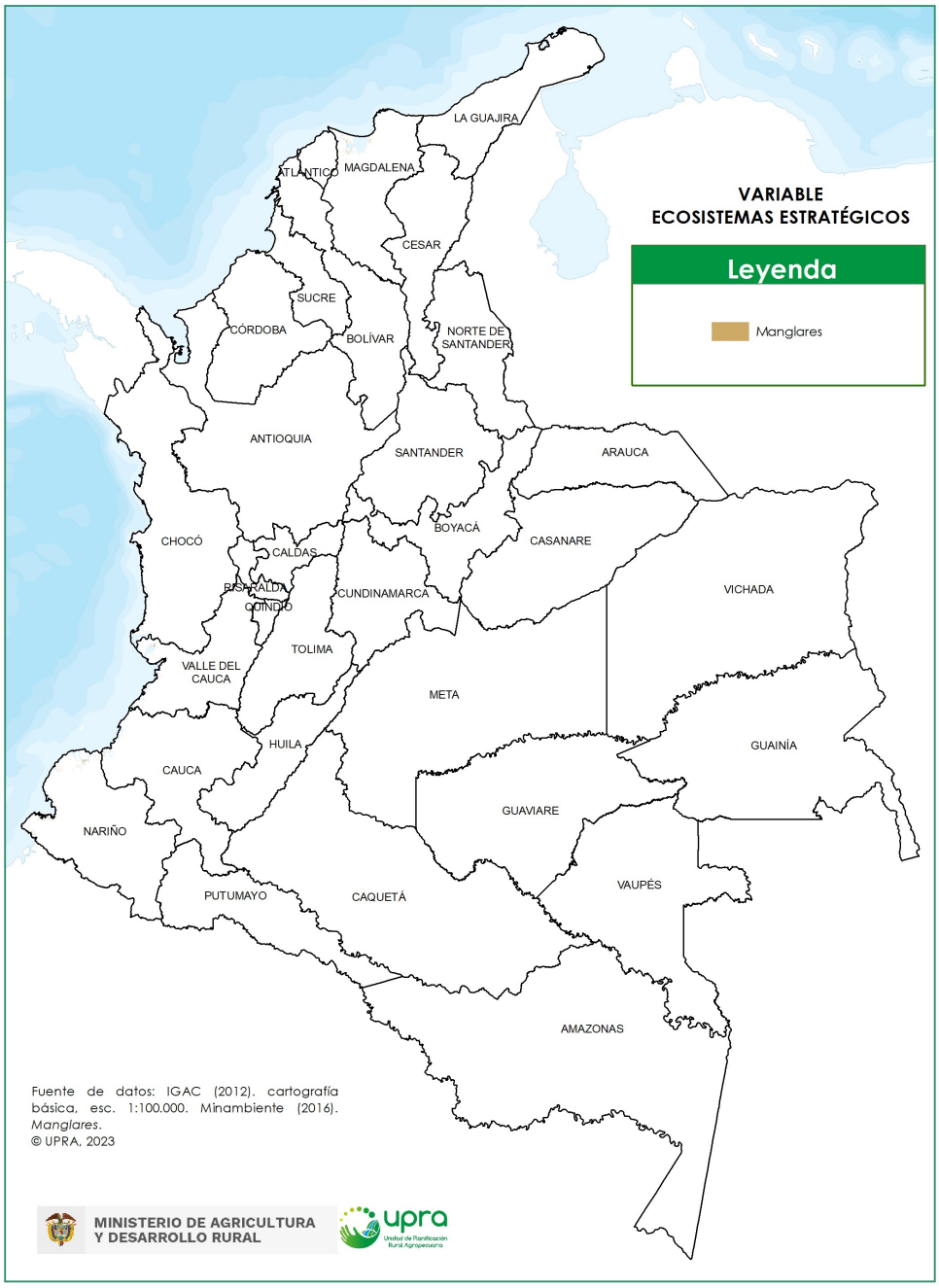
El ecosistema de bosque seco se considera una zona de importancia ambiental que se ha priorizado para su protección y conservación debido a su importancia ecosistémica o su nivel de amenaza; se requiere de un análisis detallado del área, previo a cualquier establecimiento de un cultivo.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE	
Permite identificar áreas donde el establecimiento del cultivo no es compatible con los fines vocacionales en estos ecosistemas estratégicos y, por tanto, su uso está condicionado a estudios con mayor nivel de detalle.	
VALOR DE EXCLUSIÓN DE LA VARIABLE	
No aplica, por tratarse de un condicionante legal (C1).	
LIMITANTES DE EVALUACIÓN DE LA VARIABLE	
Generalmente estas zonas no cuentan con una delimitación a escala regional, lo cual motiva que sean considerados como figuras normativas que requieren de un análisis complementario de tipo legal, social, cultural y/o ambiental para el desarrollo de actividades agropecuarias. Es necesario determinar si la autoridad ambiental regional ha definido y reglamentado las normas que fijan la Estructura Ecológica Principal de su territorio; si estas áreas aparecen identificadas y reglamentadas deberán ser tratadas como una exclusión legal. En lo referente a rondas hídricas, es necesario mencionar que la delimitación específica de cada cauce, debe obedecer a lo que establezcan las autoridades ambientales respectivas. Para la zonificación de aptitud se toman 30 m; no obstante, estas podrán tener una mayor o menor longitud. Es función de las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR) efectuar, en el área de su jurisdicción y en el marco de sus competencias, el acotamiento de la faja paralela a los cuerpos de agua a que se refiere el literal d del artículo 83 del Decreto Ley 2811 de 1974, y el área de protección o conservación aferente, para lo cual se deberán realizar los estudios correspondientes, conforme a los criterios que defina el Gobierno nacional (Ley 1450 de 2011).	
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	
Para la generación de la información cartográfica, se parte de las capas que contienen la información espacial actualizada de las áreas de bosque seco tropical, humedales y manglares. Para las rondas hídricas se emplea la cartografía básica del IGAC, donde se definen los cauces sencillos. Una vez definidos los cauces se toma un búfer de 30 m, a lado y lado del cauce.	
Unidad de análisis	Polígonos que comprenden las áreas de bosque seco tropical, humedales, manglares. Para la generación de la información cartográfica se parte de la cartografía básica del IGAC, donde se definen los cauces sencillos. Una vez definidos los cauces se toman un búfer de 30 m, a lado y lado del cauce.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE TRES ESPECIES ICTICAS NATIVAS DE COLOMBIA YAMÚ, BOCACHICO Y BAGRE RAYADO EN ESTANQUES EN TIERRA

CONDICIONANTES LEGALES



FUENTES DE INFORMACIÓN

- IAVH. (2014). *Bosque seco tropical.*
- Ideam. (2008). *Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia, escala 1:500.000.*
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2012). *Drenaje doble construido a partir de cartografía básica, escala 1:100.000.* Bogotá: IGAC

5.1.3. Variable áreas protegidas

<table>
<tr><th colspan="3">FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE</th></tr>
<tr><td>TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano</td></tr>
<tr><td colspan="3">CRITERIO ASOCIADO: condicionantes legales</td></tr>
<tr><td colspan="3">VARIABLE: áreas protegidas</td></tr>
<tr><td rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Análisis jerárquico</td><td></td></tr>
<tr><td>Exclusión técnica</td><td></td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante legal</td><td>✓</td></tr>
<tr><td colspan="3">DEFINICIÓN</td></tr>
<tr><td colspan="3">Agrupa aquellas áreas protegidas cuyas categorías de manejo requieren de un análisis complementario de tipo legal, social, cultural y/o ambiental para el desarrollo y establecimiento del cultivo de especies nativas (yamú, bocachico, bagre rayado); aunque no prohíba la actividad como tal, si genera un condicionamiento al posible uso de dichas áreas. Las consideraciones legales para esta variable se muestran a continuación:

Distritos de manejo integrado (DMI): de acuerdo con el artículo 14 del Decreto 2372 de 2010, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector Ambiental, son espacios geográficos en los que los paisajes y ecosistemas mantienen su composición y función, aunque su estructura haya sido modificada, y cuyos valores naturales y culturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su uso sostenible, preservación, restauración, conocimiento y disfrute.

Distritos de conservación de suelos (DCS): el Decreto 2372 de 2010, compilado por el Decreto 1076 de 2015 define que son espacios geográficos cuyos ecosistemas estratégicos, en la escala regional, mantienen su función, aunque su estructura y composición hayan sido modificadas; aportan esencialmente a la generación de bienes y servicios ambientales, cuyos valores naturales y culturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su restauración, uso sostenible, preservación, conocimiento y disfrute, por las restricciones debidas a su orientación de manejo para la recuperación de suelos alterados o degradados o la prevención de fenómenos que causen alteración o degradación en áreas especialmente vulnerables por sus condiciones físicas o climáticas o por la clase de utilidad que en ellas se desarrolla.

Áreas de recreación: conforme con el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, son espacios geográficos en los que los paisajes y ecosistemas estratégicos en la escala regional mantienen la función, aunque su estructura y composición hayan sido modificadas, con un potencial significativo de recuperación, y cuyos valores naturales y culturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su restauración,</td></tr>
</table>

uso sostenible, conocimiento y disfrute; por esa razón, esta categoría impone restricciones similares a las de los distritos de manejo integrado.

Zonas de producción y recuperación para la producción del AMEM: de acuerdo con el Decreto 1989 de 1989 «*Por el cual se declara Área de Manejo Especial La Macarena (AMEM), la Reserva Sierra de la Macarena, se clasifica y zonifica su territorio y se fijan sus límites reales*», entre su zonificación se definen las siguientes zonas: a) recuperación para la producción occidente, b) preservación vertiente oriental, c) producción Ariari-Guayabero, d) recuperación para la preservación sur y e) recuperación para la producción sur.

Se consideran condicionantes:

DMI Macarena Norte:

- Zona de recuperación para la producción: áreas de uso de restauración y áreas de uso sostenible (áreas de uso para el desarrollo y áreas de uso para el aprovechamiento sostenible).

DMI Losada-Perdido:

- Zona de recuperación para la producción: áreas de uso de restauración para la preservación, áreas de uso de restauración para recuperación-rehabilitación y áreas de uso sostenible.

Reservas naturales de la sociedad civil (RNSC): hace referencia a la totalidad o una parte del área de un inmueble que conserve una muestra de un ecosistema natural y sea manejado bajo los principios de sustentabilidad en el uso de los recursos naturales y que, por la voluntad de su propietario, se destina para su uso sostenible, preservación o restauración con vocación de largo plazo (Decreto 2372 de 2010). Estas RNSC tienen una zonificación y un plan de manejo que deben ser previamente consultados, si se pretende desarrollar algún proyecto productivo dentro de esta zona.

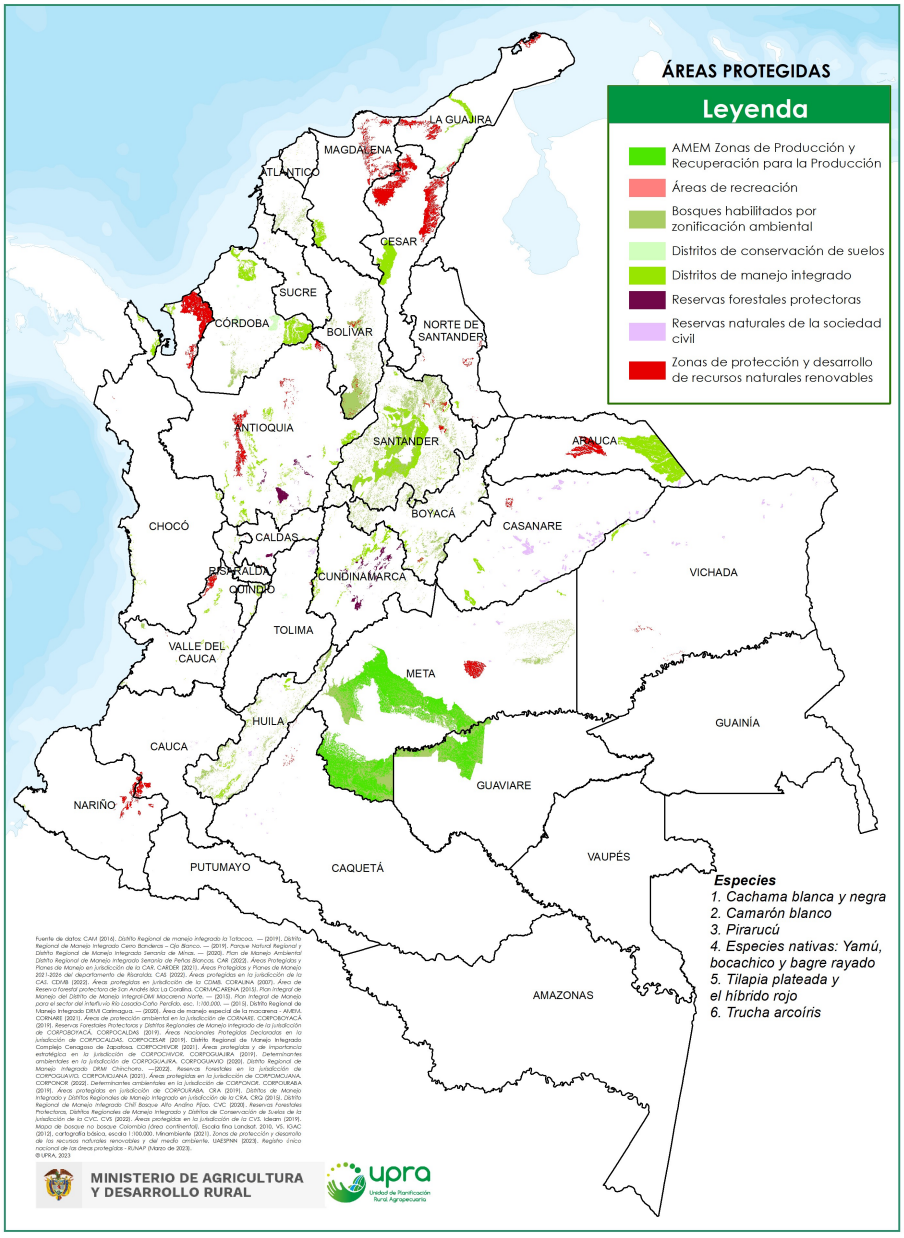
Zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medioambiente: por medio de la Resolución 1628 de 2015 y de la Resolución 1814 de 2015 del Minambiente, se declaran las zonas de protección como medida de precaución de carácter nacional (áreas protegidas nacionales en proceso de declaratoria por parte de Parques Nacionales Naturales) y de carácter regional (áreas protegidas regionales en proceso de declaratoria por parte de las CAR). Por medio de las Resoluciones 1987 y 1310 de 2018 del MADS, se declara una medida de precaución que protege temporalmente los sitios en los cuales se adelantan procesos de declaratoria de áreas protegidas nacionales y regionales. Esta es una acción estratégica que pretende aumentar la representatividad ecológica del sistema, la creación de áreas protegidas en los sitios definidos por los procesos técnicos a diferentes escalas, para la identificación de vacíos de conservación y definición de prioridades; con base en dichos estudios.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE	
Alerta a los planificadores y productores, con respecto a las áreas que, aunque posean aptitud para el cultivo, cuentan con regímenes especiales que condicionan el desarrollo de las actividades agropecuarias en el territorio. Cada una de las categorías consideradas genera un condicionante a su uso, pues si bien no lo prohíbe, requiere de una revisión de la zona apta en relación a las condiciones normativas de la figura o figuras con la que se superpone.	
VALOR DE EXCLUSIÓN DE LA VARIABLE	
No aplica, por tratarse de un condicionante legal (C1).	
LIMITANTES DE EVALUACIÓN DE LA VARIABLE	
Cada una de las figuras protegidas en teoría debe contar con su respectivo plan de manejo, en el cual se definen los usos permitidos del área que aparece bajo una figura de protección. Sin embargo, no todas las áreas protegidas tienen un plan de manejo formulado, lo cual implica que, a pesar de que estén delimitadas, aún no tienen definido el uso por lo cual no es posible definir en qué zonas si es posible desarrollar cultivo de especies nativas (yamú, bocachico, bagre rayado) o en las que por el contrario está prohibido el desarrollo de actividades productivas.	
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	
Para la generación de cartografía, se parte de las capas que contienen la información espacial de cada una de las figuras consideradas. Por medio de esta información, es posible identificar si en la zona de estudio se localiza alguna de las figuras de protección que integran esta variable.	
Unidad de análisis	Polígonos que comprenden DMI, zonas de producción y recuperación para la producción del AMEM, DCS, áreas de recreación, RNSC y zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medioambiente.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA LOS CULTIVOS COMERCIALES DE ESPECIES ACUÍCOLAS EN ESTANQUES DE TIERRA

CONDICIONANTES LEGALES



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Cormacarena. (2015). *Distrito de manejo integrado –DMI-, Área de Manejo Especial La Macarena "AMEM"*.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Minambiente. (2018). *Resoluciones 504, 1310 y 1987. Zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medio ambiente. Mapa de otras categorías Sinap.*
- PNN. (2019). *Categorías regionales del Runap V.6.*
- _. (2019). *Reservas naturales de la sociedad civil. Versión 6.*

5.1.4. Variable planes de ordenación forestal

<table>
<tr><th colspan="3">FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE</th></tr>
<tr><td>TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano</td></tr>
<tr><td colspan="3">CRITERIO ASOCIADO: condicionantes legales</td></tr>
<tr><td colspan="3">VARIABLE: Planes de ordenación forestal</td></tr>
<tr><td rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Análisis jerárquico</td><td></td></tr>
<tr><td>Exclusión técnica</td><td></td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante legal</td><td>✓</td></tr>
<tr><td colspan="3">DEFINICIÓN</td></tr>
<tr><td colspan="3">Las áreas protegidas consideradas dentro de esta condicionante legal corresponden a:

Planes de ordenación forestal: Según el Decreto 1076 de 2016, el Plan de ordenación forestal (POF) se define como un documento desarrollado por las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR), estructurado a partir de las características bióticas, abióticas, sociales y económicas de la zona, permitiendo ordenar las áreas forestales que se encuentran en el territorio. Los POF tienen como objetivo lograr el uso de los recursos forestales de manera planificada y asegurando la sostenibilidad en su aprovechamiento. Por tanto, los POF son considerados como el proceso e instrumento de planificación que tienen por objeto el ordenamiento, uso y manejo integral y sostenible del recurso forestal, de las tierras forestales, estructurado en el conocimiento, análisis, interpretación y evaluación integral de sus componentes biofísicos principales resaltando en estos el ecológico y silvicultural, suelos e hidro-climatología y de sus componentes socio - económicos y legales; con fines de alcanzar objetivos de conservación, protección y manejo integral y sustentable del recurso forestal, de las tierras forestales y de la biodiversidad y servicios ecosistémicos asociados a los diferentes departamentos.

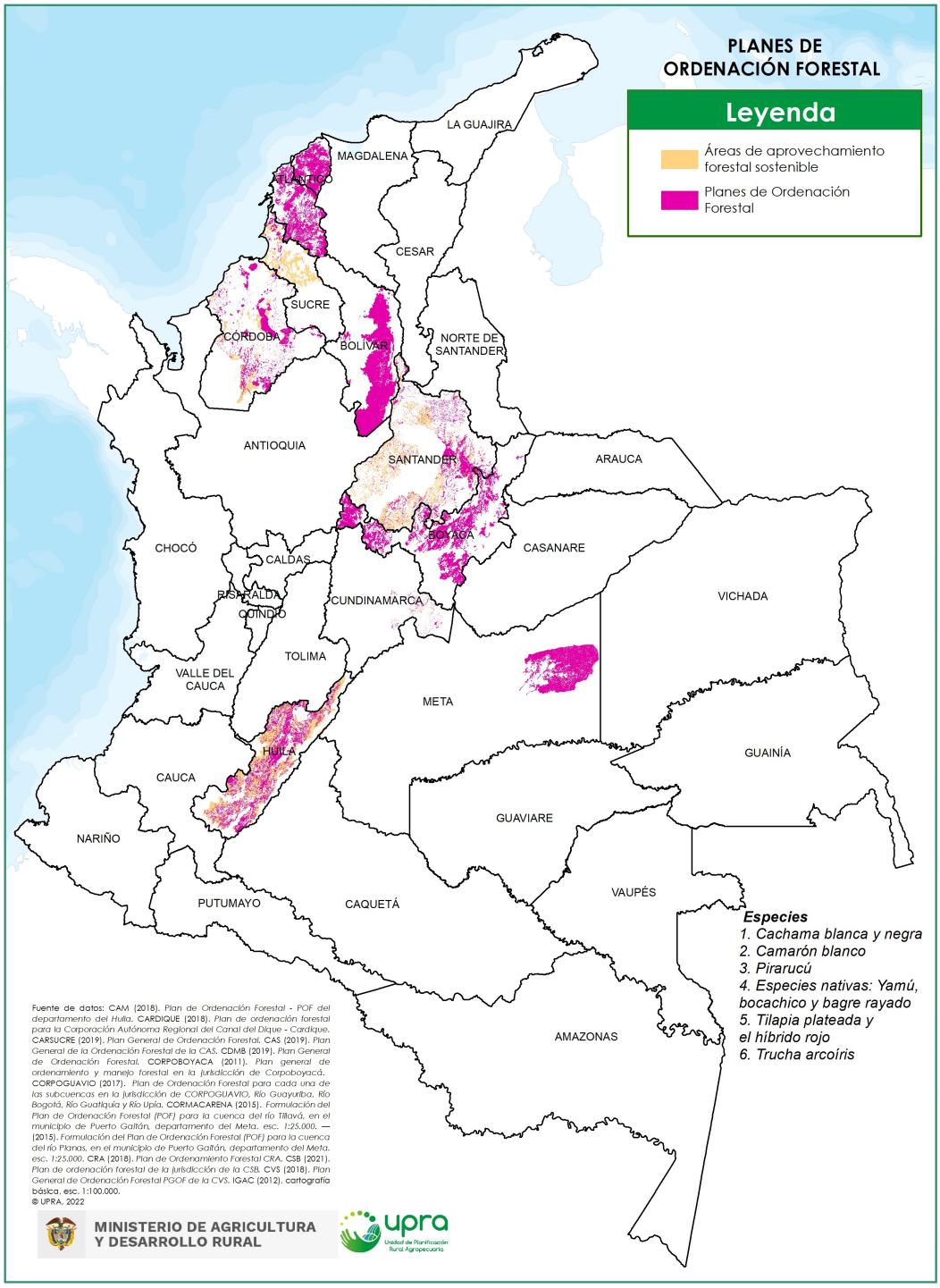
Actualmente, el decreto 1076 de 2016, recopila lo establecido en el decreto 1791 de 1996 el cual dictamina que las Corporaciones Autónomas Regionales deben contar con un plan de ordenación forestal, en el cual se definan las áreas boscosas pertenecientes a su jurisdicción y su respectivo manejo. Por tanto, de acuerdo con los criterios técnicos y legales, referentes de uso y manejo para las Áreas de Ordenación Forestal definidas por la corporación autónoma regional del alto Magdalena-CAM, Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique -CARDIQUE, Corporación para El Desarrollo Sostenible del Área De Manejo Especial La Macarena -CORMACARENA- para las Cuenca del Río Planas y del Río Tillavá en el municipio de Puerto Gaitán, Departamento del Meta, Corporación Autónoma Regional de Boyacá – CORPOBOYACA, Corporación Autónoma Regional del Guavio – CORPOGUAVIO, Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA, Corporación Autónoma Regional de Sucre – CARSUCRE, Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga- CDMB, Corporación Autónoma Regional del Sur de Bolívar – CSB, Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge – CVS y</td></tr>
</table>

Corporación Autónoma Regional de Santander – CAS, se presentan condicionantes legales relacionadas con las áreas forestales protectoras, protectoras para la regulación, Áreas de Restauración del Bosque Seco Tropical (bs-T), Áreas Forestales Para la Conservación, Áreas Misceláneas y/o de Producción Mixta, Áreas Críticas Por Erosión Severa en Suelos Arenosos y Vegetación Herbácea, Áreas Críticas por Salinización en Usos Agrícolas Intensivos, Área forestal de producción directa, Área forestal de protección para el uso sostenible, zonas para restauración, Plantaciones de carácter protector, Aprovechamiento artesanal de productos maderables y no maderables, Macro unidades de manejo forestal para la producción de maderas finas, ordinarias y PFNM, Servicios Ambientales - Conectividad biológica, y restauración ecológica.	
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE	
Alerta a los planificadores y productores, con respecto a las áreas que, aunque posean aptitud para el cultivo, cuentan con regímenes especiales que condicionan el desarrollo de las actividades agropecuarias en el territorio.	
VALOR DE EXCLUSIÓN DE LA VARIABLE	
No aplica, por tratarse de un condicionante legal (C1).	
LIMITANTES DE EVALUACIÓN DE LA VARIABLE	
La principal limitante para analizar las áreas protegidas está referido a su dinámica, ya que constantemente se están creando y definiendo nuevas áreas de conservación y protección. Adicionalmente solo se cuenta con los planes de ordenación forestal de 11 corporaciones	
Unidad de análisis	Áreas forestales protectoras, protectoras - productoras, protección recuperación, producción, restauración, áreas de uso sostenible, conservación y recuperación definidas en los Planes de Ordenamiento Forestal

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA LOS CULTIVOS COMERCIALES DE ESPECIES ACUÍCOLAS EN ESTANQUES DE TIERRA

CONDICIONANTES LEGALES



FUENTES DE INFORMACIÓN
• Acuerdo 10 de 2021, por el cual se adopta Plan de ordenación forestal para la Serranía de San Lucas para el área de jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Sur de Bolívar – CSB. • Acuerdo 359 de 2018, por el cual se adopta la actualización del Plan General de Ordenación Forestal – PGOF de la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge – CVS. • Acuerdo 386 de 2019, por el cual se adopta la actualización del Plan General de Ordenación Forestal en el área de la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Santander CAS. • Acuerdo 1388 de 2019, por el cual se adopta el Plan General de Ordenación Forestal Integral y Sostenible para el área de jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga- CDMB, CDMB. • Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena CAM y Unión Temporal Forestal – Ambiental 2017. (2018). Plan de Ordenación Forestal del departamento del Huila POF- Huila • Corporación Autónoma Regional del Atlántico CRA y ECOAFA SAS. (2018). Capítulo 5. Ordenación forestal a implementar. • Corporación Autónoma Regional de Boyacá CORPOBOYACA y Corporación de Tecnologías Sostenibles CTAS. (2009). Formulación del Plan General de Ordenamiento y Manejo Forestal PGOF en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Boyacá CORPOBOYACA. Etapa III. Ordenación y zonificación forestal. • Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique – CARDIQUE y Enviromental Ingenieros Consultores S.A. ENINCO S.A. (2017). Plan de ordenación forestal para la Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique – CARDIQUE. • Corporación Autónoma Regional del Guavio- CORPOGUAVIO. (2017). Plan de Ordenación Forestal POF para la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Guavio- CORPOGUAVIO. • Corporación para el Desarrollo Sostenible de Área de Manejo Especial La Macarena - CORMACARENA y Universidad Distrital Francisco José de Caldas. (2015). Formulación del Plan de Ordenación Forestal (POF) para la cuenca del Río Planas, en el municipio de Puerto Gaitán, Departamento del Meta. • Corporación para el Desarrollo Sostenible de Área de Manejo Especial La Macarena - CORMACARENA y Universidad Distrital Francisco José de Caldas. (2015). Formulación del Plan de Ordenación Forestal (POF) para la cuenca del Río Tillavá, en el municipio de Puerto Gaitán, Departamento del Meta. • IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC. • Resolución 1112 de 2019, por medio de la cual se aprueba Plan de Ordenación Forestal de Corporación Autónoma Regional de Sucre – CARSUCRE.

5.1.5. Variable zonas de reserva forestal nacional de Ley 2ª de 1959, zonas tipos B y C

<table>
<tr><th colspan="3">FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE</th></tr>
<tr><td>TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano</td></tr>
<tr><td colspan="3">CRITERIO ASOCIADO: condicionantes legales</td></tr>
<tr><td colspan="3">VARIABLE: zonas de reserva rorestal nacional de Ley 2ª de 1959, zonas tipos B y C</td></tr>
<tr><td rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Análisis jerárquico</td><td></td></tr>
<tr><td>Exclusión técnica</td><td></td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante legal</td><td>✓</td></tr>
<tr><td colspan="3">DEFINICIÓN</td></tr>
<tr><td colspan="3">Las Zonas de Reserva Forestal Nacional (ZRFN) fueron creadas para el desarrollo de la economía forestal y protección de los suelos, las aguas y la vida silvestre, mediante la Ley 2ª de 1959. Se compone de siete reservas forestales nacionales): ZRFN del Pacífico, ZRFN Central, ZRFN del Río Magdalena, ZRFN de la Sierra Nevada de Santa Marta, ZRFN de la Serranía de Los Motilones, ZRFN del Cocuy y ZRFN de la Amazonia.

Esta condicionante comprende las zonas B y C de la zonificación de las Zonas de Reserva Forestal Nacional. Las zonas son definidas de la siguiente manera:

Zonas tipo B: zonas que se caracterizan por tener coberturas favorables para un manejo sostenible del recurso forestal mediante un enfoque de ordenación forestal integral y la gestión integral de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos (Resolución Minambiente 1922 de 2013, que corresponde a la adopción de la zonificación de la Zona de Reserva Forestal Central).

Zonas tipo C: zonas que por sus características biofísica ofrecen condiciones para el desarrollo de las actividades productivas agroforestales, silvopastoriles y otras compatibles con los objetivos de la Reserva Forestal, que deben incorporar el componente forestal y que no impliquen la reducción de las áreas de bosque natural presentes en sus diferentes estados sucesionales (Resolución Minambiente 1922 de 2013, que corresponde a la adopción de la zonificación de la Zona de Reserva Forestal Central).

Se incluyen en esta categoría las zonas con previa decisión de ordenamiento, cuyas zonificaciones se adoptaron mediante las siguientes resoluciones:

a. 1277 de 2014, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Amazonía, establecida en la Ley 2.ª de 1959, para los departamentos de Amazonas, Cauca, Guainía, Putumayo y Vaupés.
b. 1276 de 2014, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal de la</td></tr>
</table>

Sierra Nevada de Santa Marta, establecida en la Ley 2.ª de 1959.

c. 1275 de 2014, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del Cocuy, establecida en la Ley 2.ª de 1959.
d. 1926 de 2013, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del Pacífico, establecida en la Ley 2.ª de 1959.
e. 1925 de 2013, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Amazonía, establecida en la Ley 2.ª de 1959, para los departamentos de Caquetá, Guaviare y Huila.
f. 1924 de 2013, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del Río Magdalena, establecida en la Ley 2.ª de 1959.
g. 1923 de 2013, adopta la zonificación y ordenamiento de la Reserva Forestal de la Serranía de los Motilones, establecida en la Ley 2.ª de 1959.
h. 1922 de 2013, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal Central, establecida en la Ley 2.ª de 1959.

En lo referente a las sustracciones de reserva forestal nacional, según el numeral 18, artículo 5 de la Ley 99 de 1993, en concordancia con el Decreto-Ley 3570 de 2011, facultó al hoy MADS a reservar, alinderar y sustraer las reservas forestales nacionales. La sustracción se evalúa y otorga exclusivamente para la actividad que fue solicitada su sustracción, por este motivo las zonas sustraídas son solo para tal fin. Se estableció como condicionante, dado que las sustracciones se realizan para una actividad determinada con la cual fueron solicitadas y no se puede realizar otro uso. Por lo tanto, se incluyen en esta categoría las áreas con contratos de derechos de uso para las zonas de reserva forestal tipos B y C.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Para los propósitos de los ejercicios de zonificación, las reservas forestales de la Ley 2ª de 1959, permiten identificar aquellas zonas que, independientemente de la categoría de aptitud, requieren de un análisis complementario de tipo legal, social, cultural y/o ambiental para el desarrollo y establecimiento de cultivo de especies nativas (yamú, bocachico, bagre rayado).

VALOR DE EXCLUSIÓN DE LA VARIABLE

No aplica, por tratarse de un condicionante legal (C1).

LIMITANTES DE EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

En 2015 para las Zonas de Reserva Forestal Nacional se establece que tanto en las zonas tipo A, B o C, se pueden adelantar procesos de sustracción de conformidad con la normatividad vigente. Como todas las áreas son susceptibles de solicitud de sustracción, la información de este insumo deberá ser actualizada, en función de las nuevas sustracciones realizadas en las reservas.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

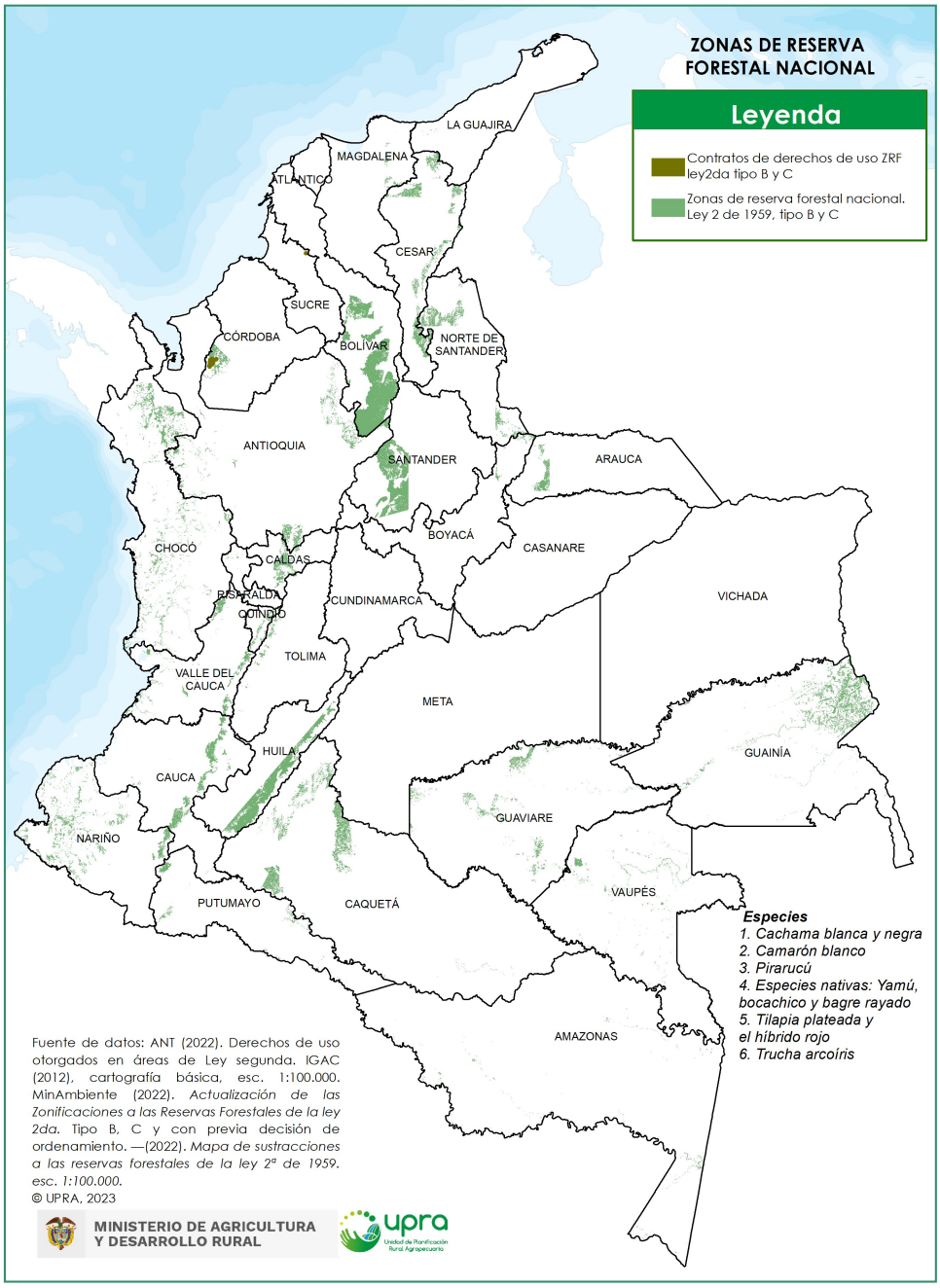
Para la generación de la información cartográfica se parte del mapa de Reservas Forestales Nacionales de Ley 2ª de 1959, identificando las zonas tipo B y C y del análisis cartográfico del mapa de sustracciones de Reserva Forestal Nacional de Ley 2ª de 1959 oficial del Minambiente. Se incluyen también las zonas con contratos de derechos de uso.

Unidad de análisis	Polígonos correspondientes las ZRFN y sustracciones de reserva forestal nacional, tipos B y C

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA LOS CULTIVOS COMERCIALES DE ESPECIES ACUÍCOLAS EN ESTANQUES DE TIERRA

CONDICIONANTES LEGALES



FUENTES DE INFORMACIÓN

- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Minambiente. (2012). Mapa de sustracciones de reservas forestales nacionales de la Ley 2.ª, escala 1:100.000. Bogotá: Minambiente.
- _. (2018). Mapa de zonas de Reserva Forestal Nacional Ley 2ª, sustracciones, escala 1:100.000. Bogotá: Minambiente.
- _. (2018).Mapa de zonificación de Zonas de Reserva Forestal Nacional de la Ley 2.ª, Tipos B y C, escala 1:100.000. Bogotá: Minambiente.

5.1.6. Variable distinciones internacionales

<table>
<tr><th colspan="3">FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE</th></tr>
<tr><td>TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano</td></tr>
<tr><td colspan="3">CRITERIO ASOCIADO: condicionantes legales</td></tr>
<tr><td colspan="3">VARIABLE: distinciones internacionales</td></tr>
<tr><td rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Análisis jerárquico</td><td></td></tr>
<tr><td>Exclusión técnica</td><td></td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante legal</td><td>✓</td></tr>
<tr><th colspan="3">DEFINICIÓN</th></tr>
<tr><td colspan="3">Agrupan aquellos lugares que por factores de orden ecológico motivan el reconocimiento de su importancia a nivel internacional, y que el país reconoce mediante su adscripción a tratados. El soporte legal de estos implica que se supediten o puedan modificar algunos elementos de la producción comercial, sin que ello represente una restricción misma al uso, o la reducción de la aptitud del territorio para su implementación. Por este motivo requieren detalles adicionales que deben ser estudiados en conjunto con las autoridades ambientales competentes.

Las áreas son definidas por su importancia biológica y de acuerdo con el compromiso internacional adquirido y ratificado por el país para la protección y conservación de la biodiversidad.

En el ejercicio de zonificación de aptitud se consideran las siguientes distinciones internacionales:

Reservas de la biosfera: áreas geográficas representativas de la diversidad de hábitats del planeta. Ya sean ecosistemas terrestres o marítimos, estas áreas se caracterizan por ser sitios que no son exclusivamente protegidos, sino que pueden albergar a comunidades humanas que vivan de actividades económicas sustentables que no pongan en peligro el valor ecológico del sitio. Una vez designado el nombramiento, la reserva queda reconocida internacionalmente, pero bajo soberanía de los respectivos Estados, quienes deben asegurar el cumplimiento y mantenimiento de las características excepcionales que hicieron posible la nominación. De acuerdo con la Convención sobre la protección del patrimonio mundial, cultural y natural (<www.unesco.org>), los Estados participantes se obligan a prestar su concurso para identificar, proteger, conservar y revalorizar el patrimonio cultural y natural (artículo 6), y a no tomar medidas que le puedan causar daño, directa o indirectamente (cinturón andino, El Tuparro, Sierra Nevada de Santa Marta, Ciénaga Grande de Santa Marta, Seaflower).</td></tr>
</table>

Convenio Ramsar: la «*Convención sobre los humedales de importancia internacional*», conocida como Convención Ramsar, es un tratado intergubernamental desarrollado para coordinar las acciones en el ámbito nacional y la cooperación internacional para garantizar la conservación y el uso racional de los humedales de importancia regional (en el trayecto de rutas de aves migratorias) y sus recursos.

Este convenio está referido a la protección de humedales; en él se define una zona húmeda o humedal como *«cualquier extensión de marisma, pantano o turbera, o superficie cubierta de aguas, sean estas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de aguas marinas cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros»* (Unesco, 1994).

Colombia, mediante la Ley 357 de 1997, aprueba la «*Convención relativa a los humedales de importancia internacional, especialmente como hábitat de aves acuáticas*»; se obliga como parte contratante de la convención a elaborar y aplicar su planificación de forma que favorezca la conservación de los humedales incluidos en la lista y, en la medida de lo posible, el uso racional de los humedales de su territorio (artículo 3), así como a fomentar la conservación de los humedales y de las aves acuáticas creando reservas naturales en aquellos (artículo 4).

Es importante resaltar, que la Ley 1450 de 2011 menciona en el parágrafo 1° del artículo 2002, que en los ecosistemas de humedales se podrán restringir parcial o totalmente las actividades agropecuarias, de explotación de alto impacto y explotación de hidrocarburos y minerales, con sustento en estudios técnicos, económicos y sociales y ambientales adoptados por el Minambiente o quien haga sus veces, destacando que en los humedales designados dentro de la lista de importancia internacional de la convención Ramsar no se podrán adelantar dichas actividades, no obstante las limitaciones de estas áreas deben obedecer a su plan de manejo, donde se definen sus respectivas zonas de conservación, preservación y uso.

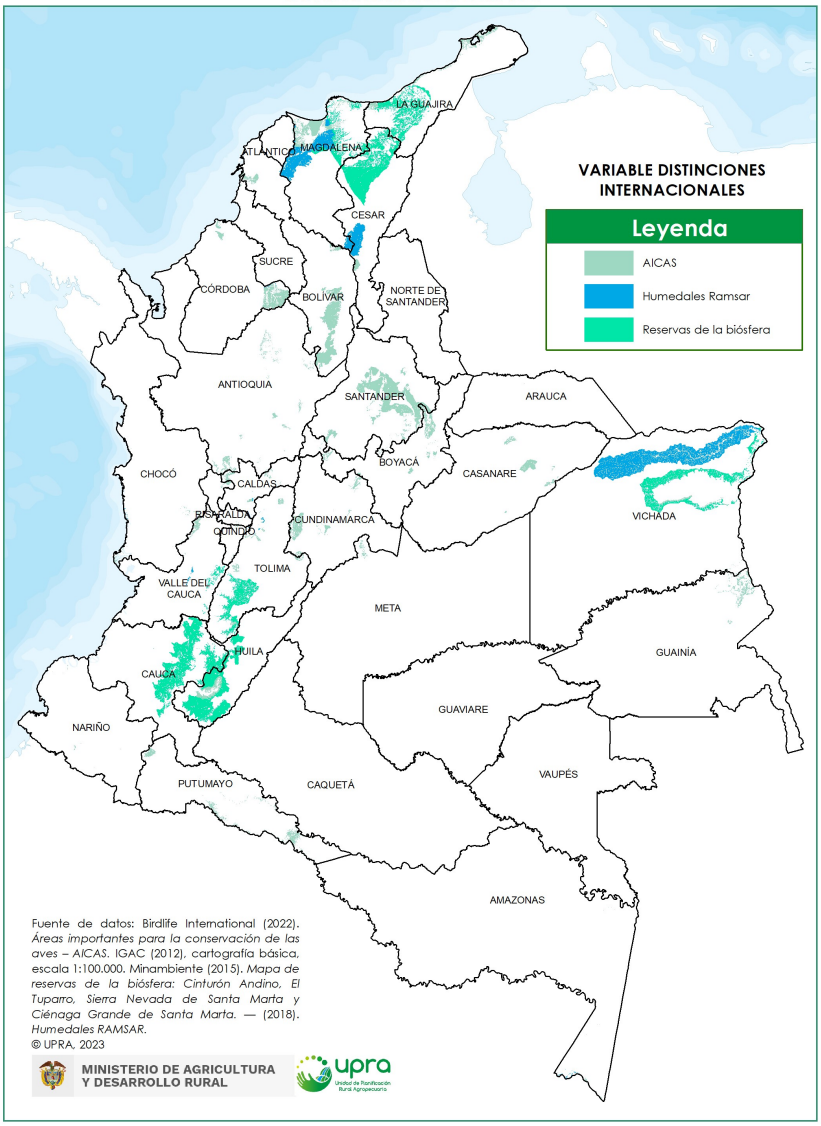
Áreas de importancia para la Conservación de las Aves y la Biodiversidad (AICAS): Son áreas identificadas como sitios críticos para la conservación de aves y biodiversidad potencialmente vulnerable. La identificación de estas áreas es una iniciativa global liderada por BirdLife Internacional que corresponde a una federación que agrupa instituciones ornitológicas del mundo entero. En Colombia este programa comenzó en el 2001 y actualmente es coordinado por la Asociación Calidris con el apoyo del Instituto Alexander von Humboldt. Los criterios técnicos para la identificación de un AICA se basan en la presencia de aves prioritarias para la conservación, por lo que se tienen en cuenta especies globalmente amenazadas (Criterio A1), especies de distribución restringida (Criterio A2), conjunto de especies restringidas a biomas (Criterio A3) y congregaciones de especies (Criterio A4).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE	
Permite identificar áreas donde el establecimiento y el desarrollo del cultivo deben ser analizados en mayor detalle, para identificar la compatibilidad de estos ecosistemas de importancia internacional.	
VALOR DE EXCLUSIÓN DE LA VARIABLE	
No aplica, por tratarse de un condicionante legal (C1).	
LIMITANTES DE EVALUACIÓN DE LA VARIABLE	
La delimitación de las Reservas de la Biosfera no representa una identidad ecosistémica sino los vértices de polígonos, por lo cual se incorporan áreas en diferentes niveles de valores ecosistémicos; teniendo en cuenta lo anterior, no toda el área tiene la misma importancia ecosistémica y la restricción en su interior ha de estudiarse con mayor detalle. Por este motivo requieren estudios adicionales que deben ser analizados en conjunto con las autoridades ambientales competentes. De esta forma, las áreas bajo distinción internacional podrán ser reclasificadas en la zonificación, dependiendo del nivel de conocimiento que se tenga en el futuro o de aclaración de determinantes ambientales que puedan ser incluidos en la evaluación. Las áreas definidas por su importancia biológica, y el compromiso internacional adquirido y ratificado por el país para la protección y conservación de la biodiversidad, así como la preexistencia de comunidades humanas, que representan un patrimonio étnico de interés para el país, cuyos principios de vida, cultura y relacionamiento con el entorno natural, han de respetarse para no ponerse en riesgo. En estos lugares, la producción comercial ha de proceder a través de mecanismos de consulta, precaución u otros que determine la legislación colombiana.	
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	
Para la generación de la representación cartográfica, se parte de las capas que contienen la información espacial de cada una de las figuras consideradas. Por medio de esta información, es posible espacializar e identificar las distinciones internacionales presentes en la zona de estudio.	
Unidad de análisis	Humedales Ramsar, reservas de la biósfera y AICAS de acuerdo con las fuentes de información oficial

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE TRES ESPECIES ICTICAS NATIVAS DE COLOMBIA YAMÚ, BOCACHICO Y BAGRE RAYADO EN ESTANQUES EN TIERRA

CONDICIONANTES LEGALES



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Áreas importantes para la conservación de las aves y la biodiversidad – AICAS. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. http://www.humboldt.org.co/es/i2d/item/525-areas-importantes-para-la-conservacion-de-las-aves-aicas
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Minambiente. (2015). *Mapa de reservas de la biosfera: Ciénaga Grande de Santa Marta, Cinturón Andino, El Tuparro y Sierra Nevada de Santa Marta.*
- _. (2018). *Sitios Ramsar.*
- Organización de la Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco). (1994). Convención relativa a los humedales de importancia internacional especialmente como hábitat de aves acuáticas (Convenio de Ramsar). París: Unesco. Recuperado de: <http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/current_convention_text_s.pdf>

5.1.7. Variable áreas de interés cultural y social

<table>
<tr><th colspan="3">FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE</th></tr>
<tr><td>TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano</td></tr>
<tr><td colspan="3">CRITERIO ASOCIADO: condicionantes legales</td></tr>
<tr><td colspan="3">VARIABLE: áeas de interés cultural y social</td></tr>
<tr><td rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Análisis jerárquico</td><td></td></tr>
<tr><td>Exclusión técnica</td><td></td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante legal</td><td>✓</td></tr>
<tr><th colspan="3">DEFINICIÓN</th></tr>
<tr><td colspan="3">Comprende aquellas zonas delimitadas por el Estado para el reconocimiento, protección y desarrollo de la diversidad étnica y la identidad cultural de las comunidades que las habitan, o por ser un patrimonio arqueológico nacional. Por disposiciones legales, estas áreas cuentan con regímenes especiales para el acceso y aprovechamiento de los recursos disponibles en sus territorios.

Las figuras legales que conforman esta variable son:

Tierras de las comunidades negras: terrenos en los que tiene su asentamiento histórico y ancestral las comunidades negras para uso colectivo, que constituye su hábitat, y sobre los cuales desarrollan sus prácticas tradicionales de producción, en relación a las que se profiere el acto administrativo, que reconoce la propiedad colectiva (ANT, 2017). Para recibir en propiedad colectiva las tierras adjudicables, cada comunidad debe conformar un Consejo Comunitario como forma de administración interna de las tierras de propiedad colectiva (Ley 70 de 1993).

Áreas de reserva Ley 70 de 1993: son las tierras baldías en las zonas rurales ribereñas de los ríos de la cuenca del Pacífico, reconocidas a las comunidades negras, que han venido ocupando de acuerdo con sus prácticas tradicionales de producción, como propiedad colectiva. Esto a fin de proteger la identidad cultural y los derechos de las comunidades negras de Colombia como grupo étnico, y el fomento de su desarrollo económico y social, para garantizar que obtengan condiciones reales de igualdad de oportunidades, frente al resto de la sociedad colombiana.

Resguardos indígenas: son territorios de propiedad colectiva de las comunidades indígenas, que conforme a los artículos 63 y 329 de la Constitución Política, tienen el carácter de inalienables, imprescriptibles e inembargables. Los resguardos indígenas, son una institución legal y sociopolítica de carácter especial conformada por una o más comunidades indígenas, que, con un título de propiedad colectiva, gozan de las garantías de la propiedad privada y poseen su territorio y se rigen para el manejo de éste y su vida interna por una organización autónoma amparada por el fuero indígena y su sistema normativo propio. (Decreto 2164 de</td></tr>
</table>

1995, Ministerio de Agricultura). Conforme a los artículos 63 y 329 de la Constitución Política,), la Ley 21 de 1991 y el Convenio OIT 169 de 1989, tienen el carácter de inalienables, imprescriptibles e inembargables. Estas comunidades tienen una organización autónoma amparada por el fuero indígena y su sistema normativo propio (artículo 21, Decreto Minagricultura 2164 de 1995).

Zonas de reserva campesina: son tierras baldías de la Nación adjudicadas a los campesinos de escasos recursos, con objeto de fomentar de la pequeña propiedad rural, con sujeción a las políticas de conservación del área, medio ambiente y los recursos naturales renovables y a los criterios de ordenamiento territorial y de la propiedad rural que se señalen (Ley 160 de 1994).

En las Zonas de reserva campesina la acción del Estado tendrá en cuenta, además de los anteriores principios orientadores, las reglas y criterios sobre ordenamiento ambiental territorial, la efectividad de los derechos sociales, económicos y culturales de los campesinos, su participación en las instancias de planificación y decisión regionales y las características de las modalidades de producción.

Paisaje Cultural Cafetero: área donde se encuentra el paisaje cultural productivo en el que se combinan elementos naturales, económicos y culturales con un extraordinario grado de homogeneidad en la forma de las plantaciones del café y del paisaje. Este paisaje fue reconocido como Patrimonio Cultural de la Nación y como bien inscrito en la Lista de Patrimonio Mundial de la UNESCO, que consiste en un territorio compuesto por zonas de especial interés arqueológico, histórico y cultural (Resolución 2079 de 2011, Ministerio de Agricultura).

Áreas Arqueológicas Protegidas (APP): es un polígono o zona delimitada en el territorio de Colombia que, por las particularidades y características únicas de sus evidencias arqueológicas, requiere una especial protección y conservación, con miras a abrir las posibilidades para la investigación, divulgación y, en algunos casos, el turismo responsable en ella(http://www.icanh.gov.co/nuestra_entidad/grupos_investigacion/grupo_patrimonio/Areas_arqueologicas_protegidas). Estas áreas contienen un plan de manejo arqueológico definido por el Instituto Colombiano de Antropología e Historia, en donde permite la realización de labores de agricultura tradicional y restringe el desarrollo de agricultura mecanizada en las áreas de potencial muy alto.

Áreas de reserva especial minera (ARE): son áreas declaradas por la Agencia Nacional de Minería (ANM) en favor de una comunidad minera, en donde existan explotaciones tradicionales de minería informal, cuya concesión solamente se otorgará a la misma comunidad que haya ejercido la actividad minera tradicional, sin perjuicio de los títulos mineros vigentes (Ley 685 de 2001, art. 31, modificado por el art. 147 del Decreto 019 de 2012).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE
Alerta a los planificadores y productores, con respecto a las áreas que, aun cuando posean aptitud para el cultivo, cuentan con regímenes especiales –culturales y normativos– que condicionan las actividades económicas y productivas a desarrollar en esas áreas. En las zonas aptas para el cultivo, previo a la formulación de proyectos de inversión, se deberán considerar los siguientes aspectos: ● En áreas donde existan resguardos indígenas y tierras de las comunidades negras, se deberán surtir procesos de consulta previa en orden a lo dispuesto en el Decreto 1320 de 1998 del Ministerio del Interior. ● Para el caso de las Zonas de Reserva Campesina, los proyectos deberán ser agrosostenibles, contribuir al cumplimiento del Plan de Desarrollo Sostenible de la zona, y/o ser socializados con la comunidad y demás entidades territoriales competentes, en el marco de una audiencia pública según lo establece el Acuerdo 021 de 1996 del Incora. ● Respecto al Paisaje Cultural Cafetero, se deberá realizar el estudio de impacto de nuevos proyectos productivos en coordinación con el Mincultura, las Corporaciones Autónomas Regionales, la Federación Nacional de Cafeteros y entidades del orden local. Con esto se determinarán los posibles cambios del Valor Universal Excepcional del Paisaje Cafetero y los manejos específicos que se deben dar para evitar su modificación. Asimismo, se debe considerar lo dispuesto en el Conpes 3803 de 2014, a fin de garantizar la sostenibilidad económica, cultural, social y ambiental de este paisaje cultural. ● Para las áreas arqueológicas protegidas o zonas de influencia de las mismas, los Planes de Manejo Arqueológico determinarán los niveles permitidos de intervención, condiciones de manejo y planes de divulgación para estos bienes. Dichas zonas de influencia arqueológica y Planes de Manejo deberán ser aprobados por el ICANH de conformidad con el artículo 54 del Decreto Nacional 763 de 2009 (compendiado en el Decreto único 1080 de 2015 del sector cultura). ● En lo que respecta a las áreas de influencia arqueológica, de acuerdo con el artículo 4 del Decreto 833 de 2002 se precisa que: «en ningún caso la inexistencia de la declaratoria de una zona de influencia arqueológica, o la inexistencia de un Plan de manejo arqueológico, faculta la realización de alguna clase de exploración o excavación sin la previa autorización del Instituto Colombiano de Antropología e Historia». ● Respecto a las Áreas de reserva especial minera (ARE), de acuerdo con el Articulo 147 del decreto 019 de 2012, en estas áreas no se admitirán nuevas propuestas sobre todos o algunos minerales y solo se otorgarán concesiones a la mismas comunidades que han realizado explotaciones tradicionales en estas áreas. De acuerdo con el artículo 32 de la Ley 685 de 2001, se considerarán «áreas libres» aquellas áreas objeto de reservas especiales que no quedaron vinculadas a proyectos mineros comunitarios, por lo que podrán ser otorgadas a terceros proponentes.

VALOR DE EXCLUSIÓN DE LA VARIABLE
No aplica por tratarse de un criterio condicionante (C1).
LIMITANTES DE EVALUACIÓN DE LA VARIABLE
La información espacializada contempla únicamente las tierras de las comunidades negras, resguardos indígenas y Zonas de Reserva Campesina que están constituidos mediante un acto administrativo de la entidad competente (ANT). Las áreas de régimen especial declaradas no permiten diferenciar el origen del título (colonial o republicano). Para ello se requiere que la entidad competente clarifique la vigencia legal de los títulos coloniales existentes, y los reclasifique en las categorías que se incluyen en esta variable. El prescindir de esta información en la zonificación de aptitud no desconoce la posibilidad de que se requiera adelantar procesos de consultas previas, audiencias públicas, estudios de impacto, o verificaciones *in situ* al momento de implementar desarrollos productivos en áreas donde existan ampliaciones o procesos de saneamiento en resguardos indígenas en curso, áreas con ocupación ancestral por parte de comunidades negras, o zonas de reserva campesina con acto administrativo para dar inicio al proceso de constitución.
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN
1. **Información**. ANT. 2018. Resguardos Indígenas legalmente constituidos. ANT. 2018. Consejos comunitarios legalmente constituidos. ICANH. 2019. Áreas Arqueológicas Protegidas. IGAC. 2012. Cartografía básica, escala 1:100.000. IGAC. 2018. Zonas de reserva campesina legalmente constituidos. Mincultura. 2014. Paisaje Cultural Cafetero. **2. Precisiones de la información.** La información espacializada corresponde a la cartografía expedida por la fuente oficial a la fecha en que esta fue suministrada a la UPRA, por lo cual es posible que existan nuevas áreas que cuenten con acto administrativo vigente, pero que a la fecha no hayan sido incorporadas al sistema de información geográfica de la entidad emisora. A continuación, se precisa información sobre las características de las figuras incorporadas: • **Tierras de las comunidades negras.**

En los departamentos de Chocó, Nariño, Cauca y Valle del Cauca se ubican el 95 % de los territorios de comunidades negras, de los cuales el 54 % se encuentran en el Chocó, cifra que equivale a 3.065.265 ha y que abarca casi la totalidad de las subregiones Pacífico Sur y San Juan. Nariño es el segundo departamento con mayor proporción de territorio bajo esta figura con 1.206.257 ha, seguido del Cauca y Valle del Cauca con 713.445 ha y 447.828 ha, respectivamente. Sin embargo, en departamentos como La Guajira, Magdalena, Antioquia y Bolívar, también se reportan Consejos Comunitarios de extensiones que no superan las 500 ha.

Los Consejos Comunitarios más extensos del país se ubican en los municipios de Riosucio (Chocó) y Buenaventura (Valle del Cauca), los cuales abarcan entre 422.000 y 451.000 ha. A su vez, se destacan los municipios con mayor representatividad de esta comunidad étnica, los cuales son Nóvita, El Cantón del San Pablo y Medio San Juan en el Chocó, donde más del 98 % del municipio, está bajo esta figura de protección sociocultural.

- **Áreas de reserva Ley 70 de 1993.**

De las cerca de 10 millones de ha reservadas para las comunidades negras, el 79 % se encuentran en los departamentos del Chocó, Nariño y Antioquia, y el 21 % restante está en los departamentos del Cauca, Valle del Cauca, Risaralda y Caldas. Los municipios con menor área reservada para la constitución de consejos comunitarios son Guachucal (Nariño), Riosucio (Caldas) y Betania (Antioquia) con 37 ha, 62 ha y 65 ha, respectivamente.

Se destaca aquí que, en las subregiones del Urabá, occidente y suroeste antioqueño existen municipios donde más del 97 % de su área total ha sido reservado para comunidades negras. Este mismo fenómeno ocurre en otros departamentos, donde pese a estar la totalidad del municipio reservado para comunidades negras, a la fecha se reportan consejos comunitarios constituidos en extensiones bastante reducidas. Un ejemplo de ello son los municipios de El Cairo, Dagua, Versalles y El Dovio (Valle del Cauca) donde la extensión de los consejos constituidos equivale a menos del 10 % del total del territorio reservado para este grupo étnico. En los municipios de Pueblo Rico (Risaralda) y Argelia (Cauca) esta cifra es del 18 %.

- **Resguardos indígenas**.

Son territorios de propiedad colectiva de las comunidades indígenas, que conforme a los artículos 63 y 329 de la Constitución Política, tienen el carácter de inalienables, imprescriptibles e inembargables. Los resguardos indígenas, son una institución legal y sociopolítica de carácter especial conformada por una o más comunidades indígenas, que, con un título de propiedad colectiva, gozan de las garantías de la propiedad privada y poseen su territorio. Estas comunidades tienen una organización autónoma amparada por el fuero indígena y su sistema normativo propio (artículo 21, Decreto Minagricultura 2164 de 1995).

- **Zonas de Reserva Campesina.**

Las áreas constituidas como zonas de reserva campesina (ZRC) suman alrededor de 875.592 ha., por lo que representan menos del 1 % de la extensión territorial de Colombia. Entre 1996 y 2018 se han constituido siete ZRC en todo el país, las más antiguas datan de los años 1997-1999 y son las de Pato-Balsillas en el municipio de San Vicente del Caguán (Caquetá), Arenal-Morales en el departamento de Bolívar, y la ZRC Guaviare, que abarca parte de los municipios de Calamar, El Retorno y San José del Guaviare. Esta última es la de mayor extensión (463.600 ha).

En el año 2000 se constituyeron las ZRC de Cabrera (Cundinamarca), Perla Amazónica (Puerto Asís, Putumayo) y la del Valle del río Cimitarra que se ubica en la región del Magdalena medio entre los departamentos de Bolívar y Antioquia. La más reciente constitución de ZRC tuvo lugar el 16 de abril de 2018 en la región de los Montes de María entre las inmediaciones de los departamentos de Sucre y Bolívar, cuyo nombre es Montes de María 2 y cuenta tiene una extensión de 44.481 ha.

- **Paisaje Cultural Cafetero.**

Esta figura tiene una extensión total de 351.291 ha y abarca parte de los departamentos de Caldas, Risaralda, Valle del Cauca, Quindío, Antioquia y Chocó. En 19 de los 27 municipios del departamento de Caldas hay Paisaje cultural cafetero, el cual representa el 35% del total del área la figura, esto equivale a 124.250 ha aproximadamente. Por otra parte, en Risaralda y Quindío hay cerca de 149.000 ha declaradas, mientras que en el Valle del Cauca su extensión es de alrededor de 80.000 ha.

En los departamentos de Antioquia y Chocó se encuentra que el Paisaje cultural cafetero no supera 50 ha. En el primer caso, este se reporta únicamente en el municipio de Caramanta (43 ha), y en el segundo caso, los municipios de San José del Palmar y Litoral del San Juan que suman poco más de 30 ha.

- **Áreas Arqueológicas Protegidas.**

Se identifican 16 áreas arqueológicas protegidas, que incluyen zonas directas e indirectas, así:

Áreas Arqueológicas Protegidas	Zona
Santa María de la Antigua del Darién	Directa
El Salado	Directa
Pueblito	Directa
La Lindosa	Raudal
	Pizarra
	Nuevo Tolima
	Los Túneles
	Los Alpes
	Limoncillo
	Campanilla
	Cerro Azul
Las Salinas	Directa
	Área de influencia
Piedras Blancas	Directa

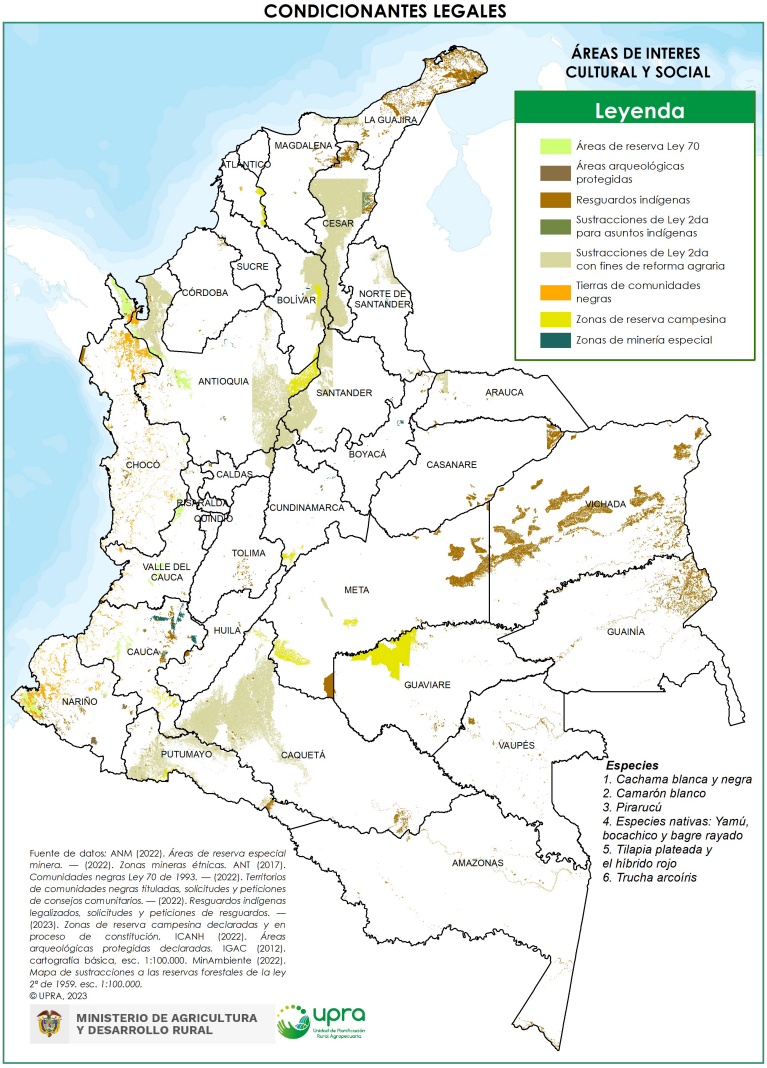
Áreas Arqueológicas Protegidas	Zona
Piedras del Tunjo	Directa
UPTC Tunja	Directa
Pupiales	Directa
	Área de influencia
Tequendama	Directa
La Mojana	Directa
El Abra	Directa
El Infiernito	Directa
Arboleda	Directa
	Área de influencia
Mogua	Directa
	Área de influencia
Valle alto del Rio Checua	Directa
	Área de influencia

Unidad de análisis	Polígonos que comprenden de tierras de las comunidades negras, áreas reserva Ley 70 de 1993, resguardos indígenas, zonas de reserva campesina, paisaje cultural cafetero, áreas arqueológicas protegidas y zonas ARE, de acuerdo con las fuentes de información oficial.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA LOS CULTIVOS COMERCIALES DE ESPECIES ACUÍCOLAS EN ESTANQUES DE TIERRA

CONDICIONANTES LEGALES



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Agencia Nacional de Tierras (ANT). (2016). *Áreas resevadas para comunidades negras, Ley 70 de 1993.*
- _. (2018). *Consejos Comunitarios de comunidades negras legalmente constituidos.*
- _. (2018). *Resguardos Indígenas legalmente constituidos.*
- _. (2018). *Zonas de Reserva Campesina legalmente constituídas.*
- ICANH. (2019).*Áreas Arqueológicas Protegidas.*
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Mincultura. (2014). *Paisaje Cultural Cafetero.*
- Congreso Nacional de Colombia. (2001). Ley 685 de 2001. Por la cual se expide el Código de Minas y se dictan otras disposiciones.
- Presidencia de la República de Colombia. (2012). Decreto 19 de 2012. Por el cual se dictan normas para suprimir o reformar regulaciones, procedimientos y trámites innecesarios existentes en la Administración Pública.

5.1.8. Variable agricultura de bajo impacto

<table>
<tr><th colspan="3">FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE</th></tr>
<tr><td>TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano</td></tr>
<tr><td colspan="3">CRITERIO ASOCIADO: condicionantes legales</td></tr>
<tr><td colspan="3">VARIABLE: agricultura de bajo impacto</td></tr>
<tr><td rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Exclusión técnica</td><td></td></tr>
<tr><td>Análisis jerárquico</td><td></td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante legal</td><td>✓</td></tr>
<tr><td colspan="3">DEFINICIÓN</td></tr>
<tr><td colspan="3">Agrupan áreas en páramos delimitados en donde se desarrollan actividades de bajo impacto y ambientalmente sostenibles, en las cuales de acuerdo con la Ley 1930 de 2018 del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, se podrá permitir la continuación de las actividades agropecuarias de bajo impacto haciendo uso de buenas prácticas que cumplan con estándares ambientales en defensa de los páramos.

De acuerdo con la resolución 1294 de 2021, corresponden a actividades agropecuarias de bajo impacto a “Actividades agrícolas, pecuaria, forestal, acuícola o pesquera, cuyos sistemas de producción, además de satisfacer las necesidades básicas de los habitantes tradicionales del páramo y generar ingresos económicos, no ponen en riesgo la funcionalidad del ecosistema de páramo, ni la prestación de los servicios ecosistémicos donde se desarrollan”.

Estas actividades deben garantizar prácticas que minimicen los impactos en el ecosistema de páramo, por lo tanto, se deben seguir los lineamientos de conservación y prácticas de manejo sostenible. Para la conservación del ecosistema se considera:

1. Conservación de las coberturas naturales y parches de vegetación nativa existente.
2. Conservación y protección de nacimientos y fuentes hídricas superficiales y subterráneas para la gestión sostenible del agua y humedales altoandinos.
3. Implementar herramientas de manejo del paisaje como barreras vivas, cercas vivas multiestrato con especies funcionales propias del ecosistema, sistemas silvo-pastoriles o agrosilvopastoriles, bosque y aislamiento de áreas con fines de protección.
4. Proteger y recuperar poblaciones de especies silvestres consideradas estructurantes de tipos de vegetación característicos de páramo y humedales de páramo como pajonales, frailejonales, chuscales, matorrales o bosques achaparrados y vegetación de turberas.
5. Atender e impletar las medidas expedidas por las autoridades ambientales para el manejo y gestión de eventos de interacción entre fauna silvestre y población humana</td></tr>
</table>

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE	
Permite identificar áreas donde el establecimiento y el desarrollo del cultivo deben ser analizados en mayor detalle, para asegurar la sosteniblidad de los ecosistemas de páramo.	
VALOR DE EXCLUSIÓN DE LA VARIABLE	
No aplica, por tratarse de un condicionante legal (C1).	
LIMITANTES DE EVALUACIÓN DE LA VARIABLE	
Este condicionante depende de la actualización de la información resultante de las zonificaciones de los páramos o ajustes en las mismas, que adelante el Minambiente con el IAVH.	
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	
Para la generación de la representación cartográfica, se identifican las áreas con actividades agropecuarias en páramos a partir de la capa de coberturas Corine Land Cover 2012, siguiendo la metodología de frontera agrícola.	
Unidad de análisis	Áreas con actividades de bajo impacto en páramos

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA LOS CULTIVOS COMERCIALES DE ESPECIES ACUÍCOLAS EN ESTANQUES DE TIERRA

CONDICIONANTES LEGALES



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2018). Ley 1930 de 2018. Se dictan disposiciones para la gestión integral de los páramos en Colombia.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2021). Resolución 1294 de 2021. Por la cual se establecen los lineamientos para el desarrollo de actividades agropecuarias de bajo impacto y ambientalmente sostenibles en páramos y se adoptan otras disposiciones.

5.1.9. Variable gestión de riesgo

<table>
<tr><th colspan="3">FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE</th></tr>
<tr><td>TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Cultivo comercial de tres especies ícticas nativas: yamú (Brycon amazonicus), bocachico (Prochilodus sp.) y bagre rayado (Pseudoplatystoma sp.) en estanques en tierra, con destino al consumo humano</td></tr>
<tr><td colspan="3">CRITERIO ASOCIADO: condicionantes legales</td></tr>
<tr><td colspan="3">VARIABLE: gestión de riesgo</td></tr>
<tr><td rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Exclusión técnica</td><td></td></tr>
<tr><td>Análisis jerárquico</td><td></td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante legal</td><td>✓</td></tr>
<tr><td colspan="3">DEFINICIÓN</td></tr>
<tr><td colspan="3">De acuerdo con la Ley 1523 de 2012 en la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, se define en el artículo 3 que la gestión del riesgo corresponde al “proceso social de planeación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas y acciones permanentes para el conocimiento del riesgo y promoción de una mayor conciencia del mismo, para impedir o evitar que se genere, reducirlo o controlarlo cuando ya existe y para prepararse y manejar las situaciones de desastre, así como para la posterior recuperación, entiéndase: rehabilitación y reconstrucción. Estas acciones tienen el propósito explícito de contribuir a la seguridad, el bienestar y calidad de vida de las personas y al desarrollo sostenible”.

Dentro de las variables de gestión de riesgo se incorporan la amenaza por remoción en masa, amenaza volcánica y áreas inundables.

La amenaza por remoción en masa muy alta: comprende el desplazamiento ladera abajo de material litológico, suelo, roca o cobertura vegetal por acción de la fuerza de gravedad, la influencia de la pendiente del terreno y la cohesión o características del material (UPRA, 2018). Esta amenaza es definida como un peligro latente relacionado con un fenómeno físico de origen natural que puede producir efectos adversos en las personas, los bienes y/o el medio ambiente (Centro de Estudios Estratégicos Latinoamericanos – CEELAT, sf.).

La amenaza volcánica alta: de acuerdo con UPRA (2018) comprende cualquier evento volcánico potencialmente destructivo que puede afectar un área determinada. Esta amenaza no considera la presencia o no de población o bienes alrededor del volcán e incide en el arrasamiento y destrucción de vegetación y cultivos y de las estructuras existentes a lo largo de su trayectoria.</td></tr>
</table>

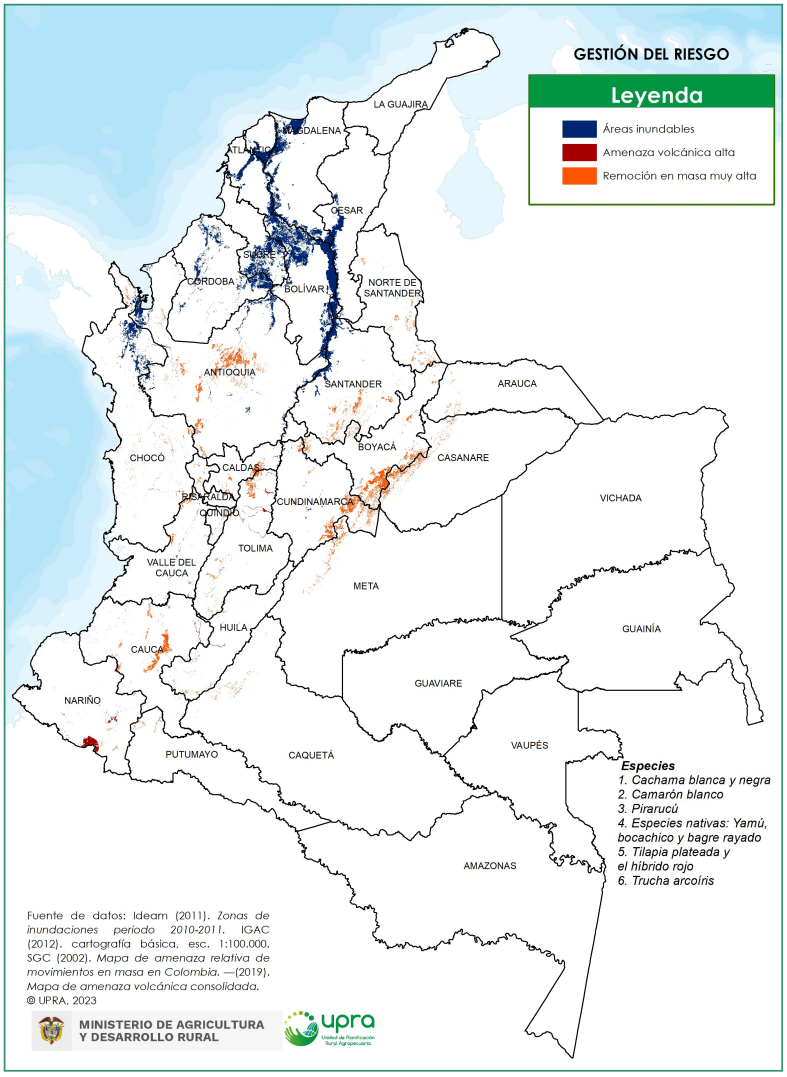
Las **áreas inundables:** se definen como el desbordamiento del agua fuera de los límites normales de un río o cualquier cuerpo de agua y/o acumulación de agua en zonas de drenajes que normalmente no se encuentran anegadas (OMM n° 385, 2012). De acuerdo con el Ideam (2017) la inundación involucra la sumersión temporal de terrenos que normalmente se encuentran secos debido a aportes inusuales y/o repetinos de una cantidad de agua superior a la habitual en la zona determinada.
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE
Permite identificar áreas de gestión del riesgo que potencialmente afectan el sector agropecuario
VALOR DE EXCLUSIÓN DE LA VARIABLE
No aplica, por tratarse de un condicionante legal (C1).
LIMITANTES DE EVALUACIÓN DE LA VARIABLE
La normatividad permite el establecimiento y desarrollo de cultivos comerciales en estas áreas condicionandas, por lo que solo se exige el cumplimiento de las líneas de política determinados en cada caso. Adicionalmente, la actualización de la información cartográfica depende de los ajustes que adelanten el Ideam e IGAC.
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN
De acuerdo con el decreto 1449 de 2015 del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural se debe hacer pública la información de gestión de riesgo en el sector agropecuario, por tanto, para la identificación de amenazas por remoción en masa se considera la información del Mapa nacional integrado de amenaza por movimiento en masa a escala 1:100.000 del IGAC y para la identificación de áreas de amenaza volcánica se tiene como base la información del mapa nacional integrado de amenaza Volcánica, escala 1:100.000 del IGAC. De acuerdo con Ideam (2017) el mapa de inundaciones se construye con información de eventos pasados o la extensión potencial de inundación considerando los posibles impactos. El mapa de inundaciones muestra los eventos observados con su respectiva extensión.

Unidad de análisis	Áreas inundables, áreas de amenaza volcánica, áreas de amenaza por remoción en masa

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA LOS CULTIVOS COMERCIALES DE ESPECIES ACUÍCOLAS EN ESTANQUES DE TIERRA

CONDICIONANTES LEGALES



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Ideam. (2017). Guía metodológica para la elaboración de mapas de inundación. Bogotá, D.C. 110 páginas.
- Ley 1523 de 2012. Se adapta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el sistema nacional de gestión del riesgo de desastres.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2015). Decreto 1449 de 2015. Por el cual se modifica el decreto 1071 de 2015 en lo relacionado con la reglamentación parcial de la Ley 1731 de 2014.
- Organización Meteorológica Mundial (OMN). (2012). Glosario hidrológico internacional No. 385. World Meteorological Organization, 2012 (ISBN 978-92-63-03385-8)
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA). (2018). Identificación general de la frontera agrícola en Colombia escala 1:100.000.