

ZONIFICACIÓN PARA PLANTACIONES FORESTALES CON FINES COMERCIALES

ESCALA 1:100.000

MEMORIA TÉCNICA

upra
Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

MINAMBIENTE

MINAGRICULTURA

DNP Departamento Nacional de Planeación

FINAGRO

TODOS POR UN NUEVO PAÍS
PAZ EQUIDAD EDUCACIÓN

MINAGRICULTURA

upra
Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

TODOS POR UN NUEVO PAÍS
PAZ EQUIDAD EDUCACIÓN

ZONIFICACIÓN PARA PLANTACIONES FORESTALES CON FINES COMERCIALES – COLOMBIA ESCALA 1:100.000

MEMORIA TÉCNICA

Julio de 2015

MINAGRICULTURA

upra
Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

TODOS POR UN NUEVO PAÍS
PAZ EQUIDAD EDUCACIÓN

JUAN MANUEL SANTOS CALDERÓN
Presidente de la República de Colombia

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL, MADR

AURELIO IRAGORRI VALENCIA
Ministro de Agricultura y Desarrollo Rural

JUAN PABLO DIAZ GRANADOS
Viceministro Desarrollo Rural

HERNÁN MIGUEL ROMÁN CALDERON
Viceministro de Asuntos Agropecuarios

UNIDAD DE PLANIFICACIÓN RURAL AGROPECUARIA, UPRA

FELIPE FONSECA FINO
Director General

DORA INÉS REY MARTÍNEZ
Directora Técnica de Ordenamiento de la Propiedad y Mercado de Tierras

DANIEL ALBERTO AGUILAR CORRALES
Director Técnico Uso Eficiente del Suelo Rural y Adecuación de Tierras

DANIEL MAURICIO ROZO GARZÓN
Jefe de la Oficina de Tecnologías de la Información y Comunicaciones

CLEMENCIA GARCÍA DE SEEN
Secretaria General

EMIRO JOSÉ DÍAZ LEAL
Asesor de Planeación

CAMILO ANDRÉS PULIDO LAVERDE
Asesor de Control Interno

JOHANA TRUJILLO MOYA
Asesora de Comunicaciones

DENNIS WILLIAM BERMÚDEZ
Asesor Jurídico

FONDO PARA EL FINANCIAMIENTO DEL SECTOR AGROPECUARIO, FINAGRO

LUIS ENRIQUE DUSSÁN LÓPEZ
Presidente

LUIS CARLOS MORALES ORTIZ
Vicepresidente de Desarrollo Rural

AMPARO MONDRAGÓN BELTRÁN
Director Forestal

Zonificación Para Plantaciones Forestales Con Fines Comerciales

EDITORES
Felipe Fonseca Fino
Daniel Alberto Aguilar Corrales

DIRECTOR TÉCNICO
Daniel Alberto Aguilar Corrales

COMITÉ TÉCNICO DEL PROYECTO

Daniel Alberto Aguilar Corrales
Director Técnico Uso Eficiente del Suelo Rural y Adecuación de Tierras, UPRA

Dora Inés Rey Martínez
Directora Técnica de Ordenamiento Social de la Propiedad y Mercado de Tierras - UPRA

Daniel Mauricio Rozo Garzón
Jefe de la Oficina de Tecnologías de la Información y Comunicaciones, UPRA

Gabriel Beltran - Jorge Andrés Muñoz - Samuel Zambrano
Departamento Nacional de Planeación, DNP

Marlene Velásquez
Delegada Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, MADR

Pablo Manuel Hurtado - Guillermo Murcia
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, MADS

EQUIPO DE TRABAJO

Luz Marina Arévalo Sánchez
Coordinadora del Proyecto

Gonzalo De Las Salas
Asesor Técnico

Componente Físico
Javier Otero - Líder
Sandra Milena Zapata
Luis Eduardo García
Juan Antonio Gómez

Componente Socio-ecosistémico
Gabriel Páramo - Líder
Evelyn Liliana Garcés
Sandra Lucía Ruiz
Eliana Rincón
Héctor Felipe Ríos

Componente Socio-económico
Gerardo Lozano - Líder
Edison Bohórquez
Sandra Mantilla
Henry Gaitán
Nelly Rodríguez

Apoyo Técnico y Administrativo
Yudy Liseth Rodríguez
Gloria Stella Espinoza
Nancy Zúñiga
Sara Zabaleta

SIG y Aplicativo Informático
Andrés Guarín - Líder
Luz Mery Gómez
Andrés Fernando Acuña
Maicol Fernando Camargo
Juan Carlos Castillo
Fernando Castillo
Luz Carolina Galvis
Soraya Carolina Jiménez
Juan Nicolás Uribe
Ángela Nieto

Dirección de Uso Eficiente del Suelo y Adecuación de Tierras, UPRA
Ricardo Fabián Siachoque
Andrés Felipe Rodríguez Vásquez
Alejandro Flórez Vanegas

REVISIÓN DE TEXTO Y ESTILO
Johana Trujillo Moya
Sandra García González
Juber Alexander Uriza Garzón

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN
Constanza Rodríguez Ramírez
Trez Gráfica

FOTOGRAFÍA
Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, AUNAP, Banco Agrario
Banco de Imágenes UPRA, INCODER, CORPOICA

ES PROPIEDAD DEL ESTADO
Derechos reservados. Queda estrictamente prohibida su reproducción total o parcial, por cualquier medio o procedimiento, sin la autorización expresa de la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria, UPRA.

ISBN: 978-958-5552-06-7

PRESENTACIÓN

Los retos que enfrenta el sector agropecuario colombiano en materia de productividad, competitividad y sostenibilidad, han cambiado la dinámica del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Hoy, la política agropecuaria está pensada con un enfoque territorial, donde las necesidades de los habitantes, la aptitud de los suelos, las condiciones ambientales y las características socioeconómicas de los territorios son fundamentales para definir las prioridades de inversión y asegurar su impacto. Hoy vivimos un momento histórico para el campo, donde es protagonista y pieza clave del futuro del país.

Por lo anterior, reconocemos que nuestro país tiene un gran potencial para desarrollar el subsector de plantaciones forestales comerciales. Nos apoyamos en este estudio, realizado por la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), donde se identificó 24 millones de hectáreas aptas para este fin, cuando hoy sólo contamos con 450.000 hectáreas, esto representa sin duda, una ventaja teniendo en cuenta que podemos producir con menores tiempos frente a otros países.

La meta entonces es pasar de 450.000 a 1 millón de hectáreas sembradas en 10 años y aprovechar las tierras privilegiadas que tiene Colombia, para convertirse en ejemplo de reforestación y la despensa que el mundo necesita.

En esta publicación están identificadas y delimitadas las áreas con aptitud para la reforestación comercial, por lo que se convierte en una herramienta y una alternativa productiva para emprendedores del campo, para los entes territoriales y para los inversionistas involucrados con este subsector, o que quieran incursionar en él. Así mismo, le permite al Estado lograr el crecimiento ordenado de la actividad, porque están contenidos los lineamientos y criterios fundamentales para orientar los recursos del Certificado de Incentivo Forestal (CIF), administrado por Finagro, partiendo de que la aptitud del suelo, es uno de los referentes para la distribución del Incentivo.

En consecuencia, este documento es un referente que permitirá articular nuestros esfuerzos para hacer de las plantaciones forestales en Colombia, una oportunidad para el campo.

Aurelio Irragorri Valencia
Ministro de Agricultura y Desarrollo Rural

RESUMEN

Se presenta la memoria técnica de la Zonificación para plantaciones forestales con fines comerciales en Colombia (ZPFC), escala 1:100.000, la cual se orienta a identificar y delimitar las áreas con aptitud para la reforestación comercial, como base para el desarrollo técnico, ambiental y competitivo de esta actividad. La Zonificación, considera acercamientos metodológicos e información proveniente de diferentes entidades, incorporando los componentes físicos, sociecosistémicos y socioeconómicos, así como los lineamientos legales y normativos que inciden en la delimitación de áreas con aptitud para plantaciones forestales con fines comerciales. A partir de la definición y aplicación de 23 criterios, de los cuales 12 fueron físicos, 3 socioecosistémicos y 8 socioeconómicos y mediante análisis multicriterio y modelación espacial, se obtuvo el mapa de Zonificación, el cual identifica una superficie de 24'805.854 ha aptas para dicha actividad, de las cuales 7.258.442 ha tienen una aptitud alta, 6.217.697 ha aptitud media y 11.329.715 ha aptitud baja.

Palabras clave: zonificación forestal, plantación forestal comercial, enfoque sistémico, evaluación de tierras, análisis multicriterio, competitividad.

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 y citando este documento como:

Unidad de Planificación Rural Agropecuaria UPRA. Zonificación para plantaciones forestales con fines comerciales - Colombia, escala 1:100.000. Memoria técnica. Bogotá D.C., 2014

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN 6
GLOSARIO 13
LISTA DE ABREVIATURAS 15
RESUMEN EJECUTIVO 19
INTRODUCCIÓN 21

1. ANTECEDENTES 23
   1.1 Contexto general 25
   1.2 Marco político 28
   1.3 Marco normativo 32
   1.4 Alcances y limitaciones 34

2. MARCO CONCEPTUAL 37
   2.1 Definición del tipo de uso forestal comercial 39
   2.2 Evaluación de tierras 39
   2.3 Enfoque socioecosistémico 38
   2.4 Competitividad 40

3. METODOLOGÍA 45
   3.1 Enfoque de trabajo 47
   3.2 Definición de criterios y requerimientos para evaluar las características del tuf 49
      3.2.1 Componente físico 50
         Temperatura 51
         Precipitación 51
         Índice climático 52

Profundidad efectiva de los suelos 52
Humedad de los suelos 53
Clase textural 54
Disponibilidad de nutrientes 54
Grado de erosión en los suelos 56
Pendiente del terreno 56
Susceptibilidad por deslizamientos 57
Susceptibilidad por inundaciones y/o encharcamientos 58
Amenaza volcánica 58

3.2.2 Componente Socioecosistémico 60

Cobertura de la tierra 60
Integridad Ecológica (IE) 66
Amenaza por incendios de la cobertura vegetal 70
Exclusiones técnicas por ecosistemas estratégicos 72

3.2.3 Componente socioeconómico 75

Indicadores económicos municipales 75
Distribución y tamaño de los predios 75
Costo de tierras rurales 76
Mercado laboral 76
Infraestructura y logística 76
Seguridad ciudadana 77
Institucionalidad 77
Condiciones de vida 77

3.2.4 Identificación de exclusiónes y condicionantes legales 84

3.3 Métodos y técnicas de análisis espacial para la obtención del Mapa de zonificación 91

3.3.1 Técnicas de análisis 91

Evaluación multicritério 91
Proceso Analítico Jerárquico 91

3.3.2 Normalización y estandarización de la información espacial a nivel de criterio 92

3.3.3 Calificación y ponderación de cada uno de los criterios de análisis 93

Matriz de Proceso Analítico Jerárquico 93
Ponderación por cada criterio analizado 94
Combinación de criterios por suma ponderada entre los mapas de aptitud 96

3.4 Incorporación de zonas de exclusión tecnicas y legales y obtención del mapa final de ZPFC 97

3.5 Proceso de validacion del mapa 97

3.5.1 Socialización con diferentes actores del sector 98

3.5.2 Validación en campo 99

4. RESULTADOS 103

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 110

Conclusiones respecto al proceso metodológico 113
Conclusiones respectos a los resultados de la zonificación 118
Recomendaciones 119

BIBLIOGRAFÍA 121

LISTA DE TABLAS

1. Lineamientos relacionados con la zonificación forestal en el marco de Política Forestal en Colombia 32
2. Lineamientos relacionados con la zonificación forestal en el marco de Política Forestal en Colombia 33
3. Categorías de Aptitud del Mapa de Zonificación para plantaciones forestales con fines comerciales en Colombia, escala 1:100.000 48
4. Clases de profundidad efectiva de los suelos 52
5. Clases de suelos por grado de fertilidad 54
6. Clases de saturación de Aluminio en el suelo 55
7. Clases por rango de valores de Ph 55
8. Grado de erosión de los suelos 56
9. Clases de pendiente del terreno 57
10. Criterios, rangos y categorías de aptitud para el componente físico del TUF de plantaciones comerciales 59
11. Grandes biomas y biomas de Colombia 63
12. Zonas no aptas (N1) de unidades de coberturas de la tierra escala 1:100.000 63
13. Análisis de la aptitud para cobertura particulares 66
14. Ponderación de la variable Índice de Naturalidad – INAT de la Integridad Ecológica – IE (Adaptado a partir de Márquez, 2003) 68
15. Ponderación de la variable concentración de especies sensibles o endémicas ACES de la Integridad Ecológica 69
16. Matriz de ponderación para las variables del criterio de Integridad Ecológica 70
17. Variables consideradas en el Mapa total de amenaza por incendios de la cobertura vegetal 71
18. Rangos del criterio Aptitud para la actividad forestal comercial frente a la amenaza de incendios de la cobertura vegetal 72
19. Matriz Multidimensional de Competitividad 79
20. Exclusiones y condicionantes legales de la Zonificación de plantaciones forestales comerciales 85

21. Escala de preferencia o importancia dentro del Proceso Analítico Jerárquico 92
22. Escala de importancia de los criterios mediante análisis multicriterio 94
23. Esquema de la matriz de comparación a nivel de criterio 94
24. Resultados de la matriz de importancia de los criterios usados dentro de la ZPFC 95
25. Valor de la ponderación de los criterios evaluados 96
26. Reclasificación de valores para las categorías de aptitud 97
27. Listado de participantes dentro del proceso de socialización del proyecto 98
28. Listado de zonas piloto para la validación del Mapa de Zonificación para plantaciones forestales con fines comerciales en Colombia, escala 1:100.000 101
29. Resultados del Mapa de Zonificación para plantaciones forestales con fines comerciales en Colombia, escala 1:100.000 106
30. Superficie de condicionantes legales dentro de la zonificación para plantaciones forestales con fines comerciales 106

LISTA DE FIGURAS

1. Esquema de competitividad forestal adoptado en la ZPFC a escala 1:100.000. 44
2. Esquema general del proceso de zonificación forestal con fines comerciales, escala 1:100.000. 49
3. Esquema de los subcomponentes, criterios y variables que conformar el componente físico de la ZPFC a escala 1:100.000. 50
4. Esquema de los criterios y variables que conformar el componente socioecosistémico de la ZPFC a escala 1:100.000. 60
5. Esquema metodológico del criterio de cobertura vegetal 61
6. Exclusiones técnicas por ecosistemas estratégicos. 74
7. Áreas de exclusión legal para la Zonificación de Plantaciones Forestales Comerciales en Colombia a escala 1:100.000. 87
8. Áreas Condicionantes en la Zonificación para Plantaciones Forestales Comerciales en Colombia a escala 1:100.000. 88
9. Áreas de deforestación en Colombia durante el período 2005-2010 89
10. Ejemplo de la normalización de la información espacial. 93

11. Modelo general de la suma ponderada para obtener el Mapa de Zonificación para plantaciones forestales con fines comerciales en Colombia, escala 1:100.000 97

12. Estrategia de socialización de la Zonificación para Plantaciones Forestales Comerciales en Colombia a escala 1:100.000. 98

13. Mapa de Zonificación para plantaciones forestales con fines comerciales en Colombia (ZPFC), escala 1:100.000. 105

14. Distribución de las categorías de aptitud para plantaciones forestales comerciales a nivel departamental. 107

15. Distribución de las zonas con Alta aptitud para plantaciones forestales comerciales a nivel departamental. 108

16. Distribución de las zonas con Media aptitud para plantaciones forestales comerciales a nivel departamental 109

17. Distribución de las zonas con Baja aptitud para plantaciones forestales comerciales a nivel departamental 110

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Marco legal de referencia 131

Anexo B. Árbol de decisión para calificación de la aptitud de disponibilidad de nutrientes en el suelo 133

Anexo C. Categorías de aptitud para el criterio de cobertura vegetal asociado al tipo de bioma 134

Anexo D. Exclusiones y condicionantes legales del componente socioecosistémico 142

Anexo E. Exclusiones y condicionantes legales con énfasis cultural 148

Anexo F. Insumos y tratamiento de información 150

Anexo G. Fichas metodológicas del componente físico 158

Anexo H. Fichas metodológicas del componente socioecosistémico 201

Anexo I. Fichas metodológicas del componente socioeconómico 226

GLOSARIO

Aptitud forestal con fines comerciales	Se considera como la disposición de un área, en términos físicos, ecosistémicos, sociales y económicos, para la utilización adecuada en plantaciones forestales comerciales. Las diferencias en el grado de aptitud se determinan mediante la relación entre las características de la tierra y los requerimientos de este tipo de utilización forestal.
Área Prioritaria de Conservación – APC	Lugar de la geografía nacional en donde coexisten elementos de la biodiversidad en magnitudes superiores al estándar, de tal forma que representa intereses particulares para la generación de propuestas para la planificación de la conservación ecorregional, orientados a prevenir su transformación. Su gestión requiere esfuerzos por parte de las autoridades ambientales para la declaratoria en alguna de las figuras de protección.
Índice de competitividad	Es un indicador que mide la competitividad de los municipios en el contexto del negocio forestal, estableciendo un ranking de los municipios del país frente a criterios económicos, sociales, de infraestructura y logística, institucionales y de costos y distribución de tierras, asignándoles un puesto en la competitividad de todos los municipios del país. El IC se acerca a 0 cuando un municipio tiene menor competitividad de la variable estudiada y se acerca a 1 cuando el municipio es altamente competitivo en la variable estudiada.

Plantaciones forestales comerciales – industriales	Son aquellas plantaciones conformadas generalmente por individuos de la misma especie, con un arreglo espacial definido, cuyo propósito es la obtención de madera, pulpa, y otros productos forestales, caracterizada por su rentabilidad y articulación al mercado.
Producto Interno Bruto - PIB	Representa el resultado final de la actividad productiva de las unidades de producción residentes. Se mide desde el punto de vista del valor agregado, de la demanda final o las utilizaciones finales de los bienes y servicios y de los ingresos primarios distribuidos por las unidades de producción residentes. Por lo tanto es la riqueza generada por un país o una región.
Uso eficiente del suelo rural	Se refiere a la armonización espacial y temporal de los usos del suelo en un área determinada, con el propósito de garantizar el bienestar humano y la sostenibilidad económica, social y ambiental del territorio. En tal sentido, la eficiencia está referida tanto a la sostenibilidad integral como a la competitividad de los sistemas productivos
Zonificación forestal	Es un proceso dinámico, mediante el cual se identifican y delimitan áreas relativamente homogéneas, con potencial para el uso sostenible, manejo y conservación de bosques naturales o plantados, a partir del análisis y síntesis integral de criterios físicos, sociecosistémicos y socioeconómicos.
Zonificación de plantaciones forestales con fines comerciales	Es el proceso que identifica y delimita las áreas con potencial para plantaciones forestales comerciales, bajo un marco legal, normativo y técnico que las define y diferencia de otros usos posibles. Es una herramienta técnica para el desarrollo de iniciativas de inversión forestal que permite orientar la formulación de políticas y la destinación de recursos públicos y privados del sector.

LISTA DE ABREVIATURAS

Abreviatura	
AAVC	Áreas de Alto Valor de Conservación
ACES	Áreas de Concentración de Especies Sensibles o Endémicas.
AHP	Proceso Analítico Jerárquico
AICAS	Áreas de Importancia para la Conservación de Aves
ANH	Agencia Nacional de Hidrocarburos
APCs	Áreas Prioritarias de Conservación
AVCs	Altos Valores de Conservación
CIF	Certificado de incentivo forestal
CECN	Conectividad Estructural de las Coberturas Naturales
CLC	CORINE Land Cover
CONIF	Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal
CONPES	Consejo Nacional de Política Económica y Social
CORPOICA	Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria

Abreviatura	
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
DNP	Departamento Nacional de Planeación
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
ENA	Estudio Nacional del Agua
FINAGRO	Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario
IAvH	Instituto Alexander Von Humboldt
IDEAM	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
IE	Integridad Ecológica
IC	Índice de competitividad
ICA	Instituto Colombiano Agropecuario
ICANH	Instituto Colombiano de Antropología e Historia
IGAC	Instituto Geográfico Agustín Codazzi
INAT	Índice de Naturalidad
INDERENA	Instituto Nacional de los Recursos Renovables y del Medio Ambiente
MADR	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural
MADS	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
MAVDT	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
OMM	Organización Mundial de Meteorología
ONF	Office National des Forêts
OdC	Objetos de Conservación
PAREC	Plan de Acción para la Reforestación Comercial
PEA	Población Económicamente Activa
PEMF	Plan de Establecimiento y Manejo Forestal
PIB	Producto Interno Bruto
PGOF	Planes Generales de Ordenación Forestal

Abreviatura	
PND	Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014
PNDF	Plan Nacional de Desarrollo Forestal
PNUD	Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo
PRIEST	Priority Estimation Tool
RAMSAR	Convención de Humedales de Importancia Internacional
SENA	Servicio Nacional de Aprendizaje
SINAP	Sistema Nacional de Áreas Protegidas
SINCHI	Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas
TUF	Tipo de utilización forestal
UPRA	Unidad de Planificación de Tierras Rurales, Adecuación de Tierras y Usos Agropecuarios
ZPFC	Zonificación para Plantaciones Forestales Comerciales

RESUMEN EJECUTIVO



El gobierno nacional mediante el documento CONPES 3743 del 2013, establece la distribución de recursos para el Certificado de Incentivo Forestal con fines comerciales (CIF de reforestación) y solicita al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) y al Departamento Nacional de Planeación (DNP) gestionar ante la UPRA la "Formulación y ajuste de una metodología general, para la zonificación de plantaciones forestales con fines comerciales en Colombia", cuyo resultado es el Mapa de Zonificación para plantaciones forestales con fines comerciales en Colombia (ZPFC), escala 1:100.000.

Este documento presenta la memoria técnica de la Zonificación, la cual se orienta a identificar y delimitar las áreas con aptitud forestal comercial, como base para el desarrollo técnico, ambiental y competitivo de esta actividad, y contribuir a la formulación de políticas de ordenamiento territorial y de uso eficiente del suelo rural y a la destinación de recursos para el desarrollo de iniciativas de inversión forestal.

La Zonificación para plantaciones forestales con fines comerciales, es el proceso que identifica y delimita las áreas con potencial para plantaciones forestales comerciales, bajo un marco legal, normativo y técnico que las define y diferencia de otros usos posibles. Para ello, la metodología desarrollada por la UPRA, considera acercamientos metodológicos e información proveniente de diferentes entidades, incorporando los componentes físicos, sociecosistémicos y socioeconómicos, así como los lineamientos legales y normativos que inciden en la delimitación de áreas con aptitud para plantaciones forestales con fines comerciales. Conceptualmente la ZPFC se fundamenta en el enfoque ecosistémico, el esquema de evaluación de tierras de la FAO, aplicado bajo algunas adaptaciones, y los conceptos de competitividad económica. Igualmente utiliza herramientas de análisis multicriterio para definir procesos de integración y ponderación de los distintos criterios seleccionados y modelación espacial para la obtención final del mapa.

Para la ZPFC se definieron 23 criterios, de los cuales 12 correspondieron al componente físico, 3 al socioecosistémico y 8 al componente socioeconómico. La profundidad efectiva, la pendiente, la infraestructura y logística y el costo de la tierra fueron los criterios de mayor relevancia dentro del modelo. Los resultados obtenidos al aplicar la metodología, identifican un área de 24’556.854 ha aptas para la actividad de plantaciones forestales con fines comerciales forestal (alta aptitud (A1) 7.258.442 ha, media aptitud (A2) 6.217.697 ha y baja aptitud (A3), 11.329.715 ha. Igualmente se identificaron como exclusiones legales para la actividad 23.894.055 ha que corresponden al 20,9% del territorio continental del país.

INTRODUCCIÓN

La Unidad de Planificación de Tierras Rurales, Adecuación de Tierras y Usos Agropecuarios UPRA, creada en el año 2011 mediante el Decreto 4145, es una unidad administrativa especial de carácter técnico y especializado, adscrita al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, que tiene por objeto orientar la política de gestión del territorio para usos agropecuarios, a través de la planificación y producción de lineamientos, indicadores y criterios técnicos para la toma de decisiones sobre el ordenamiento social de la propiedad de la tierra rural, el uso eficiente del suelo para fines agropecuarios, la adecuación de tierras, el mercado de tierras rurales, y el seguimiento y evaluación de las políticas públicas en estas materias.

De otra parte, el Consejo de Política Económica y Social, en el documento CONPES 3743 del 15 de abril de 2013, establece la distribución de recursos para el Certificado de Incentivo Forestal con fines comerciales (CIF de reforestación) vigencia 2013[1], y solicita al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) y al Departamento Nacional de Planeación (DNP) gestionar ante la UPRA la realización de la zonificación de las áreas con aptitud para el establecimiento de plantaciones forestales comerciales, en coordinación con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS).

En respuesta a esta solicitud, se inscribe en la UPRA, el proyecto denominado "Formulación y ajuste de una metodología general, para la zonificación de plantaciones forestales con fines comerciales en Colombia" y se conforma un comité técnico con la participación del MADR, MADS, el DNP y la UPRA para orientar el desarrollo del proyecto. Este ejercicio se nutre además con los aportes de otras entidades como: FINAGRO, CONIF, CORPOICA, ICA, SINCHI, la experiencia de reforestadores privados y actores académicos, y la colaboración de las entidades regionales visitadas para el proceso de validación en campo.

El proyecto tiene como objetivo desarrollar y aplicar un instrumento metodológico que permita elaborar y actualizar de forma sistemática la Zonificación para plantaciones forestales con

1 En el marco de la Ley 139 de 1994 y el Decreto 1824 de 1994

fines comerciales a escala 1:100.000, identificando las zonas aptas para el desarrollo forestal, bajo criterios y lineamientos ambientalmente sostenibles, económicamente competitivos y socialmente apropiados.

Dentro de los objetivos específicos del proyecto están:

Elaborar los lineamientos técnicos y metodológicos para la zonificación forestal con fines comerciales a escala 1:100.000, mediante la definición de los componentes, criterios, y variables que inciden en la delimitación de áreas con aptitud para plantaciones forestales con fines comerciales.

Definir los procesos de integración de los distintos criterios para la zonificación forestal comercial, así como identificar y estandarizar la información geográfica disponible en bases de datos asociadas a fin de adelantar la zonificación de áreas con aptitud para plantaciones con fines comerciales.

Elaborar con base en la metodología propuesta, el Mapa de zonas aptas para plantaciones forestales comerciales, escala 1:100.000.

En ese sentido, se presenta la memoria técnica del proceso adelantado para obtener la Zonificación para plantaciones forestales con fines comerciales en Colombia, escala 1:100.000, y los resultados de la misma. Esta memoria se encuentra dividida en cinco capítulos. El primer capítulo desarrolla un contexto general del tema, que incluye el marco político y legal relacionado con la zonificación forestal. El segundo capítulo describe los fundamentos conceptuales y metodológicos sobre las cuales se basa la zonificación. El tercer capítulo describe paso a paso la metodología empleada incluyendo los criterios usados dentro de los diferentes componentes, su medición y ponderación para la obtención del Mapa de Zonificación, así como las técnicas de análisis utilizadas. El cuarto capítulo presenta los resultados obtenidos, identificando las áreas aptas para plantaciones forestales con fines comerciales, y por último, el quinto capítulo contiene las principales conclusiones y recomendaciones generales del proceso de Zonificación a escala 1:100.000. También se presentan una serie de anexos que contienen las fichas metodológicas de los criterios usados.

Se espera que este ejercicio de planificación, construido con la participación de múltiples actores del sector, contribuya a orientar el adecuado desarrollo técnico, ambiental y competitivo de esta actividad; a la formulación de políticas de ordenamiento territorial y de uso eficiente del suelo rural y a la destinación de recursos para el desarrollo de iniciativas de inversión forestal, bajo criterios que integren el establecimiento, producción y desarrollo de condiciones favorables para la apertura de mercados a escala nacional e internacional.

ANTECEDENTES



1.1 CONTEXTO GENERAL

El sector forestal representa un componente pequeño de la economía mundial, aportando cerca del 1 % del PIB y empleando aproximadamente el 0,4 % de la mano de obra total (FAO, 2008); sin embargo, está siendo influenciado al igual que otros sectores productivos por mercados internacionales cada vez más integrados y competitivos (globalización), donde el aumento de las inversiones y el desarrollo de paquetes tecnológicos, tecnologías de información y valoración de los bosques dentro de contextos ambientales, sociales y culturales, traen nuevas oportunidades y desafíos acerca del manejo y ordenación forestal y donde la articulación de las políticas y las opciones estratégicas se deben basar en información oportuna y confiable (FAO, 2010a).

A nivel mundial se calcula una superficie de bosques cercana a 4.000 millones de hectáreas (31 % de la superficie del planeta), de las cuales el 95% corresponden a bosques naturales y 5% a plantaciones forestales (FAO 2010b), estimándose que entre 2000 y 2010 desaparecieron en el mundo unos 130 millones de hectáreas de bosque, pero se recuperaron unos 78 millones de hectáreas, principalmente en forma de bosques plantados y de regeneración.

En América Latina y el Caribe las plantaciones forestales suman menos del 2% del área total de bosque y la región representa menos del 6% del área mundial de bosques plantados. Sin embargo, las plantaciones forestales han crecido a un ritmo de aproximadamente un 3,2 por ciento anual durante el último decenio, siendo Brasil, Chile, Argentina, Uruguay y Perú los países que registraron el mayor aumento en área entre 2000 y 2010 reduciéndose en muchos países de la región la competitividad de las maderas de bosques naturales (FAO, 2011). Adicionalmente, según proyecciones de la FAO, se prevé que en el futuro la mayor demanda de madera provendrá de las plantaciones forestales debido a presiones y esfuerzos a nivel mundial encaminados a reducir la extracción de madera en los bosques naturales, mejorar las prácticas de extracción, reducir las actividades forestales ilegales y fortalecer la ordenación forestal.

Colombia es el séptimo país a nivel mundial con mayor cobertura de bosques naturales con cerca del 51% de su área continental (Cabrera et al., 2011) y con un 56,23% de su territorio catalogado con vocación forestal, de los cuales la vocación de uso para la producción ocupa un 6,10% y se localiza principalmente en la Orinoquía (Casanare (251.000 ha y Arauca 151.000 ha) y la región Caribe (Córdoba 215.000 ha y Guajira 81.000 ha) (IGAC et al., 2012). Adicionalmente, según cifras del MADR (Restrepo, 2011), el país tenía en el año 2011 301.368

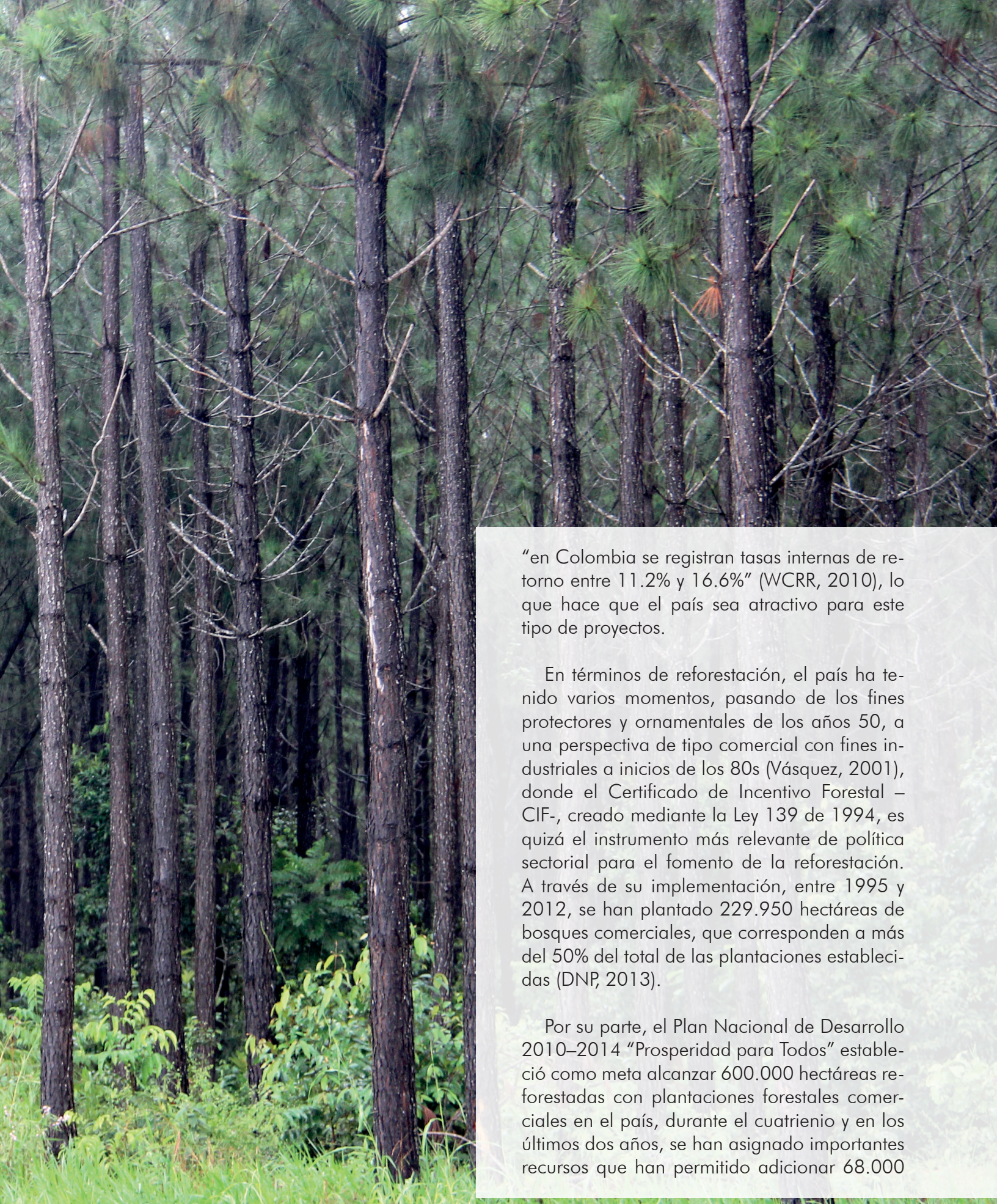




ha de plantaciones forestales productoras, mientras que para el 2012 la superficie llego a 375.020 ha, siendo Antioquia y Córdoba los departamentos que concentran la mayor actividad de reforestación con un 23,9% y 8,9% respectivamente. MADR, IICA (2005), resalta la aparición de importantes extensiones para el futuro desarrollo forestal e industrial localizadas en el Piedemonte de los Llanos Orientales, en Vichada y en la Costa Atlántica, donde se han realizado significativas inversiones en los últimos años.

Si bien el sector de productos de silvicultura y extracción de madera representaron en el año 2009 el 0,2% del PIB nacional y el 1,2 % del PIB agropecuario, caza y pesca (MADS, 2012), su cadena productiva genera cerca de 90.000 empleos directos incluyendo entre éstos a los no formales de las microempresas de muebles, comercialización y productos, así como 280.000 empleos indirectos (Restrepo, 2011). El 80% de los productos del sector corresponden al valor agregado generado de actividades industriales, como son la transformación de madera, la industria de muebles, pulpa, papel y cartón (MADR-IICA, 2005) y la mayor parte de la producción se destina a la industria de la madera aserrada (71%), seguida por la pulpa (16%), tableros y aglomerados (10%) y chapas y contrachapados. La madera aserrada a su vez, se distribuye en los usos de construcción (56%); muebles (18%), embalajes (7%); guacales (4%), y 9% en otros usos (Espinal et al. 2005).

En Colombia parte del consumo de madera se satisface con importaciones, siendo la balanza comercial de la cadena forestal de madera, deficitaria. Durante la serie cronológica 2008 a 2013, se registra una dinámica de aumento del déficit en la balanza: pasando de 98.350 toneladas a una diferencia negativa de 220.683 toneladas en el 2012, lo cual representa un incremento en el déficit de 124 %. Ello se debe a un aumento de las importaciones que en el 2008 llegaron a 187.857.61 toneladas y para 2012 ya registraban 307.095.25 toneladas. En términos de miles de dólares, se registra en el 2009 un déficit de USD$ 25.342.27 y para 2012 este ascendió a USD $167.574.82 lo cual significa un incremento en este déficit de 561% muy superior al registrado en toneladas (MADR, 2013). El anterior análisis pone de manifiesto oportunidades para incentivar la realización de proyectos forestales en el país y en términos de Análisis Costo Beneficios de las plantaciones forestales con fines comerciales,



"en Colombia se registran tasas internas de retorno entre 11.2% y 16.6%" (WCRR, 2010), lo que hace que el país sea atractivo para este tipo de proyectos.

En términos de reforestación, el país ha tenido varios momentos, pasando de los fines protectores y ornamentales de los años 50, a una perspectiva de tipo comercial con fines industriales a inicios de los 80s (Vásquez, 2001), donde el Certificado de Incentivo Forestal –CIF-, creado mediante la Ley 139 de 1994, es quizá el instrumento más relevante de política sectorial para el fomento de la reforestación. A través de su implementación, entre 1995 y 2012, se han plantado 229.950 hectáreas de bosques comerciales, que corresponden a más del 50% del total de las plantaciones establecidas (DNP, 2013).

Por su parte, el Plan Nacional de Desarrollo 2010–2014 "Prosperidad para Todos" estableció como meta alcanzar 600.000 hectáreas reforestadas con plantaciones forestales comerciales en el país, durante el cuatrienio y en los últimos dos años, se han asignado importantes recursos que han permitido adicionar 68.000

nuevas hectáreas, las cuales han contribuido a ampliar el área sembrada a 422.000 ha y la Ley 1450 de 2011, en su artículo 66, establece la creación del Programa Nacional de Reforestación Comercial con el fin de aprovechar el potencial forestal nacional y ampliar la oferta productiva del país.

Finalmente, en relación con los procesos de ordenación y zonificación forestal, el Decreto 1824 de 1994, estableció que las entidades encargadas del manejo y administración de los recursos naturales renovables y del medio ambiente, realizaran en sus jurisdicciones, procesos de zonificación de suelos con aptitud forestal. En tal sentido, el país ha avanzado en procesos y metodologías de zonificación de escala local, departamental y regional, en donde se han delimitado zonas aptas para el desarrollo de plantaciones forestales, zonas aptas para la conservación, zonas de restauración de ecosistemas, zonas de exclusión de plantaciones forestales.

Entre los procesos de zonificación forestal sobresalen los liderados por CONIF, quienes han apoyado la zonificación forestal en jurisdicciones de CORMAGDALENA, los departamentos de Antioquia, Caldas, Córdoba, Cauca, Valle del Cauca, Cundinamarca, Magdalena, Nariño, Santander, Tolima, Quindío, Risaralda, Santander, Norte de Santander y en la región de la Orinoquia (CONIF, 1998a,b,c). Las metodologías desarrolladas por esta entidad, se basan en la selección de áreas o núcleos con potencial forestal, en donde priman las cualidades biofísicas del territorio y algunas socioeconómicas. Dentro de los aspectos biofísicos se consideran la pendiente, la disponibilidad de agua, contenidos de nutrientes de los suelos, entre otras. En cuanto a aspectos socioeconómicos, la buena accesibilidad, es un factor relevante (CRC – CONIF, 2004).

De otra parte, se cuenta con herramientas técnicas denominadas Planes Generales de Ordenación Forestal - PGOF[2], los cuales pueden considerarse como instrumentos de planificación a través de los cuales se definen usos, actividades y lineamientos de manejo para la preservación, restauración y uso sostenible de los recursos forestales, incluyendo áreas forestales protectoras y productoras, áreas de aptitud forestal con cobertura boscosa o sin ella, y áreas de manejo especial. Gran parte de los departamentos cuentan con sus respectivos PGOF, no obstante actualmente la metodología empleada está en revisión y una vez sean ajustados, los PGOF deberán acogerse a los cambios metodológicos propuestos por el MADS.

1.2 MARCO POLÍTICO

El marco de Política Forestal vigente a nivel nacional se constituye en un referente esencial para la zonificación de plantaciones forestales con fines comerciales y está conformado por varios lineamientos y directrices establecidos mediante documentos de política sectorial aprobados. Se destacan la Política Nacional de Bosques (1996), el Plan Nacional de Desarrollo Forestal – PNDF (2000), el actual Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014, del cual se deriva el Plan de Acción para la Reforestación Comercial – PAREC (2011), y el Acuerdo de Competitividad de la Cadena Productiva Forestal, Madera, Tableros, Muebles y Productos de Madera (2011). Igualmente, el Certificado de Incentivo Forestal – CIF –, instrumento económico regulado por Ley 139 de 1994.

---

2 En el año 2000, el Consejo Nacional Ambiental aprobó el Plan Nacional de Desarrollo Forestal - PNDF, con un horizonte de planificación de 25 años, el cual propone una serie de programas estratégicos para el desarrollo sostenible del sector forestal. Se menciona como primer programa el de la "Ordenación, Conservación y Restauración de Ecosistemas", dentro del cual, se menciona el Subprograma de Ordenación y Zonificación Forestal, el cual prevé acciones tales como la definición de pautas para la planificación de los ecosistemas, definición de categorías de uso para la conservación y la producción, ordenamiento territorial municipal armónico en lo forestal con el orden regional y nacional, redelimitación de las reservas forestales, a partir de la zonificación y ordenación de las áreas forestales del país, definición del régimen de propiedad de los bosques (públicos y de propiedad colectiva), titulación de tierras colectivas y resguardos para comunidades negras e indígenas, e inventario forestal nacional y regional.

Este conjunto de instrumentos considera las plantaciones forestales estratégicas para incrementar la producción y el empleo en zonas rurales marginales, para contribuir al ordenamiento ambiental del territorio y el mantenimiento de servicios ambientales, partiendo del criterio que una buena zonificación conduce en gran medida al éxito en el desarrollo de la actividad de reforestación comercial, sin que ello implique desconocer la pertinencia de la implementación de las acciones que en los demás aspectos y fases deben adelantarse en el marco del proceso productivo de la cadena forestal.

La consideración anterior está claramente expresada en los lineamientos que establecen el apoyo que debe brindar la zonificación en la planificación de núcleos forestales, lo cual a su vez se interrelaciona con objetivos y acciones ulteriores en otros campos, entre los cuales se mencionan los temas de costos de transporte, generación de valor agregado, asistencia técnica, gestión de recursos, control a la movilización de productos forestales, infraestructura, servicios de apoyo, seguridad, entorno socioeconómico, etc.

La Tabla 1, sintetiza el marco de política y los lineamientos relacionados con el tema de zonificación forestal con fines comerciales.

Marco de Política Forestal	Lineamientos relacionados con la zonificación forestal con fines comerciales
Política Forestal Nacional (1974)	Establece una serie de directrices relacionadas con la zonificación forestal, la cual debe ser simultánea con la de los suelos de vocación agrícola y ganadera, donde se deben incorporar factores determinantes, como criterios ecológicos y socio-económicos. En el tema de reforestación, se adoptaron lineamientos de políticas relativos al suministro de asistencia técnica, suministro de semillas certificadas, conformación de viveros, capacitación de personal, control de plagas y enfermedades forestales, prevención y control de incendios forestales e incentivos a la actividad reforestadora.
Política Nacional de Bosques (1996)	Considera las plantaciones forestales, estratégicas para incrementar la producción y el empleo en zonas rurales marginales y para contribuir al ordenamiento ambiental del territorio y rehabilitar suelos y cuencas.
Plan Nacional de Desarrollo Forestal – PNDF (2000)	Da amplio reconocimiento a la reforestación comercial y señala los lineamientos mediante los cuales se orienta la implementación de acciones de corto, mediano y largo plazo para el desarrollo de esta actividad. El potencial nacional de tierras susceptible de ser aprovechado con cultivos forestales bajo esquemas de producción sostenible y de manera competitiva se estima en 25 millones de hectáreas y factible de incorporar, en el corto plazo, a la base forestal productiva cerca de 3 millones de hectáreas, de las cuales una gran parte se encuentran bajo usos agropecuarios poco sostenibles. Reconoce las grandes potencialidades en materia de disponibilidad de suelos, y destaca la necesidad de adelantar un proceso de planificación integral por parte de las entidades responsables del tema, en el que se determinen claramente las zonas donde se puedan desarrollar nuevas plantaciones competitivas, tanto a nivel

Marco de Política Forestal	Lineamientos relacionados con la zonificación forestal con fines comerciales
Plan Nacional de Desarrollo Forestal – PNDF (2000)	nacional como internacional, en ese sentido, promueve el aumento del área forestal productiva sobre la base de la zonificación y planificación de núcleos de desarrollo forestal. La zonificación debe apoyar la planificación de núcleos forestales; a este fin, se articulan otros ulteriores dentro de los cuales se incluyen: disminuir la incidencia de costos de transporte; generar mayor valor agregado en las regiones; brindar asistencia técnica más eficiente por parte de las instituciones; orientar los recursos de las entidades; realizar el control al transporte y movilización de los productos forestales; complementar la infraestructura y los servicios de apoyo para el establecimiento de los núcleos forestales. Llevar a cabo la coordinación entre el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, otras entidades públicas y el sector privado, para caracterizar las áreas forestales y definir criterios para la zonificación de áreas para plantaciones, los cuales deben estar relacionados con los Planes de Ordenamiento Territorial Municipales. Identificar diferentes mecanismos, incluidos los de tipo legal, que permitan asegurar a los inversionistas que las áreas destinadas a plantaciones forestales comerciales mantengan este uso en el mediano y largo plazo. Evaluar las áreas con base en las perspectivas de aprovechamiento y comercialización, la infraestructura existente tanto vial como industrial y los rendimientos que se logren obtener de nivel de plantaciones industriales.
Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014	Impulsar la reforestación comercial como motor estratégico del sector agropecuario, promoviendo la competitividad de los productos forestales y contribuyendo con la prevención de los efectos adversos ocasionados por los fenómenos climáticos. En el marco del Plan Nacional de Desarrollo Forestal, crea “el Programa Nacional de Reforestación Comercial con el fin de aprovechar el potencial forestal nacional y ampliar la oferta productiva, contribuyendo a rehabilitar el uso de los suelos con potencial para la reforestación, incluyendo las cuencas de los ríos y las áreas conectadas con ellas” art. 6 Ley 1450/2011. El Plan establece como meta a 2014 contar una base forestal de un millón de hectáreas reforestadas, de las cuales 600.000 corresponderán a plantaciones forestales comerciales y las 400.000 hectáreas restantes serán de carácter protector. Para este fin, se incrementaron, en la vigencia de 2012, los recursos asignados al CIF en cerca de 7 veces en relación con el promedio de los últimos tres años.
Plan De Acción Para La Reforestación Comercial – PAREC- 2011	El objetivo general del PAREC es impulsar la reforestación comercial como motor estratégico del sector agropecuario, promoviendo la competitividad de los productos forestales y contribuyendo con la prevención de los efectos adversos ocasionados por los fenómenos climáticos. Define para el país máximo tres macro zonas con seis núcleos de desarrollo forestal, de acuerdo con los siguientes criterios:

Marco de Política Forestal	Lineamientos relacionados con la zonificación forestal con fines comerciales
Plan De Acción Para La Reforestación Comercial – PAREC- 2011	• Que sean áreas que cuenten con plantaciones forestales industriales, o plantaciones forestales de carácter industrial o comercial, o sistemas agroforestales de carácter comercial industrial. • Tierras que actualmente estén en otras actividades agrícolas o pecuarias que puedan destinarse a la actividad forestal comercial. • Áreas forestales, Distritos de Manejo Integrado-DMI o cualquier otra categoría de manejo ambiental que permita la actividad forestal comercial o superficies que no se encuentren en bosques naturales, o que no constituyan ecosistemas estratégicos de páramos, manglares y humedales. • Áreas que se destinen a planes, programas y proyectos nacionales, regionales y locales que contemplen el desarrollo y fomento de cultivos forestales y/o sistemas agroforestales con fines comerciales y núcleos forestales. • Áreas de Reserva Forestal que actualmente cuenten con plantaciones forestales y/o cuyos Planes de Ordenación determinen su uso para actividades forestales con fines comerciales y de los sistemas agroforestales. Las macro zonas en las cuales se concentrarán los polos de desarrollo de la reforestación comercial, son: • Región Orinoquia: seleccionada por su gran viabilidad, por el costo y extensión de sus tierras. • Región Caribe y Bajo Magdalena: por su topografía, experiencia forestal, disponibilidad de tierras y acceso a puertos. Cuenta con un potencial cercano a un millón de hectáreas ya zonificadas. • Región Caldas – Antioquia – Tolima Grande: por su desarrollo técnico, logístico e industrial y gran potencial de mercado interno, así como por la urgencia de proteger las partes altas de las cuencas hidrográficas. Dentro de las acciones a desarrollar prevé: a. Zonificación de las áreas potenciales para la reforestación forestal comercial. Con el fin de desarrollar proyectos altamente productivos, el país debe tener identificadas las zonas de mayor potencial a una escala muy detallada que permita conocer de antemano las condiciones edafoclimáticas del sitio de tal manera que el reforestador planifique cada una de las actividades.
	b. Concentración de núcleos/clústeres en las zonas definidas Sobre este tópico, el PAREC señala que la política de Cadenas Productivas promovida por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural desde el año 2000, permitió focalizar las inversiones hacia aquellas regiones del territorio nacional con mejores posibilidades para desarrollar proyectos productivos en el marco de los acuerdos nacionales y regionales de competitividad, planteados en el Plan Nacional de Desarrollo Forestal – PNDF. El direccionamiento dado a la aplicación de los recursos del Certificado de Incentivo Forestal dirigió los esfuerzos técnicos y financieros hacia aquellas regiones o zonas que favorecen una mayor competitividad de la producción, estimulando la ubicación de plantaciones forestales en suelos de aptitud forestal y con infraestructura vial que facilita el proceso de aprovechamiento y transporte a menores costos.

Marco de Política Forestal	Lineamientos relacionados con la zonificación forestal con fines comerciales
Acuerdo de Competitividad de la Cadena Productiva Forestal, Madera, Tableros, Muebles y Productos de Madera - 2011	En 1998 se suscribió el Acuerdo Sectorial de Competitividad para esta Cadena, con el objetivo de establecer un marco estratégico que incorpore activamente el sector forestal a la economía nacional, optimizando las ventajas comparativas y promoviendo la competitividad de productos forestales de alto valor agregado, en el mercado nacional e internacional, a partir del manejo sostenible de los bosques naturales y plantados. En 2011 se llevó a cabo la actualización del Acuerdo firmado en 1998 el cual consigna aspectos relevantes y de interés a los fines del Proyecto de Zonificación para Plantaciones Forestales con Fines Comerciales en Colombia, especialmente los referidos a la mejora de la productividad y la competitividad a través de la zonificación y ordenación forestal. En cuanto a la productividad en las plantaciones forestales, se señala que en su incremento influyen, entre otros factores, la selección del sitio (Zonificación a través de herramientas técnicas de última tecnología que incorporan criterios de productividad).
Documento CONPES 3743 de 2013	Pone a consideración del CONPES la distribución de recursos para el Certificado de Incentivo Forestal con fines comerciales (CIF de reforestación), para la vigencia 2013, en cumplimiento de la competencia otorgada por la Ley 139 de 1994 y el Decreto 1824 de 1994. En cuanto a la revisión y ajuste de la zonificación existente, durante 2012 esta tarea estuvo a cargo de UPRA, donde se avanzó en la construcción de la línea base. Para 2013, está previsto que la UPRA ejecute esta actividad, lo que permitirá contar con el mapa Zonificación para Plantaciones Forestales con Fines Comerciales en Colombia (ZPFC), escala 1:100.000, que contribuirá a la toma de decisiones de política en materia de reforestación comercial con fines industriales. Como mecanismo de coordinación se conformará un Comité Interinstitucional con la participación de DNP, MADR, MADS y UPRA, que se reunirá trimestralmente a evaluar el avance en las actividades.

Tabla 1: Lineamientos relacionados con la zonificación forestal en el marco de Política Forestal en Colombia

1.3 MARCO NORMATIVO

La zonificación forestal ha sido uno de los temas definidos en los instrumentos legales, vinculados con elementos normativos del uso del territorio, conservación del recurso bosque, titulación de tierras en zonas forestales, fomento a la reforestación, así como los mandatos para la ejecución de acciones para la clasificación y el inventario de los bosques del país. El marco de regulación incluye un sinnúmero de normas, muchas sin la contundencia y claridad necesaria para su efectiva aplicación, generando inconsistencias y mandatos institucionales contradictorios y en la mayoría de los casos sin las apropiaciones de recursos correspondientes para su realización (CORMAGDALENA, 2001).

La legislación del sector se remonta desde el siglo pasado, desde la ley 119 de 1.919 que se constituye en el primer instrumento legal que desarrolla el concepto de reserva y ordena la

clasificación de los bosques nacionales, hasta el CONPES 3743 de abril 15 de 2013, sobre la distribución de recursos para el Certificado de Incentivo Forestal con fines comerciales (CIF de reforestación) en cumplimiento de la competencia otorgada por la Ley 139 de 1994 y el Decreto 1498 de 2008.

El Anexo 1, resumen las principales normas asociadas al tema y la Tabla 2 presenta algunas normas relacionadas con el áreas forestal productora y las áreas de reserva forestal.

Tabla 2: Lineamientos relacionados con la zonificación forestal en el marco de Política Forestal en Colombia

Marco normativo Forestal	Lineamientos relacionados con la zonificación forestal con fines comerciales
Ley 2º de 1959	Denominada "Sobre Economía Forestal de la Nación y Conservación de los Recursos Naturales Renovables" establece siete zonas con carácter de "Zonas Forestales Protectoras" y "Bosques de Interés General"
Decreto Ley 2811 de 1974	El Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente, denomina Área de Reserva Forestal, a la zona de propiedad pública o privada reservada para destinarla exclusivamente al establecimiento o al mantenimiento y utilización racional de Áreas Forestales Protectoras, Áreas Forestales Productoras y Áreas Forestales Protectoras-Productoras cuyas definiciones se encuentran en los artículos 204, 205 y 206 del Código.
Decreto 877 de 1976	Considera áreas forestales productoras, aquellas cubiertas de bosques naturales, que por su contenido maderable sean susceptibles de aprovechamiento racional y económico siempre que no estén comprendidas dentro de las áreas protectoras o protectoras – productoras, las áreas cubiertas de bosques artificiales establecidas con fines comerciales; y las áreas que estando o no cubiertas de bosques, se consideren aptas para el cultivo forestal por sus condiciones naturales.
Ley 37 de 1989	Por la cual se dan las bases para estructurar el Plan Nacional de Desarrollo Forestal, creándose el Servicio Forestal Nacional como el "...sistema de coordinación de las entidades públicas de los niveles territoriales encargadas de desarrollar las actividades establecidas por el Plan Nacional de Desarrollo Forestal...".
Ley 99 de 1993	Crea una nueva estructura institucional para el manejo y administración de los recursos naturales renovables y del medio ambiente, asignándoles al Ministerio del Medio Ambiente la coordinación para la elaboración del proyecto del PNDF.
Ley 101 de 1993	Establece en los artículos 64, 65 y 66 de la Constitución Nacional, que "La explotación forestal y la reforestación comercial se consideran actividades esencialmente agrícolas", así el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural ha venido liderando la política relacionada con la reforestación comercial.
Ley 139 de 1994	Crea el Certificado de Incentivo Forestal CIF, como "un reconocimiento del Estado a las externalidades positivas de la reforestación en tanto los beneficios ambientales y sociales generados son apropiables por el conjunto de la población. directas en nuevas plantaciones

Marco normativo Forestal	Lineamientos relacionados con la zonificación forestal con fines comerciales
Ley 139 de 1994	forestales de carácter protector-productor en terrenos de aptitud forestal. Podrán acceder a éste las personas naturales o jurídicas de carácter privado, entidades descentralizadas municipales o distritales cuyo objeto sea la prestación de servicios públicos de acueducto y alcantarillado y entidades territoriales, que mediante contrato celebrado para el efecto con las entidades competentes para la administración y manejo de los recursos naturales renovables y del ambiente, se comprometan a cumplir un Plan de Establecimiento y Manejo Forestal, en los términos y condiciones señalados en la Ley". Es un aporte directo en dinero que efectúa el gobierno para cubrir parte de los gastos de establecimiento y mantenimiento en que incurran quienes ejecuten nuevas plantaciones forestales con fines protectores-productores en suelos de aptitud forestal. Puede acceder al incentivo toda Persona Natural o Jurídica que quiera adelantar un proyecto de reforestación de carácter comercial a partir de una hectárea y que cumpla con los requisitos de Ley. El incentivo puede aplicarse para especies forestales nativas o introducidas, definidas en resolución expedida por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.
Decreto 1498 de 2008	Reglamenta el parágrafo 3° del artículo 5° de la Ley 99 de 1993 y el Artículo 2° de la Ley 139 de 1994. Señala que cuando una plantación forestal protectora- productora se establezca en el marco del Certificado de Incentivo forestal creado por la Ley 139 de 1994, se registrará ante el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural o la entidad que este delegue.
Ley 811 de 2003	Por la cual se crean las organizaciones de cadenas en el sector agropecuario, pesquero, forestal, acuícola y las Sociedades Agrarias de Transformación, SAT.
Ley 1450 de 2011	Plan Nacional de Desarrollo "Prosperidad para Todos". Artículo 60°. Proyectos especiales agropecuarios o forestales. Artículo 66°. Programa Especial para la Reforestación. En el marco del Plan Nacional de Desarrollo Forestal, créase el Programa Nacional de Reforestación Comercial con el fin de aprovechar el potencial forestal nacional y ampliar la oferta productiva, contribuyendo a rehabilitar el uso de los suelos con potencial para la reforestación, incluyendo las cuencas de los ríos y las áreas conectadas con estas.
Decreto 2448 de 2012	Modifica parcialmente el Decreto número 1824 de 1994, definiendo especie forestal, especie forestal autóctona, especie forestal introducida, plantación forestal protectora-productora, plan de establecimiento y manejo forestal -PEMF-, otorgamiento, pago, nueva plantación y proyecto forestal.

1.4 ALCANCES Y LIMITACIONES

El Mapa de Zonificación para plantaciones forestales con fines comerciales en Colombia, escala 1:100.000, contribuye a atender los objetivos y funciones de la UPRA y las recomendaciones del CONPES 3743, en el tema de zonificación forestal, fortaleciendo el desarrollo de políticas del sector,

priorizando la consolidación de posibles núcleos de desarrollo forestal y orientando inversiones a escala nacional o regional. Así mismo, contribuye a consolidar las propuestas metodológicas de zonificación forestal en desarrollo y 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 y el abanico amplio del potencial de especies comerciales que se definen dentro del Certificado de Incentivo Forestal. Por tal razón, no es un instrumento de regulación o reglamentación de uso del suelo, cuya competencia corresponde a los entes territoriales en su área de jurisdicción y no reemplaza la elaboración de proyectos de inversión puntuales, los cuales requieren de análisis e información más detallada, en donde se evalúe a nivel local los requerimientos específicos de acuerdo al tipo de especies, y las condiciones de competitividad relacionadas con la ubicación del proyecto, los objetivos específicos de la producción, los productos a obtener, el mercado y el flujo de caja del proyecto.

La metodología desarrollada para la zonificación forestal con fines comerciales a escala 1:100.000 considera criterios, enfoques y resultados de estudios similares, como las zonificaciones forestales de entidades como CONIF, ONF, IGAC, INDERENA y otras, que se constituye en un referente importante, al igual que las propuestas técnicas elaboradas en los últimos años, por entidades como la FAO, MADS, IDEAM, DNP, IGAC, aplicables a otros procesos de zonificación. 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.

La zonificación de plantaciones forestales con fines comerciales, se desarrolla considerando las siguientes premisas:



- Las plantaciones forestales comerciales cumplen una función fundamental en el abastecimiento de materia prima para la industria forestal, la producción de energía renovable, la ampliación de la oferta de recursos de los bosques, la generación de empleo y el desarrollo socioeconómico nacional, por lo tanto, se definen las áreas de aptitud con base en criterios técnicos, económicos, ecológicos y sociales.
- La zonificación prioriza las áreas más competitivas para el desarrollo de plantaciones forestales con fines comerciales, por lo cual se identifican los territorios con mejores condiciones en cada criterio de análisis.

- La definición del TUF y de sus requerimientos específicos se realizan a partir del conjunto de especies más utilizadas en las plantaciones forestales comerciales y consideradas por el CIF.
- La normatividad vigente aplicable a las plantaciones forestales con fines comerciales, es el marco de referencia para la identificación de áreas aptas o con restricciones de uso.
- Las áreas con restricción legal son catalogadas como excluyentes, y predominan bajo esta clasificación, independientemente de la aptitud identificada en los diferentes criterios.
- Las áreas donde aplique normatividad de tipo ambiental, social y cultural que condicione el uso a otros procesos o instrumentos vigentes 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.
- Las áreas ocupadas con bosques naturales y otras coberturas vegetales naturales o que hayan sido sometidas en los últimos cinco años a procesos de deforestación, quedan excluidas de las categorías de aptitud.
- Se priorizan las áreas con pastos que permitan la expansión de las plantaciones forestales con fines comerciales, en tanto es un interés del sector ganadero la reconversión de áreas dedicadas a la ganadería extensiva a otros sistemas productivos.
- La reforestación comercial con fines comerciales, constituye una práctica que – según lo permitan las condiciones particulares de cada territorio – promoverá el respeto ambiental a través de la inclusión de buenas prácticas establecidas en los planes de manejo.
- La reforestación comercial 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 éstas el criterio de exclusión técnica y legal.
- La reforestación comercial tampoco pondrá en riesgo la seguridad alimentaria del país (áreas y paisajes agrícolas tradicionales), por lo cual las áreas dedicadas a la producción de alimentos, se analizan bajo una perspectiva de menor grado de aptitud para el estudio.
- La inclusión de nuevos criterios y/o variables dentro del proceso de zonificación de plantaciones forestal comerciales está sujeta a la disponibilidad de información oficial; en este sentido, algunas variables que pueden ser relevantes no se contemplan en la metodología hasta que la información sea entregada de manera oficial por la entidad encargada de su desarrollo.
- Finalmente, el mapa de Zonificación para plantaciones forestales con fines comerciales en Colombia toma como base para su elaboración la información secundaria proveniente de las entidades oficiales, la cual contiene en algunos casos niveles de generalización que pueden afectar la precisión en la delimitación de algunas unidades. Igualmente, la información disponible no está en su totalidad con corte a un determinado periodo de tiempo, lo cual plantea la necesidad de actualizar la zonificación por lo menos cada cinco años mediante un proceso sistemático que facilite el proceso.



MARCO CONCEPTUAL



2.1 DEFINICIÓN DEL TIPO DE USO FORESTAL COMERCIAL

Un Tipo de Utilización Forestal TUF, es un tipo de utilización de la tierra que denota de manera específica el aprovechamiento de la tierra forestal, bien sea actual o potencial. En el marco del presente documento de zonificación, se evalúa en su totalidad el TUF para plantaciones forestales comerciales industriales, donde la aptitud de la tierra considerada como la adaptabilidad de un área para el TUF evaluado, se relaciona en función de requerimientos particulares y análisis multidisciplinario que contempla los contextos físico, socioecosistémico y socioeconómicos, geopolíticos y legales entre otros, favorables para la ZPFC.

Las plantaciones forestales productoras de carácter industrial o comercial[3] según el Decreto 1791 de 1996 corresponden a las establecidas en área forestal productora con el exclusivo propósito de destinarla a la producción directa o indirecta (IDEAM, 2009); es decir las plantaciones forestales comerciales–industriales, son aquellas plantaciones conformadas generalmente por individuos de la misma especie, con un arreglo espacial definido, cuyo propósito es la obtención de madera, pulpa, y otros productos forestales, caracterizada por su rentabilidad y articulación al mercado.

2.2 EVALUACIÓN DE TIERRAS

La Evaluación de Tierras[4] es una metodología propuesta por la FAO desde el año 1976, que consiste en clasificar o valorar los terrenos para fines o propósitos específicos de utilización. El principal objetivo de dicha evaluación es definir los mejores usos posibles para cada unidad de tierra definida, tomando en cuenta consideraciones de carácter físico, económico, social y cultural, así como la conservación de los recursos ambientales para su uso futuro (FAO, 1985).

Para la evaluación de tierras no existen valores universales de criterios que se puedan aplicar en cualquier lugar y bajo cualquier circunstancia. Por ello la FAO plantea un esquema con lineamientos y principios para realizar la evaluación, el cual es flexible de acuerdo con los objetivos, escala de trabajo y datos disponibles

3 Decreto 1498 de 2008: una plantación forestal con fines comerciales "es el cultivo de especímenes arbóreos de cualquier tamaño originado con la intervención directa del hombre con fines comerciales y que está en condiciones de producir madera y subproductos".

4 La tierra es un área de la superficie terrestre que se puede delinear mediante atributos de la biosfera inmediatamente por encima y por debajo de su superficie, incluyendo el clima, el suelo y las formas del terreno, la superficie hidrológica, 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, etc. (FAO 2001)



(FAO, 1976). Este enfoque reconoce que las tierras no tienen un valor único general para ser utilizadas en cualquier actividad, sino que este valor depende del tipo de uso que se les pretenda dar.



Específicamente, la evaluación de tierras con fines forestales (FAO, 1990) consiste en evaluar los requerimientos y limitaciones de los usos forestales con las características físicas, sociales, económicas y ambientales, considerando condiciones legales y normativas del territorio. La comparación entre los requerimientos de este tipo de utilización y las cualidades de las tierras, generan distintas clases de aptitud.

El esquema de evaluación de tierras de la Framework for Land Evaluation FAO (2007) indica que básicamente existen dos formas de relacionar el componente económico con los aspectos físicos de la evaluación de tierra. En el enfoque de dos etapas, el análisis cualitativo en términos físicos se realiza primero, con las consideraciones económicas y sociales presentes como fundamento, lo cual conduce a una clasificación de aptitud de la tierra cualitativa o cuantitativa. Esta es seguida por un análisis económico y social, limitado a los sitios más promisorios dados por la base física, lo cual conduce a su vez a una clasificación económica de aptitud. En lo referente al enfoque paralelo, tanto el análisis social como económico se realiza conjuntamente, obteniéndose directamente una clasificación económica.

Bajo estas consideraciones y para el ejercicio de zonificación de plantaciones forestales con fines comerciales escala 1:100.000, se ha tomado en cuenta los principios y fundamentos del Esquema de Evaluación de tierras (FAO, 1976), las directrices y guías de la Evaluación de tierras con fines comerciales (FAO, 1990) y el enfoque por etapas paralelas de integración y análisis de los componentes físico, socioeconómico y ecológico, propuesto en el Framework for Land Evaluation.

2.3 ENFOQUE SOCIOECOSISTÉMICO

Los problemas ambientales son resultado en parte de la fragmentación de visiones y enfoques para abordar temas complejos relacionados con

las dimensiones biofísica y humana de los ecosistemas, las cuales son inextricables. Por ello, desde finales del siglo XX se están reconociendo los vínculos existentes entre los ecosistemas y los sistemas sociales convirtiéndose su estudio en un sistema integrado denominado sistema socio-ecológico o socio-ecosistema (Anderies et al., 2004).

El enfoque socioecosistémico, considera la biodiversidad, los bienes y servicios ecológicos vinculados estrechamente con los sistemas sociales, donde el hombre, la sociedad y su cultura, como componentes centrales de los ecosistemas, modelan y se adaptan a los cambios en la naturaleza. De esta manera el objeto último del enfoque socioecosistémico, como un enfoque donde las estrategias de gestión deben considerar tanto la dinámica en las diferentes escalas de la organización biológica, como en las relaciones e interacciones entre los sistemas ecológicos y sociales, es el uso sostenible de los bienes y servicios de los ecosistemas y el mantenimiento de la integridad ecológica como paradigma de conservación para el bienestar humano (MADS, 2012; Martin-López et al., 2009).

Dentro de la zonificación de plantaciones forestales comerciales, adquiere una importancia trascendental el enfoque ecosistémico, puesto que genera de manera transversal a los demás componentes de análisis, los fundamentos para





el mantenimiento ecológico (biodiversidad, integridad ecológica y prestación de bienes y servicios ambientales), de una forma equitativa, incluyendo a la sociedad, la economía y la cultura, sin sesgar el desarrollo de nuevas actividades por una conservación a ultranza, o por puntos de vista totalmente desarrollistas, utilitaristas.

2.4 COMPETITIVIDAD

La zonificación, como herramienta importante de la planificación, facilita la reasignación de recursos en la medida que ubica y orienta al agente económico (gobierno, inversionista, gremios, cadenas productivas, profesionales y demás interesados) en los procesos de decisión de inversión o de toma de decisiones políticas, incluyendo la investigación, donde el modelo de crecimiento se basa en un mercado competitivo.

La formulación de la zonificación de plantaciones forestales con fines comerciales, implica una mirada del componente socioeconómico desde un enfoque de "mercado", y de acuerdo con el Plan Nacional de Desarrollo 2010 – 2014 (DNP, 2010), el crecimiento sostenible y la competitividad son factores decisivos en el desarrollo económico del país, donde la competitividad, como determinante fundamental del modelo de crecimiento y desarrollo sectorial, se asocia con usar eficientemente los factores de producción, consolidar altos niveles de innovación en los sistemas productivos, diversificar y ampliar los mercados, articular los mercados regionales y la población rural, desarrollando su potencial productivo y elevando su calidad de vida.

El término de competitividad fue acuñado en la década de 1980 por Michael Porter y a grandes rasgos es la capacidad para la producción de bienes y servicios de mayor calidad y menor precio que otros productores domésticos e internacionales. La competitividad se define por la productividad con la que un país utiliza sus recursos humanos, económicos y naturales; es decir "la productividad depende tanto del valor de los productos y servicios de un país –medido por los precios que se pagan por ellos en los mercados libres– como por la eficiencia con la que pueden producirse" (Porter, 1980, 1985).

En relación con la zonificación de plantaciones forestales con fines comerciales, la competitividad se traduce en la capacidad de una región (departamento o municipio) para generar las condiciones de producción que promueven el desarrollo sostenido de la plantaciones forestales con fines comerciales, y con ello, permiten mejorar de manera permanente las condiciones de vida y bienestar de sus habitantes y, en particular, de los empresarios y familias dedicadas al negocio forestal.

De acuerdo con la definición planteada, la competitividad forestal comercial implica un proceso mediante el cual las plantaciones forestales comerciales necesitan en la región (departamento o municipio) requerimientos y condiciones multidimensionales para desarrollar su producción, criterios que por este motivo son estructurales, ya que conducen también hacia la competitividad. Una vez desarrollada la competitividad, esta debe evidenciarse o revelarse en criterios de resultado.

En la figura 1, se presenta la base teórica del planteamiento conceptual para abordar el tema de competitividad dentro de la ZPFC, que básicamente se traduce en que un mercado competitivo significa: mejores vías terrestres, precios y condiciones favorables de la tierra, seguridad pública estable, mercado laboral disponible y con buena mano de obra calificada y no calificada, generación de riqueza y apalancamientos financieros con PIB, créditos y CIF significativos. Todo lo cual redundará en beneficio del productor forestal y de las comunidades locales, representado en mejores condiciones de vida. En consecuencia el impacto socioeconómico causado por los proyectos forestales comerciales en el país es muy importante e interesa en especial a las

agencias del Gobierno y a los productores con responsabilidad social.

La competitividad mejora los rendimientos de recursos humanos, físicos y financieros, minimizando costos de producción y obteniendo precios más competitivos para generar mayores excedentes en el mercado tanto de oferta como de demanda que están representados en beneficios sociales (ganancias sociales) que mejoran las condiciones de vida de la comunidad objetivo.

Con base en los planteamientos anteriormente expuestos, la ZPFC, identifica patrones específicos (municipios para el caso de los criterios socioeconómicos) que presentan similitudes y diferencias entre los datos, según su grado de competitividad, medido para el caso de los criterios socioeconómicos por medio de un Indicador que a lo largo del documento se llama Índice de Competitividad (IC). Este índice compara o ranquea las capacidades de los municipios para identificar su grado de competitividad frente a los demás municipios del país con potencial forestal comercial, para generar un desarrollo sostenible del cultivo, y a la vez promover el bienestar para las familias que dependen de esta actividad.

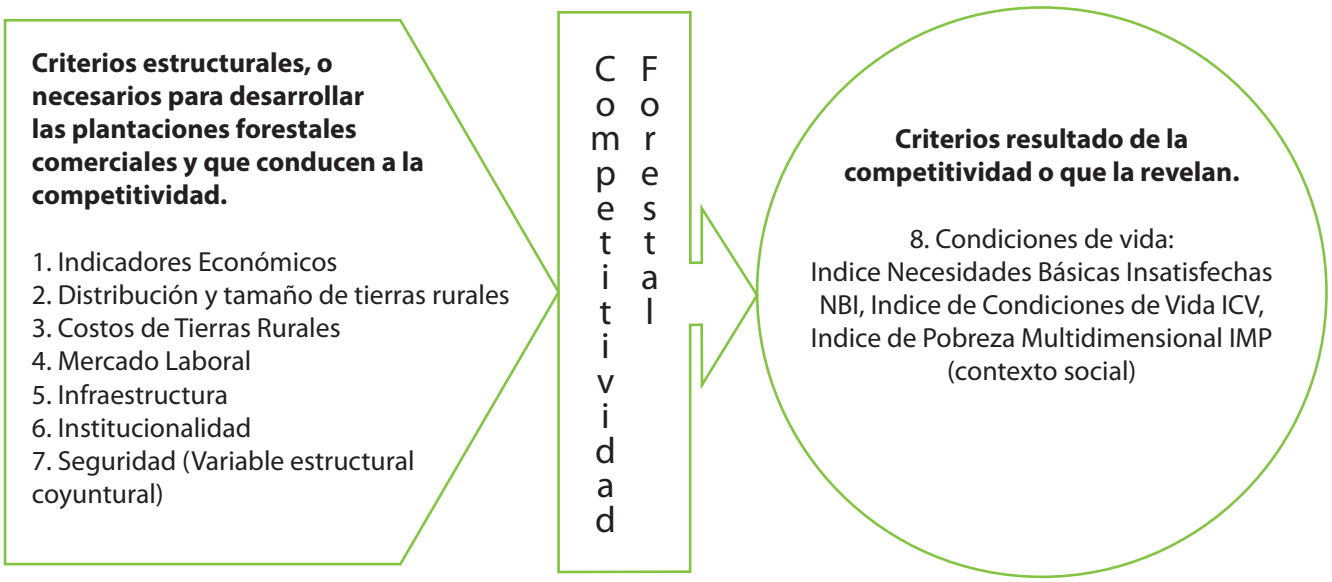


Figura 1: Esquema de competitividad forestal adoptado en la ZPFC a escala 1:100.000.

METODOLOGÍA



3.1 ENFOQUE DE TRABAJO

La metodología planteada para la zonificación de plantaciones forestales con fines comerciales en Colombia, escala 1:100.000 se fundamenta conceptualmente en el enfoque sistémico, el esquema de Evaluación de Tierras de la FAO y en el uso de la competitividad como factor clave para el desarrollo de cualquier proyecto productivo. El proyecto busca desarrollar una metodología de corte más interdisciplinario, donde discusiones clásicas como qué componente pesa más, no son el centro de la discusión, sino que la relación, complementariedad, o antagonismo entre criterios, es el eje que marca la forma de integración de los componentes. Es decir, el concepto "componente" se revalúa, para dar protagonismo al "criterio", en tanto que este es un nivel de detalle más específico para la toma de decisiones de los interesados en el sector forestal comercial.

A partir de estos fundamentos, la metodología se enfoca en el desarrollo de tres componentes: físico, socioecosistemico y socio-económico, estableciéndose diferentes criterios para evaluar las características y cualidades territoriales del TUF. Un criterio es considerado como "el conjunto de requisitos, parámetros o variables que definen decisiones de aptitud de uso forestal comercial de un territorio rural".

El componente físico es importante ya que a través del análisis de los elementos físicos de un espacio territorial, se puede determinar en primera instancia y desde dichos elementos, la aptitud del territorio para soportar un tipo de producción determinado, en este caso producción forestal. El componente socioecosistémico identifica elementos en la escala ecosistémica y de paisaje, cuya simplicidad y alto valor predictivo y de síntesis permite obtener una interpretación aproximada de las dinámicas ecológicas que impulsan o ponen en riesgo el desarrollo de la actividad de reforestación comercial, y el componente socioeconómico analiza criterios y variables que involucran la competitividad económica, las condiciones sociales de la población, el soporte de infraestructura y logística que pudiesen fomentar la producción forestal y aspectos referentes a la propiedad y precio de la tierra.

Mediante el uso de herramientas de Análisis Multicriterio se definen los procesos de integración de los distintos criterios a través de un proceso analítico jerárquico (AHP), el cual se basa en la estructuración jerárquica y comparación de pares de alternativas, donde todos los componentes y criterios analizados son integrados y ponderados de manera matricial, realizando



las comparaciones de criterios para atribuirles una valoración basada en la participación de diferentes personas o grupos de interés. A partir de estos los resultados, se realiza el análisis de ponderación de los criterios y el análisis de consistencia estadística. La asignación de los valores es sintetizada para determinar un orden de prioridad de los criterios en términos numéricos. Estos valores son la base para el análisis y/o modelación espacial de la zonificación forestal comercial, obteniéndose el mapa final.

Paralelamente a estos procesos de AHP, dentro de la zonificación se establecen las restricciones legales que excluyen áreas para el uso forestal comercial, y las condicionantes legales que son áreas que pueden ser reclasificadas posteriormente e incorporadas a las zonas aptas , dependiendo del nivel de conocimiento que se tenga en el futuro de dichas áreas, o de solicitudes expresas de ciertas autoridades (territorios indígenas y afrocolombianos), o de la aclaración de determinantes legales que se desarrollen a la misma escala o a escalas más detalladas.

La metodología para el desarrollo de la zonificación para plantaciones forestales con fines comerciales, se estructuró siguiendo una secuencia lógica organizada por fases que se presenta en la **Figura 2** y para efectos de su clasificación en diferentes aptitudes se definieron seis (6) categorías: 4 de aptitud y 1 de restricciones: exclusiones legales y 1 de condicionantes (Tabla 3).

Categorías	Clase	Definición
A1	Zona con aptitud alta para actividad forestal comercial	Zonas con las mejores condiciones desde el punto de vista físico, socioecosistémico y socioeconómico
A2	Zona con aptitud media para actividad forestal comercial	Zonas con limitaciones moderadas de tipo físico, socioecosistémico y/o socioeconómico
A3	Zona con aptitud baja para actividad forestal comercial	Zonas con fuertes limitaciones de tipo físico, socioecosistémico y/o socioeconómico, las cuales podrían adecuarse con grandes inversiones y/o el desarrollo de nuevas tecnologías.
N1	Zona no apta	Zonas con restricciones físicas y socioecosistémicas que imposibilitan el desarrollo de la actividad
Exclusiones		
N2	Exclusión legal	Zonas en las cuales, por mandato legal, no se permite el desarrollo de plantaciones forestales con fines comerciales
Condicionantes		
C1	Condicionante legal o técnico	Zonas que independientemente de la categoría de aptitud, requieren de un análisis complementario de tipo legal, social, cultural y/o ambiental para el desarrollo de plantaciones forestales con fines comerciales.

Tabla 3. Categorías de Aptitud del Mapa de Zonificación para plantaciones forestales con fines comerciales en Colombia, escala 1:100.000

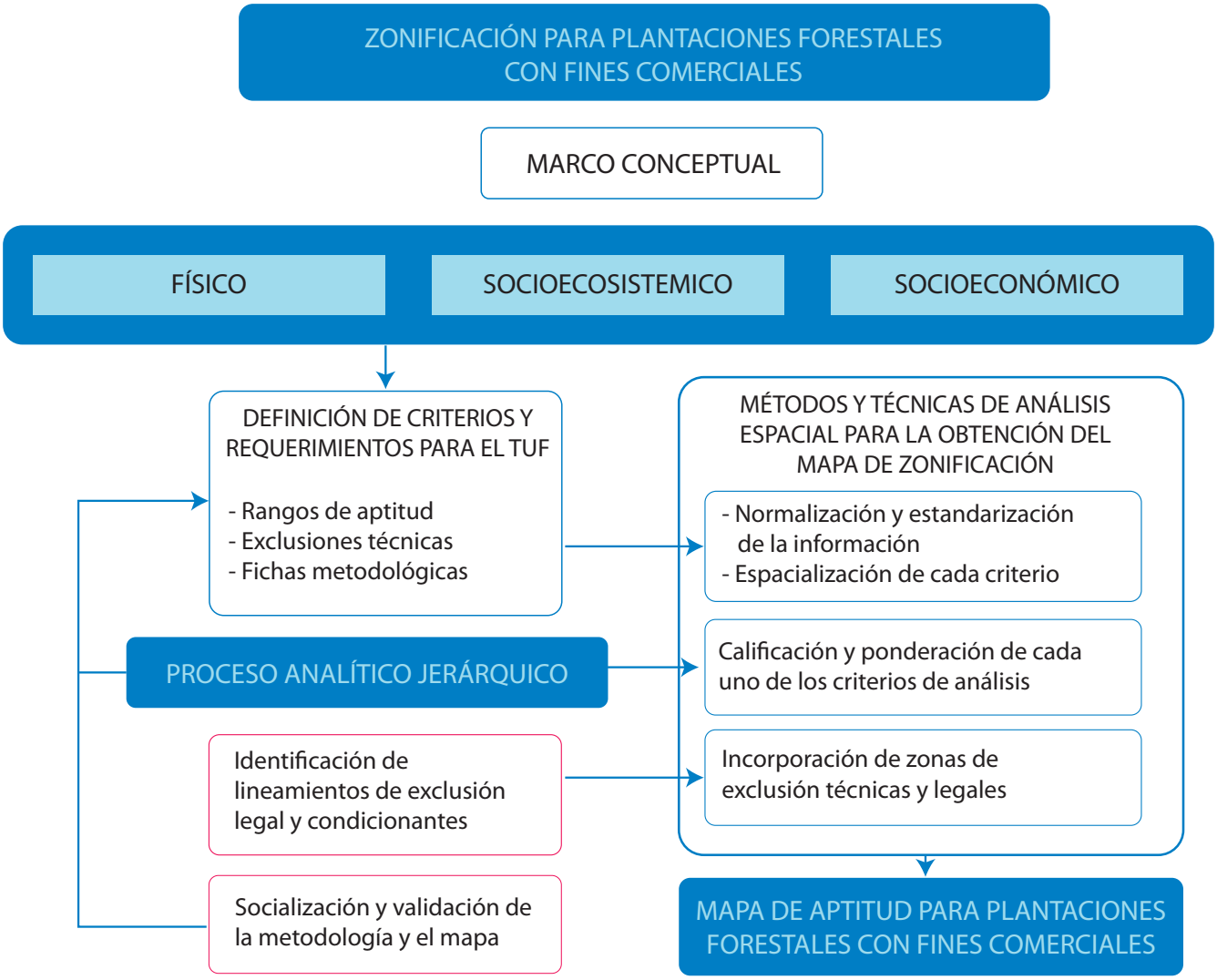


Figura 2: Esquema general del proceso de zonificación forestal con fines comerciales, escala 1:100.000.

3.2 DEFINICIÓN DE CRITERIOS Y REQUERIMIENTOS PARA EVALUAR LAS CARACTERÍSTICAS DEL TUF

Consiste en la definición de los criterios por cada uno de los componentes analizados, para establecer las características y cualidades del territorio que le confieren cierto grado de aptitud para soportar adecuadamente el tipo de utilización forestal (TUF) considerado. Corresponde a la fase 2 del esquema general de la ZPFC.

Como se mencionó, un criterio es considerado como el conjunto de requisitos, parámetros o variables que definen decisiones de aptitud de uso forestal comercial de un territorio rural. Estos pueden ser de dos tipos: factores (para los cuales se definen los niveles de aptitud) o restricciones (que para este caso se consideran de carácter técnico, normativo, o técnico-normativo). Con base en lo anterior, el siguiente paso metodológico consiste en la definición de los criterios por cada uno de los componentes analizados: físico, socioecosistémico y socieconómico, para establecer las características y cualidades del territorio que le confieren cierto grado de aptitud para soportar adecuadamente el tipo de utilización forestal (TUF), considerado.

3.2.1 COMPONENTE FÍSICO

El componente físico del territorio considera los distintos elementos que lo constituyen como son el clima, los suelos, las geoformas y sus relaciones intrínsecas. Las plantaciones forestales requieren para su establecimiento, desarrollo y mantenimiento de características particulares del terreno en cuanto a pendiente, precipitación, humedad y propiedades de los suelos que favorecen o limitan su producción y calidad. En este sentido, la definición de criterios desde este componente cobra importancia para la evaluación de tierras y la zonificación forestal ya que determina en primera instancia los diferentes grados de aptitud del territorio para el tipo de utilización forestal comercial.

Metodológicamente, el componente se fundamenta en el concepto de "tierra" que considera no solamente los suelos, sino también el clima, el relieve y las amenazas naturales. Desde esta perspectiva, este componente agrupa tres subcomponentes, doce (12) criterios y 15 variables, los cuales fueron seleccionados de acuerdo con los requerimientos y relación directa con el TUF asignado. Las condiciones climáticas están relacionadas con el suministro

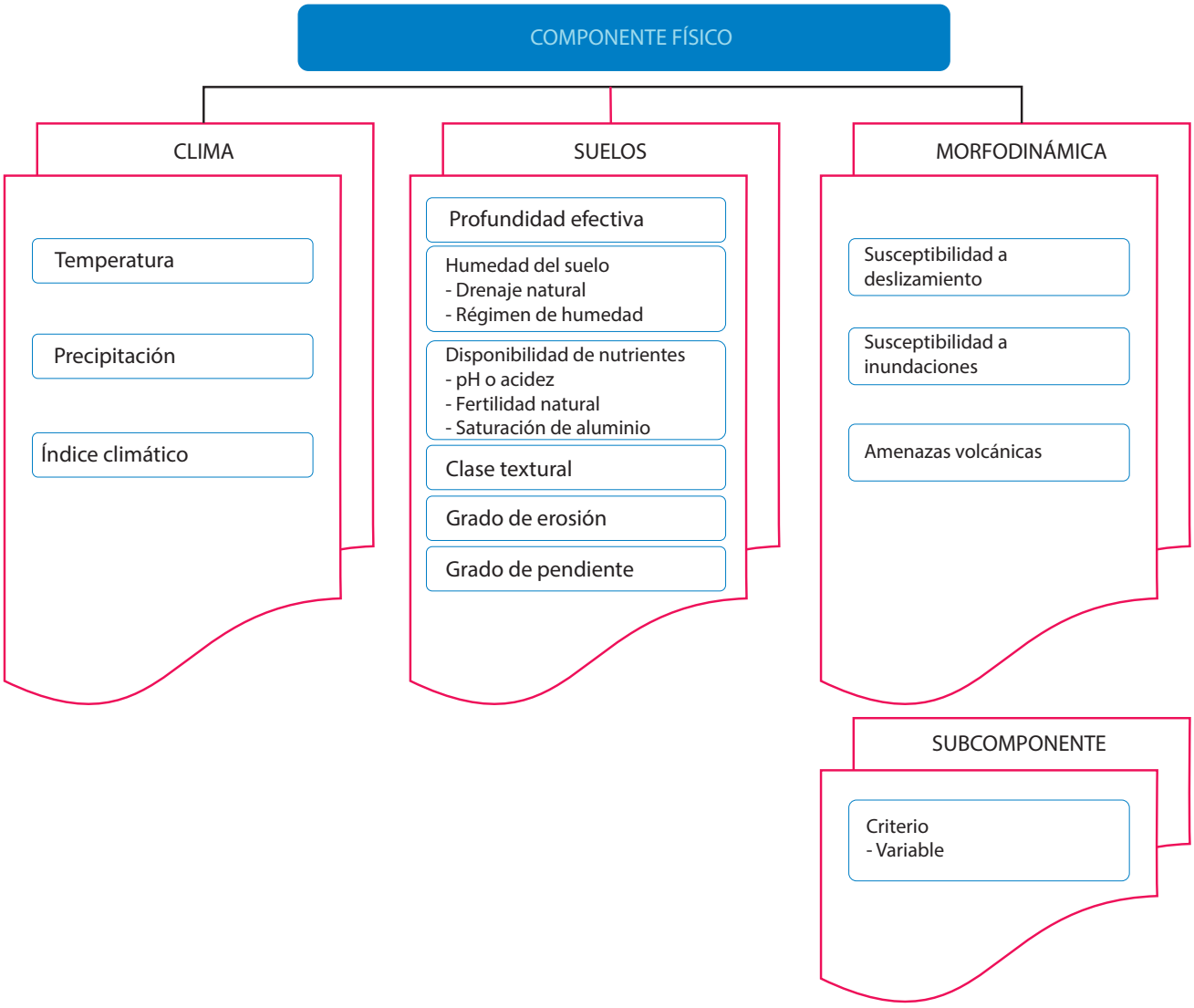


Figura 3: Esquema de los subcomponentes, criterios y variables que conformar el componente físico de la ZPFC a escala 1:100.000.

de agua por medio de la precipitación y de la temperatura que regula los procesos de crecimiento y desarrollo. Las propiedades físicas y químicas de los suelos son relevantes para las plantaciones forestales porque aparte de servir de sustrato, generan las relaciones nutricionales y de absorción de agua fundamentales para su crecimiento y desarrollo. De otra parte, la pendiente y grado de erosión consideran aspectos de manejo y conservación, y definen las prácticas para su mantenimiento y aprovechamiento. También se deben considerar las amenazas naturales debidas a deslizamientos, inundaciones y actividades volcánicas, con el fin de tomar medidas de prevención (Figura 3).

A continuación se describe cada criterio físico usado en la ZPFC:

Temperatura

Según la OMM (1996), la temperatura es la condición que determina la dirección del flujo neto de calor entre dos cuerpos y también, es una magnitud física que se refiere a la sensación de frío o caliente, tal como se refleja en la atmósfera. En términos meteorológicos la temperatura del aire es la que existe a una altura de 2 metros sobre el nivel del suelo, pues se admite que a esta temperatura es que están sometidos los seres vivos sobre la tierra.

La temperatura es un criterio de importancia en la Zonificación forestal para plantaciones con fines comerciales, porque refleja la interacción de las condiciones térmicas de la atmósfera y los procesos fisiológicos del crecimiento y desarrollo de las especies forestales; adicionalmente la velocidad de crecimiento de dichas plantaciones está limitada por las temperaturas mínimas y máximas, denominadas también temperaturas cardinales.

Como criterio para la ZPFC, se tomó como valor limitante las temperaturas inferiores a los 10 grados centígrados.



Precipitación

La precipitación atmosférica es la cantidad de agua que cae sobre la superficie terrestre en forma líquida o sólida. La precipitación es importante en la ZPFC porque es la única fuente natural de agua necesaria para el crecimiento y desarrollo de las especies, ya que si se presentan déficit o excesos de agua las especies forestales se ven afectadas en su crecimiento y calidad. La precipitación como suministro de agua al suelo y a las plantas permite la dinámica química y biológica que facilita la nutrición vegetal y mejora las propiedades físicas de los

suelos haciéndolos más permeables. La precipitación se considera también como elemento vital para la actividad forestal, y ejerce un papel fertilizante pues aporta teóricamente 2 mg de nitrógeno amoniacal y contiene nitrógeno nítrico.

- Valores de precipitación <500 mm y >5000 mm son No aptos (N1) para las plantaciones forestales comerciales, debido a un alto déficit o exceso durante la mayor parte del año.
- Valores de precipitación entre 3500 - 5000 mm se consideran con baja aptitud, dado que hay un alto nivel de humedad que influye sobre ataques de plagas y enfermedades y sobre la calidad de la madera.
- Valores de precipitación media multianual entre 500 y 3500 mm se consideran con alta aptitud para la mayoría de especies forestales comerciales.

Índice climático

El índice climático se entiende como la definición del clima en unidades o tipos, que permiten una agrupación por afinidades, ya sea por la combinación de dos elementos meteorológicos o más. Para este caso y como criterio de la zonificación, se relacionó la precipitación con la evapotranspiración potencial, como indicador de humedad o aridez. El índice climático es un criterio de importancia en la ZPFC porque el crecimiento y desarrollo de las especies arbóreas dependen del clima, en particular de las relaciones de evapotranspiración y precipitación, que condicionan el suministro de agua para la plantación y define los niveles de humedad ambiental propicios o no para ataques de plagas y enfermedades.

- Categorías subhúmedo, húmedo y húmedo lluvioso: A1
- Categorías húmedo lluvioso sin periodos estacionales de humedad: A3
- Categorías semiárido y árido: No apto.

Profundidad efectiva de los suelos

La profundidad efectiva incluye el total de la profundidad del perfil del suelo que es favorable para el desarrollo de las raíces. En algunos suelos incluye el horizonte C y sólo en unos pocos está incluido únicamente el horizonte A (USDA, 1961). La profundidad efectiva de los suelos constituye un parámetro muy importante en las plantaciones forestales, ya que las especies arbóreas tienen el desarrollo radicular más profundo que las demás especies vegetales, por lo tanto es una característica edáfica condicionante para su establecimiento donde no solamente el espacio de exploración radicular es importante, sino el área de anclaje de donde las plantas adquieren el agua y los nutrientes para su desarrollo. La clasificación de la profundidad efectiva de los suelos corresponde a las definidas por el IGAC (2010) según la Tabla 4.

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

Tabla 4: Clases de profundidad efectiva de los suelos

De esta manera, los suelos profundos y muy profundos tiene una alta aptitud para las plantaciones forestales; los suelos moderadamente profundos conforman la categoría A2, los suelos moderadamente superficiales comprenden la categoría A3 y los suelos con profundidades superficial y muy superficial son No aptos para plantaciones forestales comerciales.



Humedad de los suelos

El criterio de humedad de los suelos está en relación con el contenido de agua en el suelo y la posibilidad de retención durante el año, también considera el movimiento interno y externo del agua en el suelo. El agua en el suelo es la responsable de muchas reacciones físicas, químicas y biológicas que se suceden en el suelo, así como del crecimiento de las plantas.

El criterio es definido desde la relación del régimen de humedad (número de días consecutivos o acumulados en que su sección control está seca, o sea humedad retenida a más de 15 bares o húmeda <15 bares, pero mayor a 0) y el drenaje natural definido como la velocidad y el grado de eliminación de agua del suelo por la escorrentía y el flujo a través del suelo a los espacios subterráneos (UJTL, 1984; USDA, 1961). Estas dos variables se aproximan a la disponibilidad hídrica, a la escala de trabajo 1:100.000.

Clase textural

El término "Textura del suelo" hace referencia a la proporción relativa en que se encuentran, en una masa de suelo, varios grupos de granos individuales asociados por tamaño. Se refiere específicamente a las proporciones relativas de las partículas o fracciones de arena, limo y arcilla en la "fracción fina" del suelo (IGAC, 1990). La clase textural es un criterio de importancia en la ZPFC porque revela los tipos de interacciones que se pueden dar entre el suelo y las plantas, dado que las propiedades físicas de los suelos son determinadas en gran parte por la textura.

La textura es importante en las plantaciones forestales, ya que incide en la capacidad de intercambio catiónico (capacidad para retener elementos nutritivos de las plantas) al estar estrechamente relacionada con la cantidad y tipo de partículas que existen en el suelo (en particular la fracción arcilla), también en el movimiento y capacidad de retención de agua que está determinada en gran medida por la distribución de partículas por tamaño. A su vez se relaciona con la porosidad donde el espacio entre partículas permite que se pueda retener y mover el oxígeno que favorece la aireación y la penetración de las raíces a través del suelo.



Disponibilidad de nutrientes

La "Disponibilidad de nutrientes" hace referencia a la cantidad de nutrientes presentes en el suelo y sus interacciones debidas a las condiciones químicas predominantes. En la Zonificación para plantaciones forestales comerciales escala 1:100.000, el criterio de disponibilidad de nutrientes está definido en función de las variables de fertilidad natural, el pH o acidez y la saturación de aluminio. A continuación se describe cada una de las variables que componen el criterio de disponibilidad de nutrientes.

Fertilidad natural: se relaciona con la cantidad de elementos para las plantas, su disponibilidad y relaciones adecuadas y, además con la ausencia de sustancias perjudiciales para las mismas. El IGAC para su calificación usa una metodología que relaciona los contenidos de los principales nutrientes, el contenido de carbono orgánico, la capacidad de intercambio catiónico y los niveles de saturación de bases y de aluminio. Los niveles de fertilidad usados en los estudios de suelos del IGAC (2008) son los usados en esta zonificación (Tabla 5).

Clase	Rango
Muy baja	≤ 3,6
Baja	3,7 – 5,1
Media	5,2 – 6,7
Alta	6,8 – 8,3
Muy alta	≥ 8,4

Tabla 5: Clases de suelos por grado de fertilidad

Saturación de aluminio: es la proporción relativa de Al+3 en el complejo de cambio y en la solución del suelo. Se relaciona con la acidez intercambiable debida a los iones Al+++ y H+ intercambiables (desplazables) con una sal neutra (KCl IN). También incluye pequeñas cantidades de Hierro, Manganeso y Zinc intercambiables (IGAC, 1979).

La saturación de aluminio es una característica de los suelos de mayor importancia para las especies forestales, ya que en altos valores es toxica y genera efectos fisiológicos no deseables como la bifurcación o el enanismo. Las clases de saturación de aluminio se han tomado de la metodología de clasificación de las tierras por su capacidad de uso (IGAC, 2008) y tienen los rangos que se presentan en la Tabla 6.

Clase	Saturación
Baja	0-30
Media	30-60
Alta	60-90
Muy alta	>90

Tabla 6: Clases de saturación de Aluminio en el suelo

pH o acidez del suelo: el valor de pH es la concentración del ion H+ en solución que determina la acidez del suelo. El IGAC (2008) en el Manual codificado de reconocimiento de suelos, clasifica el pH de la siguiente manera (Tabla 7).

Clase	pH
Ultra ácido	< 3.5
Extremadamente ácido	3.5 – 4.4
Muy fuertemente ácido	4,5 – 5,0
Fuertemente ácido	5,1 – 5,5
Moderadamente ácido	5,6 – 6,0
Ligeramente ácido	6,1 – 6,5
Neutro	6.6 – 7.3
Ligeramente alcalino	7,4 – 7,8
Moderadamente alcalino	7,9 – 8,4
Fuertemente alcalino	8,5 – 9,0
Muy fuertemente alcalino	> 9,0

Tabla 7: Clases por rango de valores de pH

El pH del suelo tiene una importancia determinante para la disponibilidad de los iones nutritivos, lo que incide directamente en el crecimiento vegetal afectando principalmente la disponibilidad de los nutrientes y el proceso fisiológico de absorción de nutrientes por parte de las raíces. Valores extremos de pH pueden provocar la precipitación de ciertos nutrientes permaneciendo en forman no disponibles para las plantas. Todas las especies vegetales presentan unos rangos característicos de pH en los que su absorción es ideal, fuera de este rango la absorción radicular se dificulta y si los valores de pH son extremos, puede verse deteriorado el sistema radical o presentarse toxicidades debidas a la excesiva absorción de elementos fitotóxicos (Aluminio).

La importancia del criterio de Disponibilidad de nutrientes en la Zonificación Forestal para Plantaciones Comerciales a escala 1:100.000, reside en que la principal fuente de suministro de nutrientes es el suelo, pero como sus reservas son generalmente insuficientes para cubrir la demanda de la especie, deben ser complementadas o corregidas con la aplicación de enmiendas adecuadas que permitan asegurar que la plantación disponga de los nutrientes necesarios para alcanzar los máximos rendimientos.

El criterio de disponibilidad de nutrientes se califica a partir de la evaluación individual de cada una de las tres variables que lo componen, usando un árbol de decisión donde la condición de aptitud limitante es la que predomina en su calificación final.



Grado de erosión en los suelos

La erosión es un proceso de degradación física e integral que consiste en el desgaste de la superficie de la tierra por el desprendimiento y transporte del suelo y de otros materiales a través de la acción del agua en movimiento y el viento. Los grados de erosión reflejan la intensidad actual y la afectación en superficie por los procesos de erosión. La Tabla 8, presenta las distintas clases de erosión y su definición según el USDA (SSS- USDA 2010; Ideam 2010a).

Grado	Descripción
No hay o sin evidencias	Pérdidas no significativas de material de suelo
Ligero	Pérdida del 25% del horizonte superficial
Moderado	Pérdida del 75% del horizonte superficial
Severo	Pérdida de parte del horizonte B
Muy severo	Pérdida de la totalidad del horizonte B y parte del C

Tabla 8: Grado de erosión de los suelos

Este criterio se traduce en pérdida de superficie productiva, disminución de la productividad del sitio y generación de sedimentos que alteran por consecuencia la calidad de las aguas. Para una plantación forestal comercial se requiere que el grado de erosión sea inferior a ligera o moderada, porque la pérdida del suelo afecta la profundidad de enraizamiento y anclaje e influye en la extracción de nutrientes, que perjudica el establecimiento y crecimiento normal de los árboles.

Para el criterio de grado de erosión se contó con información reciente a escala 1:100.000 del área hidrográfica Magdalena – Cauca, también de los mapas de erosión nacional 1:500.000 del IGAC (1998) y del IDEAM (2001). En algunas zonas, se ajustó y mejoró la resolución por medio de interpretación de imágenes de sensores remotos.

Pendiente del terreno

La pendiente corresponde a la inclinación de un terreno respecto a un plano horizontal que pasa por su base y se calcula como gradiente -de manera estricta- o en sentido amplio -como una forma sintética del relieve (SSS- USDA 2010). El aspecto de la pendiente, su forma y gradiente se maneja de acuerdo con los rangos adoptados por el IGAC y según la Tabla 9.

Clase Simple	%
A nivel	0 – 1
Plana	0 - 3
Ligeramente plana	1 – 3
Ligeramente inclinada	3 – 7
Moderadamente inclinada	7 – 12
Fuertemente inclinada	12 – 25
Ligeramente escarpada o L. empinada	25 – 50
Moderadamente escarpada o M. empinada	50 – 75
Fuertemente escarpada o F. empinada	> 75
Clase Compuesta	
Plana	0 - 3
Ligeramente ondulada	3 – 7
Moderadamente ondulada	7 – 12
Fuertemente ondulada	12 – 25
Ligeramente quebrada	7 – 12
Moderadamente quebrada	12 – 25
Fuertemente quebrada	25 – 50
Ligeramente escarpada	25 – 50
Moderadamente escarpada o M. empinada	50 – 75
Fuertemente escarpada o F. empinada	> 75

Tabla 9: Clases de pendiente del terreno

La pendiente es, junto con la profundidad efectiva del suelo, uno de los criterios más importantes del componente físico al ser determinantes en la decisión de establecer una Plantación Forestal. El establecimiento y mantenimiento de una plantación requieren de prácticas silviculturales que se dificultan a medida que aumenta la pendiente, a su vez se hace menor la operación de maquinaria, además en pendientes pronunciadas el árbol efectúa una fuerza de resistencia para evitar su volcamiento repercutiendo en una menor calidad de la madera. Del mismo modo, las plantaciones densas en condiciones normales generan mayor sombra y en algunos casos la caída de hojas no permite el crecimiento del sotobosque, que en una alta pendiente podría favorecer la escorrentía superficial y la erosión.

Pendientes mayores del 75%, se excluyen para el tipo de utilización forestal de plantaciones comerciales.

Susceptibilidad por deslizamientos

Se define como la probabilidad de ocurrencia de procesos de movimientos en masa en el terreno. Los deslizamientos son movimientos fuertes de suelo o roca que deslizan, moviéndose relativamente respecto al sustrato, sobre una o varias superficies de roturas netas al superarse la resistencia al corte de estas superficies; las masas generalmente se desplazan en conjunto, comportándose como una unidad en su recorrido. Los movimientos de ladera o deslizamientos constituyen un riesgo geológico de origen natural o inducido, que debe considerarse a la hora de tomar decisiones para el establecimiento de plantaciones forestales comerciales.

El criterio de Susceptibilidad por deslizamientos es considerado dentro de la zonificación forestal comercial, por ser un riesgo presente en un área determinada que puede o no ocurrir durante el turno de la plantación forestal. Sin embargo, por tratarse de la probabilidad de una ocurrencia, los rangos de calificación de la aptitud no excluyen ninguna zona.

Con base en IDEAM e INGEOMINAS:

- Terrenos calificados con susceptibilidad Muy alta y Alta tienen baja aptitud
- Terrenos calificados con susceptibilidad Media tienen media aptitud
- Terrenos calificados con susceptibilidad Baja y Muy baja tienen alta aptitud

Susceptibilidad por inundaciones y/o encharcamientos

La inundación es causada por el ascenso del nivel de las aguas ya sea de una corriente hídrica o de aguas confinadas a sectores que normalmente están secos. El encharcamiento se da cuando el nivel de las aguas causantes se retira y el agua no drena, sino que permanece en el lugar. Este ocurre en zonas cóncavas a los lados de las corrientes hídricas (basines o cubetas) y en áreas depresionales de las partes altas (bajos o depresiones).

La predisposición de los terrenos para ser inundados y permanecer encharcados puede afectar el desarrollo de las plantaciones forestales aún si se considera que la afectación es mayor cuando se tiene en cuenta el tiempo que dura la afectación. La tolerancia a las inundaciones y a encharcamiento por parte de las plantas depende de cada especie, de tal forma que en la evaluación de la zonificación para plantaciones forestales, se incluye su análisis sin pretender excluir las zonas inundables considerando que es una probabilidad de ocurrencia, y debe ser considerada como una alerta en el sentido que no se puede predecir la duración del evento y en cuanto puede causar daños a las plantaciones forestales con fines comerciales.

- Zonas con alta susceptibilidad por inundaciones y/o encharcamientos tienen baja aptitud
- Zonas con baja susceptibilidad por inundaciones y/o encharcamientos tienen alta aptitud

Amenaza volcánica

La amenaza hace referencia a cualquier evento que pueda causar daño, en este caso a un evento volcánico potencialmente destructivo que puede afectar un área determinada. En esencia, la amenaza volcánica no tiene en cuenta si hay o no población o bienes o actividades productivas alrededor del volcán. La evaluación de la amenaza volcánica en el país es un insumo necesario y básico ya que en el caso de presentarse una erupción volcánica, no solo acabaría con la plantación forestal establecida, sino que el efecto sobre la vida, bienes, economía y sociedad puede llegar a alterar significativamente el desarrollo de una región. Los principales efectos de una actividad volcánica son arrasamiento e incendio de los elementos expuestos en su trayectoria, oscurecimiento y dificultades respiratorias por partículas finas suspendidas en el aire, que afecta el crecimiento vegetal de las especies forestales, destrucción de vegetación y cultivos y de las estructuras existentes a lo largo de su trayectoria, entre otros.

De tal manera que se determina que la única medida encaminada a mitigar este posible impacto es no establecer plantaciones forestales en el área de influencia directa e indirecta de un volcán activo.

Las zonas con amenaza volcánica alta se constituyen en excluyentes técnicas para plantaciones forestales comerciales

Los valores de aptitud del territorio, de acuerdo con los requerimientos del TUF Plantaciones



forestales con fines comerciales industriales, para los criterios del componente físico, se sintetizan en la Tabla 10.

SUBCOMPONENTE	CRITERIO/ VARIABLE	A1 Aptitud alta	A2 Aptitud media	A3 Aptitud baja	N1 No apto
Climático	Temperatura	>10°C			<10°C (Excluyente)
	Índice climático	Subhúmedo, Húmedo, Húmedo lluvioso		Húmedo lluvioso sin periodos estacionales	Árido, Semiárido
	Precipitación	500 – 3500 mm		3500 – 5000 mm	< 500 mm > 5000 mm
Suelos (Edáfico)	Profundidad efectiva	≥ 100 cm Muy profundo y profundo	75 - 100 cm Moderadamente profundo	50 - 75 cm Moderadamente superficial	< 50 cm Superficial y muy superficial
	Humedad del suelo	Udico o Ustico y drenaje bueno	Udico o Ustico y drenaje moderado o excesivo	Udico o Acuico y drenaje imperfecto	Acuico, Peracuico o Aridico y drenaje pobre o muy pobre
	Clase textural	Todas las demás	Arcilloso		Arenosa
	Disponibilidad de nutrientes	Ver matriz de calificación (Anexo 2)			
	Grado de erosión	No hay, Ligera	Moderada		Severa, Muy severa
	Gradiente de la pendiente	< 12%	12 - 50%	50 - 75%	> 75%
Morfodinámico / Amenazas	Susceptibilidad a deslizamientos	Muy baja	Baja, Media	Alta, Muy alta	
	Susceptibilidad a inundaciones	No hay		Alta	
	Amenaza volcánica	No hay			Alta (Excluyente)

Tabla 10: Criterios, rangos y categorías de aptitud para el componente físico del TUF de plantaciones comerciales

3.2.2 COMPONENTE SOCIOECOSISTÉMICO

El componente socioecosistémico aporta a la zonificación para plantaciones forestales comerciales, una mirada desde la función ecológica de las coberturas forestales introducidas en paisajes culturales y en áreas con mosaicos transformados. Este componente genera de manera transversal a los demás componentes de análisis, los fundamentos para el mantenimiento ecológico (biodiversidad, integridad ecológica y prestación de bienes y servicios ambientales), de una forma equitativa, incluyendo a la sociedad, la economía y la cultura, sin sesgar el desarrollo de nuevas actividades por una conservación a ultranza, o por puntos de vista totalmente desarrollistas o utilitaristas.

El componente en la escala de trabajo a nivel nacional, identifica algunos atributos en la escala ecosistémica y de paisaje, cuya simplicidad y alto valor predictivo y de síntesis permite obtener una interpretación aproximada de las dinámicas ecológicas que dinamizan o limitan el desarrollo de la actividad de reforestación comercial. Metodológicamente, la aptitud forestal comercial representa el potencial del territorio para el establecimiento de plantaciones forestales comerciales y permanencia de la actividad de reforestación producto de la relación entre tres (3) criterios: el tipo de cobertura, la integridad ecológica y la amenaza por incendio preexistentes (Figura 4). De esta forma, las áreas con mayor aptitud forestal son aquellas en las cuales la cobertura ha sido previamente transformada y cuyo cambio de uso no comprometa la seguridad alimentaria, ni la prestación de los servicios que proveen los ecosistemas naturales.

Cobertura de la tierra

La cobertura de la tierra es la cubierta biofísica que se observa sobre la superficie de la tierra y un término amplio que no solamente describe la vegetación y los elementos antrópicos existentes sobre la tierra, sino que también se describen otras superficies terrestres como afloramientos rocosos y cuerpos de agua. El criterio se conforma a partir de la reclasificación de la

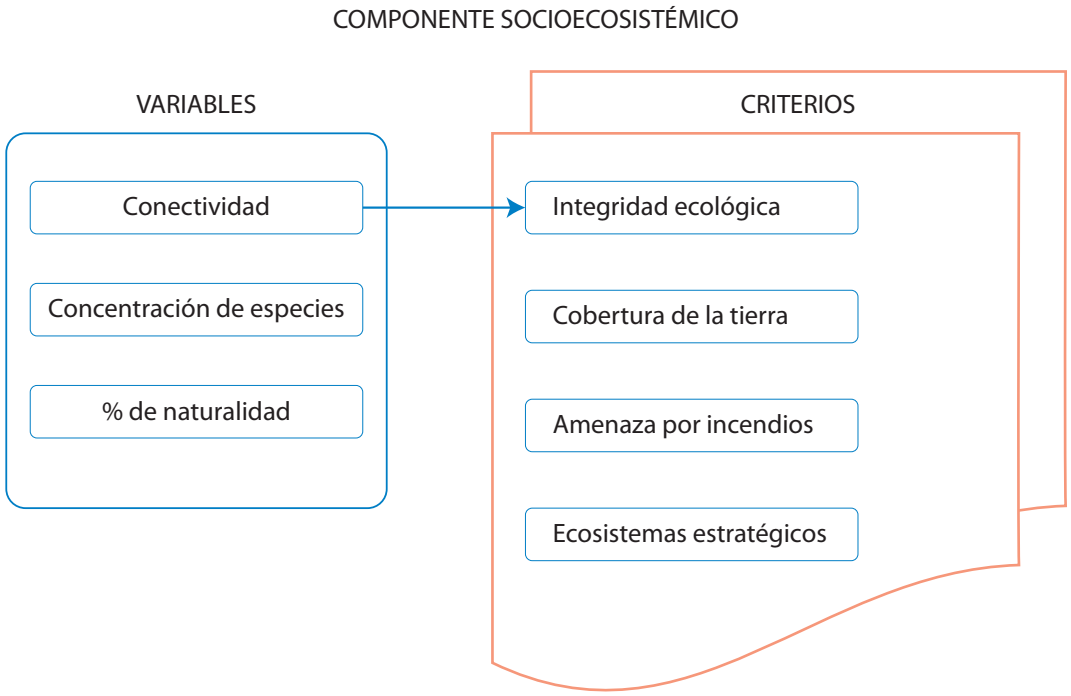


Figura 4: Esquema de los criterios y variables que conforman el componente socioecosistémico de la ZPFC a escala 1:100.000.



Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra Metodología CORINE Land Cover –CLC- adaptada para Colombia (IDEAM, 2010b) y de la capa de biomas del Mapa Nacional de Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia (IDEAM et al., 2007) para hacer una mirada más integral de aspectos ambientales relevantes en el análisis.

Metodológicamente el proceso consiste en realizar una "intersección" entre la capa de coberturas de CORINE Land Cover y la capa de biomas del Mapa Nacional de Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. Cada una de las unidades de la cobertura de la tierra es reclasificada en A1, A2, A3 o N1, dependiendo del tipo de bioma en donde se localiza; 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), no es viable el establecimiento de plantaciones forestales comerciales (Figura 5). A través de la interacción entre "cobertura y bioma" se puede establecer que una misma unidad de cobertura puede tener un grado de aptitud diferente, dependiendo del tipo de bioma asociado.

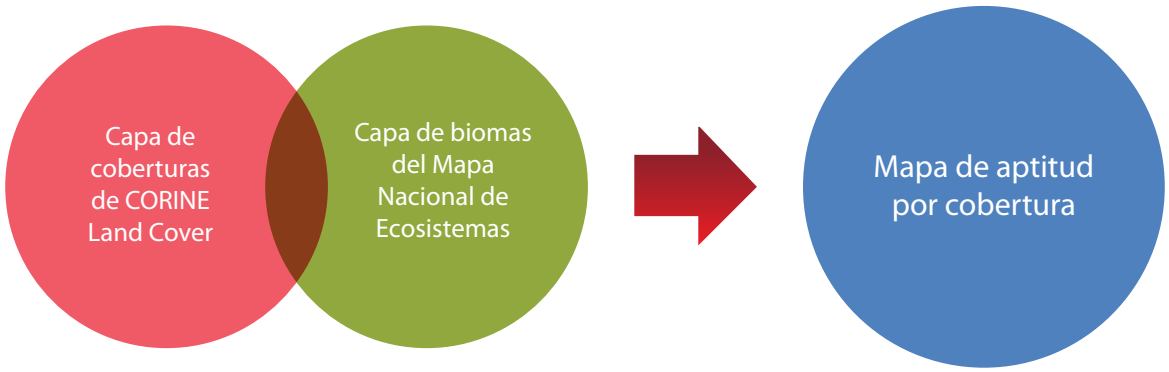


Figura 5: Esquema metodológico del criterio de cobertura vegetal.

Para la reclasificación de las unidades de cobertura de la tierra, se toma en cuenta los diferentes niveles jerárquicos de la leyenda: el primero que considera las categorías de cobertura del territorio más grandes: Superficies Artificiales, Áreas Agrícolas, Bosques y áreas seminaturales, Zonas Húmedas y Cuerpos de agua; el segundo nivel, utilizado para escalas entre 1:500.000 y 1:1.000.000, y del tercer hasta el sexto nivel, empleados para estudios a escala 1:100.000 (IDEAM, 2010b). De forma complementaria se consideran los biomas identificados en el Mapa Nacional de Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia, que según el IDEAM et al. (2007) corresponden a tres grandes biomas y 32 biomas (Tabla 11).

Gran bioma	Bioma
Desierto tropical	Zonobioma del desierto tropical de La Guajira y Santa Marta
	Helobioma de La Guajira
Bosque secotropical del Caribe	Zonobioma seco tropical del Caribe
	Halobioma del Caribe
	Zonobioma alterno hídrico y/o subxerofítico tropical del Alto Magdalena
	Zonobioma alterno hídrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca
	Helobiomas del Valle del Cauca
Bosque húmedo tropical	Zonobioma húmedo tropical de la Amazonia y Orinoquia
	Helobiomas de la Amazonia y Orinoquía
	Peinobiomas de la Amazonia y Orinoquía
	Litobiomas de la Amazonia y Orinoquía
	Zonobioma húmedo tropical del Pacífico y Atrato
	Helobiomas del Pacífico y Atrato
	Halobiomas del Pacífico
	Zonobioma húmedo tropical del Magdalena y Caribe
	Helobiomas del Magdalena y Caribe
	Zonobioma húmedo tropical del Catatumbo
	Helobiomas del Río Zulia
	Orobiomas bajos de los Andes
	Orobiomas medios de los Andes
	Orobiomas altos de los Andes
	Orobiomas azonales de Cúcuta
	Orobiomas azonales Río Dagua
	Orobiomas azonales del Río Sogamoso
	Orobiomas azonales del Valle del Patía
	Helobiomas andinos

Gran bioma	Bioma
Bosque húmedo tropical	Orobioma de San Lucas
	Orobioma de La Macarena
	Orobioma del Baudó-Darién
	Orobioma bajo de Santa Marta y Macuira
	Orobioma medio de Santa Marta
	Orobioma alto de Santa Marta

Tabla 11: Grandes biomas y biomas de Colombia

La Tabla 12 sintetiza los rangos de aptitud que puede asignarse a una unidad de cobertura, así como las unidades consideradas dentro del análisis como No Aptas para la ZPFC. En el Anexo 3 se presentan las categorías de Aptitud para el criterio de cobertura vegetal asociado al tipo de bioma donde se encuentre esta unidad.

COD_COB	COBERTURA	COD_COB	COBERTURA
1.1.1	Tejido urbano continuo	3.2.1.1.2.2	Herbazal denso inundable arbolado
1.1.2	Tejido urbano discontinuo	3.2.1.2.1	Herbazal abierto arenoso
1.2.1	Zonas industriales y comerciales	3.2.1.2.2	Herbazal abierto rocoso
1.2.2	Red vial ferroviaria	3.2.2.1	Arbustal denso
1.2.3	Zonas portuarias	3.2.2.2	Arbustal abierto
1.2.4	Aeropuertos	3.2.2.2.1	Arbustal abierto esclerófilo
1.2.5	Obras hidráulicas	3.2.2.2.2	Arbustal abierto mesofilo
1.3.1	Zonas de extracción minera	3.2.3	Vegetación secundaria o en transición
1.3.1.2	Explotación de hidrocarburos	3.2.3.1	Vegetación secundaria alta
1.3.1.6	Explotación de sal	3.2.3.2	vegetación secundaria baja
1.3.2	Zonas de disposición de resi-duos	3.3.1	Zonas arenosas naturales
1.4.1	Zonas verdes urbanas	3.3.1.1	Playas
1.4.2	Instalaciones recreativas	3.3.1.2	Arenales

COD_COB	COBERTURA	COD_COB	COBERTURA
2.2.5	Cultivos confinados	3.3.1.3	Campos de dunas
3.1.1.1.1	Bosque denso alto de tierra firme	3.3.2	Afloramientos rocosos
3.1.1.1.2	Bosque denso alto inundable	3.3.3	Tierras desnudas y degradadas
3.1.1.1.2.1	Bosque denso alto inundable heterogéneo	3.3.4	Zonas quemadas
3.1.1.1.2.3	Palmares	3.3.5	Zonas glaciares y nivales
3.1.1.2.1	Bosque denso bajo de tierra firme	4.1.1	Zonas pantanosas
3.1.1.2.2	Bosque denso bajo inundable	4.1.2	Turberas
3.1.2.1.1	Bosque abierto alto de tierra firme	4.1.3	Vegetación acuática sobre cuerpos de agua
3.1.2.1.2	Bosque abierto alto inundable	4.2.1	Pantanos costeros
3.1.2.2.1	Bosque abierto bajo de tierra firme	4.2.2	Salitral
3.1.2.2.2	Bosque abierto bajo inundable	4.2.3	Sedimentos expuestos en baja mar
3.1.3	Bosque fragmentado	5.1.1	Ríos
3.1.3.1	Bosque fragmentado con pastos y cultivos	5.1.2	Lagunas, lagos y ciénagas naturales
3.1.3.2	Bosque fragmentado con vegetación secundaria	5.1.3	Canales
3.1.4	Bosque de galería y ripario	5.1.4	Cuerpos de agua artificiales
3.2.1.1.1	Herbazal denso de tierra firme	5.1.4.1	Embalses
3.2.1.1.1.1	Herbazal denso de tierra firme no arbolado	5.1.4.2	Lagunas de oxidación
3.2.1.1.1.2	Herbazal denso de tierra firme arbolado	5.1.4.3	Estanques para acuicultura continental
3.2.1.1.1.3	Herbazal denso de tierra firme con arbustos	5.2.1	Lagunas costeras
3.2.1.1.2	Herbazal denso inundable	5.2.2	Mares y océanos
3.2.1.1.2.1	Herbazal denso inundable no arbolado	5.2.3	Estanques para acuicultura marina

Tabla 12: Zonas no aptas (N1) de unidades de coberturas de la tierra escala 1:100.000

- Las unidades de cobertura con **aptitud A1**, corresponden a zonas dedicadas a usos agrícolas o pecuarios, donde predominan las áreas de pastos y los cultivos permanentes para la producción de materias primas industriales y fibras. Son áreas que por su productividad y cobertura actual cumplen con las condiciones idóneas, para el establecimiento de plantaciones forestales comerciales, sin que el cambio de cobertura resienta ambientalmente la zona.
- Las áreas de **aptitud A2** son zonas dedicadas a usos agrícolas o pecuarios, donde predominan los pastos y los cultivos permanentes o transitorios para la producción de alimentos, adicionalmente incluye algunos herbazales densos de tierra firme (el grado de aptitud de esta cobertura depende del bioma asociado a la misma). Estas zonas cumplen con las condiciones necesarias para el establecimiento de plantaciones forestales comerciales, pero un cambio de cobertura puede afectar la producción de alimentos básicos y algunas zonas que aún poseen algún grado de naturalidad.
- Las áreas de **aptitud A3**, corresponden a coberturas donde predominan los cultivos de ciclo corto o permanentes dedicados a la producción de alimentos; también agrupa algunas unidades de coberturas naturales y seminaturales que pueden ser marginalmente aptas para la actividad forestal (poseen características ambientales relevantes), por lo tanto un cambio de cobertura puede llegar a tener un impacto considerable sobre las condiciones naturales y productivas de la zona.
- Las áreas **N1** o zonas excluidas técnicamente, están referidas principalmente a las coberturas naturales y seminaturales, las áreas húmedas, las superficies de aguas y los territorios artificializados. La categoría de aptitud N1 identifica principalmente aquellas áreas que por sus características naturales deben mantener su cobertura actual, por lo tanto no pueden establecerse plantaciones forestales comerciales.

Finalmente, de acuerdo con la reclasificación coberturas-biomas se establece que los herbazales densos de tierra firme, la vegetación secundaria baja y las zonas quemadas, en algunos casos puntuales no son totalmente excluyentes y pueden ser áreas con baja aptitud (A3) para la reforestación comercial. El resultado de los análisis realizados anteriormente mostro que una misma unidad de cobertura podía tener diferentes grados de aptitud (A1, A2, A3 o N1), esto se explica porque la aptitud no solo depende de las unidades cobertura sino del bioma, lo cual marca diferencias entre coberturas del mismo tipo. A continuación se amplía la información relacionada con estas coberturas (Tabla 13).

Unidad de cobertura	Análisis de la Aptitud
Pastos limpios Pastos enmalezados Pastos arbolados	Su aptitud se definió de la relación "cobertura-bioma", considerando que entre mayor sea la presión sobre un bioma menor será la aptitud; Adicionalmente, si dicho bioma posee condiciones importantes en términos de biodiversidad, ubicación (zonas altas), condiciones ambientales extremas (sequias, temperatura y humedad) se reduce en mayor grado la aptitud, siendo la especialización de los biomas que por características únicas (Helobiomas y Halobiomas) uno de los elementos que limitan en un alto grado el establecimiento de las plantaciones forestales comerciales. Con base en estas consideraciones se estableció que estas coberturas pueden tener aptitud A1, A2 o A3.

Unidad de cobertura	Análisis de la Aptitud
Plantación forestal	Se considera que las áreas aptas para plantaciones forestales deben localizarse en zonas con una alta capacidad productiva y de renovación, en las cuales el desarrollo de actividades forestales comerciales no genere una presión adicional sobre los recursos naturales. Asimismo, las plantaciones localizadas en biomas con condiciones peculiares de suelos y vegetación zonal, tienen una aptitud marginal para el establecimiento de plantaciones forestales comerciales. De acuerdo a lo anterior se definió que esta cobertura solo aplicaba en dos categorías A1 y A3.
Herbazal denso de tierra firme	La cobertura de pastos limpios puede confundirse con la clase herbazal denso de tierra firme no arbolado y su diferenciación en las zonas de sabanas naturales debe apoyarse en información complementaria (Ideam, 2010b). Por lo anterior, se identificaron zonas en donde esta clase, a pesar de ser una cobertura natural no debería ser excluida por completo de la actividad forestal (sabanas de la Orinoquía y de la región Caribe). Dadas las connotaciones ambientales de esta cobertura se determinó que su aptitud debería ir de marginal a No apto, ya que se ubica en biomas con condiciones ambientales especiales y relevantes en términos de biodiversidad.
Vegetación secundaria	La vegetación secundaria o en transición, puede presentar confusión en el proceso de interpretación con los pastos enmalezados y con los pastos arbolados; para su identificación y diferenciación se requiere el apoyo de información complementaria (Ideam, 2010b). Por ello fue necesario definir algunas zonas que no deberían ser excluidas de la zonificación asignándoles un grado de aptitud marginal (A3) principalmente en el Pacífico, el Caribe y la región Andina.
Zonas quemadas	Considerando que esta cobertura se localiza en territorios como bosques, cultivos, sabanas y arbustales, se definió que de acuerdo con la relevancia y las condiciones especiales en términos de diversidad del bioma, la aptitud de estas áreas para el establecimiento de plantaciones forestales comerciales, podía ir de marginal a no apto.

Tabla 13: Análisis de la aptitud para cobertura particulares

Integridad Ecológica (IE)

La integridad ecológica es un estimador de la calidad ambiental, útil en la planificación y toma de decisiones para la conservación (Parrish et al., 2003). Se refiere a la "…habilidad de un ecosistema para soportar y mantener una comunidad balanceada y adaptada, de organismos con una composición de especies, diversidad y organización funcional comparable con aquella de los hábitats naturales en una región". Por su parte, Mackey (s.f.) define la IE como una medida del funcionamiento permanente saludable o apropiado de los ecosistemas en un territorio, así como a la provisión continuada de recursos naturales y servicios ecosistémicos (autogenerados y auto sostenibles), 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 (Mackey, s.f.).

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. La integridad ecológica incorpora dinámicas tendientes a: a) proteger y restaurar la integridad de los sistemas ecológicos, con especial preocupación por la diversidad biológica y los procesos naturales que

sustentan la vida; b) evitar dañar con el mejor método de protección ambiental disponible y cuando el conocimiento sea limitado, proteger con precaución; c) adoptar patrones de producción, consumo y reproducción que salvaguarden la capacidad de regeneración de los ecosistemas, los derechos humanos y el bienestar de las comunidades; y d) impulsar al estudio de la sostenibilidad ecológica y promover el intercambio abierto y la extensa aplicación del conocimiento adquirido.

Existen diferentes metodologías para estimar la integridad ecológica en función de la escala de trabajo. Algunas abordan algunos elementos estructurales (Mackey, s.f.), en tanto que otras involucran análisis más complejos como la distribución de fragmentos, distancia a ecosistemas de referencia y coherencia ecológica de los usos del suelo con funciones de conservación al interior de paisajes agrícolas (Andreasen et.al., 2001; Vélez & Gómez, 2008). Debido a la disponibilidad de información a escala nacional, en la ZPFC, la IE se interpreta a partir de su componente estructural, seleccionando los siguientes indicadores como medida de la salud de los ecosistemas o estado de conservación:

- Conectividad estructural de las Coberturas Naturales (CECN),
- Índice de Naturalidad por subzonas hidrográficas (INAT)
- Áreas de concentración de especies sensibles en el territorio (ACES)

$$IE = a(CECN) + b(INAT) + c(ACES)$$

El modelo parte de la premisa que la aptitud forestal comercial varía en **relación inversa** con la Integridad Ecológica del territorio, de manera que aquella es baja donde existen altos valores ecológicos de conservación (AVC) pues deben primar las prácticas de preservación, conservación o restauración; la aptitud se incrementa en lugares donde dicha integridad es reducida debido a la transformación del paisaje o ausencia de dichos AVCs. Se asume que en las áreas de cobertura potencial boscosa, el establecimiento forestal puede coadyuvar al mejoramiento del entorno, la recuperación de algunos atributos ecosistémicos perdidos o incluso la rehabilitación funcional parcial del mismo debido a que los turnos de aprovechamiento forestal puedan incorporar periodos de descanso al suelo más prolongados que los permitidos en otras prácticas productivas.

Conectividad estructural de las coberturas naturales (CECN): es una medida a escala del paisaje transformado permite dar una aproximación rápida sobre la continuidad de los hábitats,



como espacio vital requerido para el mantenimiento de la biodiversidad natural y el desarrollo de las funciones ecosistémicas. Para el análisis se toman todos los tipos de coberturas naturales y seminaturales del Mapa de Coberturas de la Tierra para Colombia, como objeto de conectividad, y se realiza el análisis de fragmentación a través de métricas del paisaje (empleando una distancia euclidiana de 1000 m entre núcleos), y de resistencia de la matriz para su restablecimiento, o el establecimiento de algún tipo de cobertura forestal.

La conectividad estructural así obtenida se distribuye en un rango entre 0 – 1, en donde cero **(0) representa la menor conectividad** y uno **(1) la mayor** conectividad, y se reclasifica en términos de la aptitud para establecimiento de plantaciones forestales comerciales.

El índice de naturalidad (INAT): permite estimar la cantidad de espacios naturales destinados a garantizar la prestación de servicios ecosistémicos en una unidad territorial determinada. A su vez, la naturalidad se entiende como "aquella cualidad de un ecosistema, o alguna parte de él, que da a conocer su grado de independencia respecto de la acción del hombre, o lo que es igual, lo escaso de la influencia transformadora del hombre" (Núñez, 2003; en Espinosa & Sandoval, 2009; Machado, 2004). En este estudio se emplea la naturalidad del territorio, no la de los ecosistemas que lo componen cuyo análisis requiere mayor documentación y análisis cuantitativo sobre el estado de las comunidades a su interior. Para ello se cuantifica la extensión de todos los tipos de coberturas naturales (vegetación y recursos hídricos) según la clasificación de CLC, en relación con las subzonas hidrográficas del Estudio Nacional del Agua (IDEAM, 2010c), por cuanto estas unidades se constituyen en unidades funcionales de paisaje, que permiten reconocer al agua como elemento vital de integralidad y sistémico, determinante de los ciclos y procesos de la naturaleza y estructurante del medio natural, adicionalmente decisivo en los procesos de ordenamiento ambiental territorial y de las dinámica de los procesos sociales y productivos.

INAT = Superficie de coberturas naturales / tamaño de subzona hidrográfica

Se establecen los rangos del INAT de acuerdo con la argumentación de Márquez (2003) sobre el carácter estratégico de las coberturas naturales, y se reclasifican en términos de su aporte a la aptitud para plantaciones forestales comerciales (Tabla 14).

Rango (%)	Descripción	Código de Aptitud
0 – 5 5 – 30	INAT muy baja – vital INAT baja – estratégica	A1
30 – 50 50 – 75	INAT moderada INAT alta	A2
75 – 100	INAT muy alta – amortiguación	A3

Tabla 14: Ponderación de la variable Índice de Naturalidad – INAT de la Integridad Ecológica – IE (Adaptado a partir de Márquez, 2003)



Concentración de especies sensibles o endémicas (ACES): permite identificar lugares donde existen elementos de biodiversidad con un reconocimiento en términos de su necesidad de protección, por encontrarse en niveles poblacionales reducidos o altamente amenazados, rangos de distribución muy reducidos, que ponen en riesgo su supervivencia, y que por tanto requieren medidas prioritarias para su conservación al no estar cubiertas bajo ninguna figura de protección legal. En el estudio, esta variable se mide a través de la Densidad de especies sensibles por kilómetro cuadrado, en áreas prioritarias de conservación (APCs) 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[5].

Para incorporar esta información, se toman los Objetos de Conservación (Odc) de filtro fino y de filtro grueso de los estudios anteriormente mencionados, 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 la actividad de reforestación comercial. Para este análisis se asigna a cada polígono de APC (tamaño medido en Km2), el valor identificado en el estudio del número de especies sensibles objeto de protección, para obtener un valor de densidad o concentración de especies.

ACES = N (spp) / tamaño del APC (Km2)

Mayores valores de ACES, menor aptitud forestal

Para aquellos polígonos sin información se asume el mínimo valor registrado bajo la premisa que existe por lo menos una especie sensible o endémica.

Los rangos de aptitud para esta variable se presentan en la Tabla 15.

Rango (ln D)	Descripción	Código
Menor a -10,02	Áreas sin identificación de APC	A1
-10,02 – -5,72 -5,71 – f -2,77	APCs muy baja de especies sensibles APCs baja de especies sensibles	A2
-2,76 – -1,42 -1.42 – -0,06 -0,05 – 6,42	APCs moderada de especies sensibles APCs alta de especies sensibles APCs muy alta de especies sensibles	A3

Tabla 15: Ponderación de la variable concentración de especies sensibles o endémicas ACES de la Integridad Ecológica

Los datos se transformaron a Logaritmo natural

Para la integración de estas variables se realiza una matriz de valoración multicriterio, la cual identifica la importancia relativa de las tres variables entre sí (Tabla 16). De acuerdo con esta valoración, se realiza el análisis con el software PRIEST, a partir del cual se establece el valor de importancia relativa de cada una para obtener el mapa final de Integridad Ecológica.

5 El alcance de esta variable por disponibilidad de información, no incluye la región amazónica, donde es posible encontrar sitios con altas concentraciones de especies sensibles o endémicas (valores bajos de aptitud forestal), por lo que el mapa generado presenta esta limitación, y requiere su actualización cuando se disponga de información homologable.

a_{CECN} = 0,6175; $b_{\%NAT}$ = 0,2968; y c_{ACES} = 0,0856, con una consistencia de 0,94

La IE varía inversamente proporcional con la aptitud forestal comercial. Entre mayor IE, la actividad de reforestación comercial es una actividad menos compatible, toda vez que el proceso productivo, y en especial la fase de extracción constituye una alteración que pone en riesgo la integridad en ecosistemas.

Integridad Ecológica	Conectividad	Concentración de especies	% Naturalidad
Conectividad	1	5	3
Concentración de especies	–	1	1/5
% Naturalidad	–	–	1

Tabla 16: Matriz de ponderación para las variables del criterio de Integridad Ecológica

Amenaza por incendios de la cobertura vegetal

Entre los riesgos que de forma recurrente sufren los entornos naturales y antrópicos se destacan los derivados de los incendios de la cobertura vegetal ocasionados generalmente por acción del hombre, cuya recurrencia además de poner en grave peligro a personas y bienes, puede afectar gravemente a la cobertura vegetal provocando efectos indeseables como la pérdida biodiversidad, la erosión de suelos, severos procesos de desertificación, merma de recursos hídricos, colmatación de embalses e inundaciones, entre otros (Ideam, 2009).

Los incendios de la cobertura vegetal son uno de los mayores peligros para las plantaciones forestales comerciales, ya que estos eventos pueden llegar a afectar desde unos pocos árboles, hasta destruir una plantación por completo; generando pérdidas económicas e impactos ambientales negativos en el suelo, la fauna y la flora cercanos a las plantaciones.

En este contexto, la Zonificación para plantaciones forestales con fines comerciales a escala 1:100000, establece como uno de los criterios para definir la aptitud de una zona la amenaza por incendios de la cobertura vegetal, entendiendo como amenaza total de incendios de la cobertura vegetal el peligro latente que representa la posible manifestación de este fenómeno, esta amenaza total se expresa como la probabilidad de que un evento de este tipo se presente con una cierta intensidad, en un sitio específico y en un tiempo determinado, con el fin de expresar esta probabilidad se considera las siguientes categorías: Muy Baja, Baja, Moderada, Alta y Muy Alta (Ideam, 2009). A continuación se relacionan los factores que conforman la amenaza (Tabla 17).



Factores	Descripción
Susceptibilidad de la vegetación a incendios de la cobertura vegetal	La susceptibilidad de la vegetación a incendios de la cobertura vegetal es una variable de vital importancia para el análisis de la amenaza, ya que se relaciona con aquellas características que le brindan cierto grado de probabilidad a la vegetación de incendiarse, propagar y mantener el fuego. Se analiza por medio de la identificación y valoración de la condición pirogénica de la vegetación (Páramo, 2007 citado por Ideam 2009). El análisis de esta variable está dado por el tipo de combustible vegetal predominante por bioma y ecosistema, la duración del tipo de combustible dominante (horas de ignición) y la carga total de combustible.
Precipitación	La precipitación, es un factor climático de muy alta importancia que influye directamente sobre la humedad y la cantidad de combustible presente (vegetación), lo cual conlleva a que exista una mayor o menor disponibilidad de combustible de fácil ignición y con mayor probabilidad de ser afectado por el fuego (Ideam, 2009).
Temperatura	El clima es un factor fundamental en la generación y la propagación de los incendios de la cobertura vegetal, ya que determina la duración y la severidad de las estaciones secas y calurosas en un área geográfica determinada. La temperatura influye directamente sobre la humedad, esta a su vez hace que la vegetación sea más o menos resistente a la afectación del fuego, lo que conlleva a que exista una mayor disponibilidad de combustible de fácil ignición y con mayor probabilidad de ser afectado por el fuego (Ideam, 2009).
Velocidad del viento	La variable de vientos tiene efectos directos e importantes sobre la generación y propagación de un incendio, ya que a mayor velocidad del viento mayor será la intensidad y la velocidad de propagación del mismo, asimismo, el viento aporta mayores cantidades de oxígeno a la reacción de combustión, haciéndola más eficiente, desecando la vegetación y sirviendo como mecanismo de transporte de chispas hacia áreas no afectadas (Ideam, 2009).
Radiación solar	La radiación es la responsable del aumento en la temperatura y humedad relativa del aire, así como de la temperatura y la humedad de los combustibles (Ideam, 2009).
Frecuencia de incendios de la cobertura vegetal	Información contenida en los partes de incendios acaecidos durante el periodo 1986-2005, se realiza el análisis de la frecuencia, a través del índice que refleja la frecuencia de incendios, referido al área municipal (Ideam, 2009).
Pendientes	La topografía se relaciona directamente con el grado de amenaza que existe en una determina región del país, la propagación del fuego aumenta con el ángulo que ofrece la superficie al frente de llamas. Por ello, la propagación a favor de la pendiente es rápida y peligrosa. Los incendios no ocurren al azar, sino que son más frecuentes en ciertas posiciones topográficas. Aunque la topografía no cambia, sí cambia la vegetación, sobre todo tras el fuego. Esto hace que la peligrosidad de un sitio dado varíe con el tiempo en la medida que cambie la vegetación y según las condiciones topográficas del lugar donde ésta se asiente (Ideam, 2009).

Tabla 17: Variables consideradas en el Mapa total de amenaza por incendios de la cobertura vegetal

El criterio de aptitud amenaza por incendios forestales, se construye reclasificando las categorías del mapa de amenaza total de incendios de la cobertura vegetal, como lo muestra la Tabla 18:

Categoría de amenaza	Categoría de Aptitud	Descripción
Muy Baja	A1	Alta aptitud para actividad forestal comercial
Baja		
Moderada		
Alta	A2	Media aptitud para actividad forestal comercial
Muy Alta		

Tabla 18: Rangos del criterio Aptitud para la actividad forestal comercial frente a la amenaza de incendios de la cobertura vegetal

Como se observa en la tabla anterior, el criterio solo tiene dos categorías (A1 y A2), esto implica que en la aptitud por amenazas de incendios de la cobertura vegetal no se consideran zonas con baja aptitud o excluyentes; a pesar de que los incendios de la cobertura vegetal son una amenaza latente para las plantaciones forestales también son mitigables, ya que bajo unas estricta y rigurosa planificación que incluya medidas de control y prevención de incendios, estos eventos pueden ser prevenidos en la mayor parte de los casos o controlados.

Exclusiones técnicas por ecosistemas estratégicos

De acuerdo con Márquez (2003), los ecosistemas estratégicos son aquellos que juegan un papel fundamental en el sostenimiento vital de los procesos naturales, sociales, económicos, ecológicos o de otra índole, como por ejemplo, las fuentes de agua o alimentos.

La utilidad de los diferentes ecosistemas, y por ende su carácter como ecosistema estratégico se basa en que proveen ciertos servicios, entre ellos:

- Satisfacción de necesidades básicas, como el aprovisionamiento de agua y aire;
- Productividad: calidad del suelo y clima para el crecimiento de los cultivos en condiciones óptimas;
- Equilibrio natural, de tal forma que se pueda modelar y predecir el comportamiento del clima y regular los ciclos hidrológicos y climáticos;
- Asimilación de desechos, debido a la función de algunos ecosistemas como sumideros y vertederos;
- Relacionamiento social, como elementos culturales y simbólicos;
- Prevención de riesgos, debido a la función de soporte y control del impacto de los fenómenos naturales;
- Provisión de recursos naturales, como la pesca y la madera.

En Colombia, el Decreto 1640 de 2012 plantea en su Art. 2., la existencia de ecosistemas de importancia estratégica para la conservación de recursos hídricos, entendiéndolo 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.

Los ecosistemas y zonas que la legislación ambiental colombiana ha priorizado en su protección, tales como: **páramos, subpáramos, nacimientos de aguas, humedales, rondas hídricas, zonas de recarga de acuíferos, zonas costeras, manglares, estuarios, meandros, ciénagas u otros hábitats similares de recursos hidrobiológicos, los criaderos y hábitats de peces, crustáceos** (Morales et. al., 2012, también incluyen los bosques, humedales y sabanas), por su carácter



como áreas de especial importancia ecológica en la prestación de servicios ecosistémicos, son considerados como ecosistemas estratégicos y gozan de protección especial. No obstante, este reconocimiento no representa una restricción de uso, por lo que las autoridades ambientales deberán adelantar las acciones tendientes a su conservación y manejo, las que podrán incluir su designación como áreas protegidas bajo alguna de las categorías de manejo previstas en el presente decreto.

La zonificación para plantaciones forestales comerciales se articula a estos lineamientos de protección de los ecosistemas estratégicos en el país, para lo cual incorpora la delimitación oficial vigente de los siguientes ecosistemas y áreas de especial importancia ambiental:

- Páramos
- Humedales
- Manglares
- Bosques secos tropicales
- Rondas hídricas

En estas áreas se plantea que deben primar los valores de conservación sobre los de producción industrial, por lo cual constituyen exclusiones técnicas para la reforestación comercial en el contexto del Certificado de Incentivo Forestal CIF (Figura 6).



Figura 6: Exclusiones técnicas por ecosistemas estratégicos.

3.2.3 COMPONENTE SOCIOECONÓMICO

Para la implementación de la actividad forestal comercial, desde el punto de vista socioeconómico, no son sólo importantes aspectos inherentes al negocio forestal, es decir económicos, sino también son claves los elementos de contexto social y político que se dan en un determinado territorio. En tal sentido, el componente socioeconómico considera criterios y variables que dan cuenta de la capacidad de un espacio territorial determinado, en este caso el municipio, para generar las condiciones de producción, que promuevan un desarrollo económico sostenido de las plantaciones forestales con fines comerciales y a la vez contribuyan a mejorar de forma permanente las condiciones de vida y bienestar de los habitantes y, en particular, de los empresarios y familias dedicadas al negocio forestal.

Metodológicamente, la información se agrupa en dos temáticas, la primera enfocada a identificar aspectos propicios para un ambiente competitivo, mientras la segunda analiza el contexto social de los territorios objeto de análisis. Como unidad de análisis se toma el municipio dado que gran parte la información está desagregada a este nivel. Igualmente, dentro del marco normativo asociado con el componente, se encuentran territorios que por sus condiciones culturales y sociales son analizados bajo el concepto de condicionantes, es decir, territorios donde se deben implementar etapas de concertación con actores locales o considerar situaciones del contexto que pueden afectar de forma determinante un emprendimiento productivo. Por último, desde los criterios socioeconómicos, ningún territorio es declarado como no apto para la ZPFC.

Desde esta perspectiva, este componente analiza ocho (8) criterios conformados por 29 variables que involucran la competitividad económica, las condiciones sociales de la población, el soporte de infraestructura y logística e institucional que pueden favorecer la producción forestal, así como aspectos referentes al tamaño, distribución y costo de tierras rurales.

Los criterios y variables son seleccionados de acuerdo con: i) relevancia y pertinencia, ii) disponibilidad periódica de la información municipal y de cadenas productivas provenientes de fuentes de información oficial, iii) accesibilidad a la información de cada variable, en términos de tiempos del proyecto y iv) coherencia y consistencia de la información. A continuación, se describe cada criterio socioeconómico usado en la ZPFC:

Indicadores económicos municipales

Se define para efectos del estudio como la asignación de recursos financieros e incentivos a nivel departamental o municipal en un entorno macroeconómico que considera el desempeño económico y la capacidad productiva de la región e incide en el desarrollo del negocio de las plantaciones forestales comerciales. Su inclusión dentro de la zonificación orienta al inversionista o agencias del Gobierno para la toma de decisiones regionales de política o de inversión. Este criterio está conformado por tres variables: PIB, irrigación de recursos de crédito otorgados al sector forestal e incentivos CIF. La aptitud competitiva de un municipio es directamente proporcional al desempeño económico.

Distribución y tamaño de los predios

La distribución de los predios es la forma como se relacionan los propietarios con los predios rurales, a través de una función de tenencia que permite establecer una estructura, identificando los rangos de tamaño de los predios y la frecuencia de propietarios en estos rangos. Dentro de los rangos se puede identificar el microfundio, el minifundio, pequeña, mediana y gran propiedad, y estructuras unimodales, bimodales o multimodales (UPRA, 2013). Para el caso de las plantaciones forestales con fines comerciales, su análisis es importante ya que existe una relación implícita entre la estructura de la propiedad y la posibilidad de adelantar



plantaciones forestales con fines comerciales, donde se considera que la oferta de predios de mayor extensión favorece el desarrollo de la actividad desde el punto de vista de la productividad, la rentabilidad y la competitividad.

Costo de tierras rurales

Consiste en la determinación del valor de los predios rurales, obtenido mediante su avaluó catastral, el cual está en función de la sumatoria de ponderaciones del precio del valor intrínseco del suelo, de los cultivos, del bosques naturales y de las mejoras construidas sobre el suelo, entre otros aspectos. La tierra es un factor que incide en las relaciones sociales, políticas y económicas que se dan dentro una nación y el acceso a ella es determinante para cualquier actividad económica. El análisis de costo de la tierra para la Zonificación de plantaciones forestales con fines comerciales, es importante en el proceso de toma de decisiones para el inversionista, proporcionándole elementos para adelantar eventuales transacciones comerciales relacionadas con el tema en el marco de la puesta en marcha de la actividad. En el caso del valor de la hectárea, lo deseable es acceder a predios de menor valor, de modo que se incentive la inversión.

Mercado laboral

Permite identificar en los municipios algunas condiciones que afectan de manera positiva o negativa, el acceso a mano de obra competente para las necesidades del sector forestal comercial. Comprende la disponibilidad de mano de obra interesada en participar activamente en el mercado de trabajo, la cobertura de profesionales y técnicos en materia forestal, al igual que los niveles de educación superior y tasas de alfabetización existentes.

Infraestructura y logística

Uno de los aspectos más relevantes para analizar la competitividad es la disponibilidad de infraestructura (vial, fluvial y férrea), que se

relaciona con la eficiencia de los mercados y permite que las cadenas productivas crezcan en forma sostenida, facilitando la interacción entre las unidades económicas y sociales. Particularmente, el criterio se enfoca en la cercanía de las plantaciones forestales comerciales a zonas con alta competitividad en materia de infraestructura y logística disminuyendo los costos de inversión por transporte de la madera a los centros de procesamiento. Integra el análisis de aspectos como la disponibilidad y cercanía de infraestructura vial y fluvial para el transporte de la producción forestal de plantaciones comerciales, así como la cercanía a puertos, centros de transformación de la madera y cobertura de energía.

Seguridad ciudadana

Analiza las condiciones que permitan identificar si existe un buen clima de inversión en relación con el orden público del municipio o la zona del proyecto. Este criterio es de gran importancia en diferentes escalas de acción y no sólo se expresa en crecimiento económico, sino también en graves problemáticas sociales como el desplazamiento forzado, altos índices de homicidios, desempleo, deslegitimación de las instituciones y fragmentación del capital social. Por lo tanto, su análisis y seguimiento es fundamental, puesto que es un aspecto estructural para la formulación de proyectos productivos de tardío rendimiento.

Institucionalidad

Comprende la presencia institucional del Estado y la banca en un municipio, cuyo apoyo conduce a la competitividad. Identifica condiciones externas a la plantación, pero que tienen que ver directamente con el desempeño del entorno, en términos de oferta institucional con un enfoque al sector forestal. Dentro de las variables que componen el criterio se encuentran un indicador de desempeño fiscal y la presencia del SENA, ICA y Corpoica como instituciones que brindan apoyo al sector en materia de asesoría técnica.

Condiciones de vida

Es indicativo del desarrollo de las regiones ligado estrechamente al concepto de competitividad, al igual que a factores exógenos que de una u otra manera han afectado su desarrollo, el ingreso real y la calidad de vida de la población. En términos de formulación de políticas públicas, es importante la identificación y priorización de las áreas con mayores índices de pobreza, en tanto permite el desarrollo de acciones diferenciales, acordes con los contextos y necesidades de las comunidades.

Dado que dentro de este componente, el concepto de competitividad es la base para la construcción e interpretación de los criterios, se utilizan indicadores que miden esta competitividad: Para variables cuantitativas (continuas o discretas) el Índice de Competitividad (IC) es una herramienta de aplicación regular y sistemática que detecta los cambios relativos de competitividad y ranquea los municipios para saber su grado de competitividad frente a los demás municipios del país. La mayoría de este tipo de variables se evalúa a través del IC. Para variables que usan indicadores de distancia y áreas de influencia (vial, fluvial, centros de procesamiento, etc.) así como con presencia y/o ausencia de instituciones, la valoración se efectúa de acuerdo con el criterio del experto.

El Índice de Competitividad se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Índice de competitividad} = (I\text{-}MIN) / (MAX\text{-}MIN)$$

Dónde:
I: Es el valor de la variable i en el municipio objeto de estudio
MIN: Es el valor mínimo existente de la variable i en los municipios del país
MAX: Es el valor máximo existente de la variable i en los municipios del país

El Índice de Competitividad varía entre 0 y 1, donde o es el municipio con la aptitud menos competitiva en una determinada variable.

Una vez calculado el Índice de Competitividad de la variable objeto de estudio en cada uno de los municipios del país, se clasifica éste Índice según su Aptitud Competitiva en los siguientes rangos:

- A1: Aptitud Competitiva alta que tiende a 1
- A2: Aptitud Competitiva media
- A3: Aptitud Competitiva baja que tiende a 0

Finalmente para espacializar el criterio, cada variable se reclasifica asignándole un valor de 1 a 3 que puede ser A1 = 1, A2 = 2 y A3 = 3 o viceversa de acuerdo con el significado de la variable dentro del componente. Ejemplo: si el criterio se compone de tres variables, cada una de estas tiene tres aptitudes competitivas a las cuales se les asigna un valor. Finalmente, el criterio es evaluado a partir de la suma de cada variable involucrada, donde el experto temático asigna los rangos de aptitud competitiva visualizando la distribución espacial del criterio como una manera de validar la consistencia lógica y espacial de la calificación.

La Tabla 19: Matriz Multidimensional de Competitividad, muestra los criterios socioeconómicos, definidos para la zonificación forestal con fines comerciales.

Finalmente, el Anexo 7 presenta las fichas metodológicas de cada criterio del componente físico, el Anexo 8 las del componente socioecosistémico y el Anexo 9 las del componente socioeconómico, las cuales indican la importancia del criterio dentro de la ZPFC, las variables que lo componen, las fuentes y el tratamiento de los datos y el mapa final de resultados.



Criterio	Variables	Indicador usado para medir competitividad	A1	A2	A3
Indicadores Económicos	Producto Interno Bruto Municipal 2012, según Grado de Importancia Económica Municipal (millones de $).	Índice de Competitividad con rangos entre 1 y 0. Se agrupa según Grado de Importancia Económica que según DANE comprende los rangos de 1 a 7.	ÍC de los municipios agrupados en grados de importancia 1 y 2	ÍC de los municipios agrupados en grados de importancia 3 y 4	ÍC de los municipios agrupados en grados de importancia 5,6 y 7
	Valor promedio anual en millones de pesos 2008 a 2012 de los créditos otorgados al sector forestal	Índice de Competitividad con rangos entre 1 y 0.	Créditos mayores a 250 millones con índices >= 0,10)	Créditos menores a 10 millones con índices menores o iguales a 0,0025	Municipios que no registran créditos porque no se han otorgado
	Valor en millones de pesos, hectáreas y cantidad CIF 2008 a 2012		Más de 20 incentivos (IC>= 0,267) Más de 4986 ha (IC>= 0,1932) Contratos mayores a 7.900 millones de pesos (IC>=0.203)	Incentivos entre 5 y 20 (IC 0,0563 a 0,267) Entre 482 y 4986 ha (IC 0,0204 a 0,1932) Contratos entre 480 y 7.900 millones de pesos (IC entre 0.012 y 0.203)	Menos de 5 incentivos (IC <=0,0563) y municipios que no registran incentivos otorgados. Menor a 482 ha (IC <=0,0204) y sin CIF Contratos menores a 480 millones de pesos (IC<=0.012)
	TOTAL CRITERIO	Índice de Competitividad con rangos entre 1 y 0.	Se reclasifican las aptitudes competitivas (A1, A2 y A3) de las variables, asignándoles valores entre 1 y 3, para luego sumarlas. Rango >=6	Se reclasifican las aptitudes competitivas (A1, A2 y A3) de las variables, asignándoles valores entre 1 y 3, para luego sumarlas. Rango entre 4 y 5	Se reclasifican las aptitudes competitivas (A1, A2 y A3) de las variables, asignándoles valores entre 1 y 3, para luego sumarlas. Rango <=3
Costo de las Tierras Rurales	Valor promedio de hectárea en el municipio (ponderada por el número de predios según rangos de tamaño)	Índice de Competitividad con rangos entre 1 y 0.	Se incluyen los valores de los ÍC de la variable asignando valores mayores a 0,998	Se incluyen los valores de los ÍC de la variable asignando valores entre 0,998 a 0,986	Se incluyen los valores de los ÍC de la variable asignando valores menores a 0,986. Se incluyen los predios de municipios en los cuales el registro es cero, es decir no hay predios en circulación comercial.

Criterio	Variables	Indicador usado para medir competitividad	A1	A2	A3
Distribución y Tamaño de Tierras Rurales	Porcentaje de área de los mayores predios en el municipio Porcentaje del número de los mayores predios en el municipio.	Índice de Competitividad con rangos entre 1 y 0.	Se promedian los valores de los ÍC de las dos variables, para obtener el Índice Promedio de Competitividad del cual se seleccionan un rango de valores mayores a 0,0655	Se promedian los valores de los ÍC de las dos variables para obtener el Índice Promedio de Competitividad del cual se seleccionan un rango de valores entre 0,02213 y 0,0655	Se promedian los valores de los ÍC de las dos variables para obtener el Índice Promedio de Competitividad del cual se seleccionan un rango de valores menores a 0,02213. Se incluyen predios en los cuales el registro es cero, es decir no hay predios en circulación comercial.
Infraestructura y logística	Cercanía vial (km)	Kilómetros, con base en lo indicado en A1, A2 y A3.	Vías tipo 1, 2 y 3 con un radio de 8 Km	Vías tipo 1, 2 y 3 con un radio entre 8 y 15 Km	Vías tipo 1 2 y 3 con radio mayor a 15 km
	Cercanía fluvial (km)			Vías tipo 4 con un radio menor a 7 km	
	Cercanía a puertos marítimos y fluviales (km)		Con un radio de 8 Km	Con un radio de 7 Km después de A1	
	Cercanía a centros de transformación de madera (km)		Puertos marítimos un radio menor a 50 Km	de 50 a 150 km del puerto marítimo	Mayor a 150 km
				Puertos fluviales con un radio menor a 50 Km	Mayor a 50 km
			Hasta 70 km del centro de transformación	de 70 a 150 Km del centro de transformación	150 Km en adelante, del centro de transformación

Criterio	Variables	Indicador usado para medir competitividad	A1	A2	A3
Infraestructura y logística	Interconexión Eléctrica Municipal	Área de influencia según conexión	Municipios interconectados	Municipios sin conexión	Municipios sin información
	TOTAL CRITERIO	Se asignaron pesos de acuerdo a la importancia de la variable tomando el siguiente orden: cercanía vial, cercanía a centros de transformación, cercanía fluvial y cercanía a puertos.	Se reclasifican las aptitudes competitivas (A1, A2 y A3) de las variables, asignándoles valores entre 1 y 3, para luego sumarlas y obtener un rango >= 10	Se reclasifican las aptitudes competitivas (A1, A2 y A3) de las variables, asignándoles valores entre 1 y 3, para luego sumarlas y obtener un rango entre 7 y 9	Se reclasifican las aptitudes competitivas (A1, A2 y A3) de las variables, asignándoles valores entre 1 y 3, para luego sumarlas y obtener un rango <= 6
Mercado laboral	Cercanía a centros petroleros (áreas de influencia)	Índice de Competitividad con rangos entre 1 y 0. Y áreas de influencia	Municipios sin influencia de centros petroleros se califican con 0,65	Municipios colindantes con centros petroleros se califican con 0,45	Municipios con explotación se califican con 0,25
	Población Económicamente Activa (%) PEA		Con índices PEA mayores a 40 (>=0.4)	Con índices PEA entre 27,7 y 40 (entre 0.2773 y 0.4)	Con índices PEA menores a 27,7(<= 0.2773) y sin información
	Tasa de Alfabetización (%)		Con tasas de alfabetización mayores a 82,29 (>=0.7624)	Con tasas de alfabetización entre 70,75 y 82,29 (entre 0.6076 y 0.7624)	Con tasas de alfabetización menores a 70,75(<= 0.6076)
	Cobertura de profesionales y técnicos del sector forestal		Hay gran cobertura de técnicos y profesionales (>= 0.66)	Existe cobertura mínima de técnicos y profesionales (0,01 y 0, 66)	Solo hay cobertura de técnicos o no hay cobertura(<= 0,01)
	TOTAL CRITERIO	Índice de Competitividad con rangos entre 1 y 0. Y áreas de influencia	Se reclasifican las aptitudes competitivas (A1, A2 y A3) de las variables, asignándoles valores entre 1 y 3, para luego sumarlas y obtener un rango >=10	Se reclasifican las aptitudes competitivas (A1, A2 y A3) de las variables, asignándoles valores entre 1 y 3, para luego sumarlas y obtener un rango entre 8 y 9	Se reclasifican las aptitudes competitivas (A1, A2 y A3) de las variables, asignándoles valores entre 1 y 3, para luego sumarlas y obtener un rango <=7

Criterio	Variables	Indicador usado para medir competitividad	A1	A2	A3
Seguridad Ciudadana	Promedio tasa de homicidios por municipio 2008 – 2012	Índice de Competitividad con rangos entre 1 y 0.	>=0.95	entre 0.8 y 0.95	<= 0.79
	Promedio acciones armadas por municipio 2008 – 2012		>=0.95	entre 0.8 y 0.95	<= 0.79
	Promedio accidentes e incidentes con minas antipersonas por municipio 2008 - 2012		>=0.95	entre 0.8 y 0.95	<= 0.79
	Promedio desplazamiento forzado - municipios expulsores 2008 – 2012		>=0.95	entre 0.8 y 0.95	<= 0.79
	TOTAL CRITERIO	Índice de Competitividad con rangos entre 1 y 0.	Se reclasifican las aptitudes competitivas (A1, A2 y A3) de las variables, asignándoles valores entre 1 y 3, para luego sumarlas y obtener un rango >= 10	Se reclasifican las aptitudes competitivas (A1, A2 y A3) de las variables, asignándoles valores entre 1 y 3, para luego sumarlas y obtener un rango entre 7 y 9	Se reclasifican las aptitudes competitivas (A1, A2 y A3) de las variables, asignándoles valores entre 1 y 3, para luego sumarlas y obtener un rango <= 6
Institucionalidad	Indicador de desempeño fiscal por municipio 2008 - 2012 (%)	Índice de Competitividad con rangos entre 1 y 0.	>=0.6.	entre 0.3 y 0.59	<= 0.3
	Presencia del SENA (influencia de la Entidad)	Cualitativo según concepto de influencia de la Entidad	Municipio que tiene SENA	Municipio en jurisdicción del SENA	

Criterio	Variables	Indicador usado para medir competitividad	A1	A2	A3
Institucionalidad	Presencia de ICA (influencia de la Entidad)	Cualitativo según concepto de influencia de la Entidad	Municipio que tiene ICA	Municipio en jurisdicción del ICA	
	Presencia de CORPOICA (influencia de la Entidad)	Cualitativo según concepto de influencia de la Entidad	Departamentos que tienen sede	Departamentos en el área de influencia	Departamentos fuera del área de influencia.
	Entidades bancarias por municipio (#)	Número de entidades bancarias	Mayor a 15	Entre 3 y 15	< 3
	TOTAL CRITERIO	Según lo indicado en A1, A2 y A3	Se reclasifican las aptitudes competitivas (A1, A2 y A3) de las variables, asignándoles valores entre 1 y 3, para luego sumarlas y obtener un rango >= 12	Se reclasifican las aptitudes competitivas (A1, A2 y A3) de las variables, asignándoles valores entre 1 y 3, para luego sumarlas y obtener un rango entre 10 y 11	Se reclasifican las aptitudes competitivas (A1, A2 y A3) de las variables, asignándoles valores entre 1 y 3, para luego sumarlas y obtener un rango <= 7
Condiciones de vida	Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas NBI rural	Índice de Competitividad con rangos entre 1 y 0.	Con índices NBI menores a 39,97 (>0.6)	Con índices NBI entre 39,97 y 66,35 (entre 0.3 y 0.6)	Con índices NBI mayores a 66,35 (< 0.3)
	Índice de Condiciones de Vida ICV		Con índices ICV mayores a 60,94(>=0,7227)	Con índices ICV entre 48,97 y 60,94 (entre 0,5807 y 0,7227)	Con índices ICV menores a 48,97(<=0,5807)
	Índice de Pobreza Multidimensional IPM		Con índices IPM menores a 64,51(>=0,462)	Con índices ICV entre 64,51 y 83,08 (entre 0,462 y 0,2196)	Con índices IPM mayores a 83,08 (<0,2196)
	TOTAL CRITERIO	Índice de Competitividad con rangos entre 1 y 0.	Se reclasifican las aptitudes competitivas (A1, A2 y A3) de las variables, asignándoles valores entre 1 y 3, para luego sumarlas y obtener un rango >= 8	Se reclasifican las aptitudes competitivas (A1, A2 y A3) de las variables, asignándoles valores entre 1 y 3, para luego sumarlas y obtener un rango entre 5 y 7	Se reclasifican las aptitudes competitivas (A1, A2 y A3) de las variables, asignándoles valores entre 1 y 3, para luego sumarlas y obtener un rango <= 4

Tabla 19: Matriz Multidimensional de Competitividad

3.2.4 IDENTIFICACIÓN DE EXCLUSIONES Y CONDICIONANTES LEGALES

Esta fase de la metodología identifica la normatividad que afecta la realización de plantaciones forestales con fines comerciales, ya sea de forma excluyente o condicionante. Los lineamientos corresponden a las directrices o reglas que orientan o excluyen un uso determinado del territorio rural, implicando en este caso restricciones legales, o condicionantes para el uso forestal comercial. El carácter excluyente se da donde existen áreas sobre las cuales está prohibida la realización de proyectos productivos, mientras las condicionantes se refieren a impedimentos temporales, que están directamente relacionados con normatividad que limita usos del suelo por interés ambiental, cultural y social.



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

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

Los sitios tenidos en cuenta en este estudio son:

- Áreas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas SINAP en las que se permite un uso compatible con la conservación, y que están sujetas a zonificación interna de conformidad con el Decreto 2372 de 2010

(Distritos de Manejo Integrado DMI, Áreas de recreación).
- Áreas de Importancia para la Conservación de Aves AICAS.
- Humedales de Importancia Internacional – Convención RAMSAR.
- Reservas de la Biósfera (Tratado UNESCO Programa Hombre – Biósfera)
- Zonas de Reserva Forestal de Ley 2da. De 1959
- Resguardos indígenas (CPN, Convenio 1691 de 1989, Ley 21 de 1991)
- Territorios Colectivos de Comunidades Negras Ley 70/1993
- Zonas de Reserva Campesina (Ley 160/1994, Decreto 1777/1996, Acuerdo 024 de 1996)
- Áreas que no han experimentado procesos de deforestación durante los últimos cinco años (Ley 139 de 1994)

A continuación se sintetizan las exclusiones legales y condicionantes legales analizadas en el proyecto (Tabla 20).

Criterio	Exclusión Legal (N2)	Condicionante (C1)	Norma que sustenta
ECOSISTEMA ESTRATÉGICO	Cabeceras de las cuencas de los ríos, arroyos y quebradas (para efecto del estudio se deja para ríos principales- estrellas fluviales debido a que otros elementos no son cartografiables a la escala del proyecto. Las zonas de 30m. de ancho a cada lado de corrientes de agua (aplicables a los que sean cartografiables a escala 1:100.000/)		Decreto 2278/1953 - Ley 2 de 1959
ECOSISTEMA ESTRATÉGICO Y PENDIENTE	Márgenes y laderas con pendientes mayores de 40% (Para el estudio se tomó el límite de 75%)		
SERVICIOS ECOSISTÉMICOS	Áreas con influencia sobre cabeceras y nacimiento de aguas (no es cartografiable a esta escala).		
ÁREAS PROTEGIDAS		Zonas De Reserva Forestal de Ley 2da. Para el estudio se maneja como condicionante, dado que el MADS no tiene aún la zonificación de usos permitidos de la totalidad de las 7 reservas	Ley 2da. De 1959
	Áreas del sistema de Parques Nacionales Naturales		Decreto 2372/2010
	Áreas del sistema de Parques Naturales Regionales		

Criterio	Exclusión Legal (N2)	Condicionante (C1)	Norma que sustenta
ÁREAS PROTEGIDAS	Áreas de Reserva Forestal Protectora		
	Distritos de Manejo Integrado (DMI)	Actividades reforestación comercial/ dependiendo de plan de manejo del DMI	
	Distritos de Conservación de Suelos (DCS)	Actividades reforestación comercial/ dependiendo del plan de manejo del DCS.	
	Áreas de Reservas Naturales de la Sociedad Civil.		
DISTINCIONES INTERNACIONALES		RAMSAR	Decreto 2372/2010. Ley 357 de 1997
		AICAS	Decreto 2372/2010.
		Reservas de la biosfera	Decreto 2372/2010
ÁREAS URBANAS	Ciudades capitales de departamento y municipio.		Ley 388 de 1997
ÁREAS DE INTERÉS CULTURAL Y SOCIAL	Áreas o sitios arqueológicos		Ley 397 de 1997
	Paisaje cultural cafetero		Ley 45 de 1983 - Ley 397/1997 - Ley 1185/2008. Resolución 2079 del Ministerio de Cultura, del 7 de octubre de 2011.
		Resguardos indígenas	Constitución Política de Colombia - Artículos 63 – 329. Ley 21/1991 – Convenio OIT 1691/1989
		Tierras de las comunidades negras	Ley 70 de 1993 (Artículo 4)
		Zonas de Reserva Campesina	Ley 160 1994. Decreto 1777/1996 - Acuerdo 024 de 1996
DEFORESTACIÓN EN LOS ÚLTIMOS 5 AÑOS	Los suelos en que se harán las nuevas plantaciones no se encuentran, ni lo han estado en los últimos cinco años, con bosques naturales.		Ley 139 de 1994
TENENCIA Y LEGALIDAD DE TIERRAS RURALES		Restitución de tierras	Ley 1448 de 2011

Tabla 20: Exclusiones y condicionantes legales de la Zonificación de plantaciones forestales comerciales

La Figura 7 y la Figura 8 presentan las áreas con exclusiones legales y condicionantes legales asociadas con importancia biológica y cultural incluidas dentro de la ZPFC

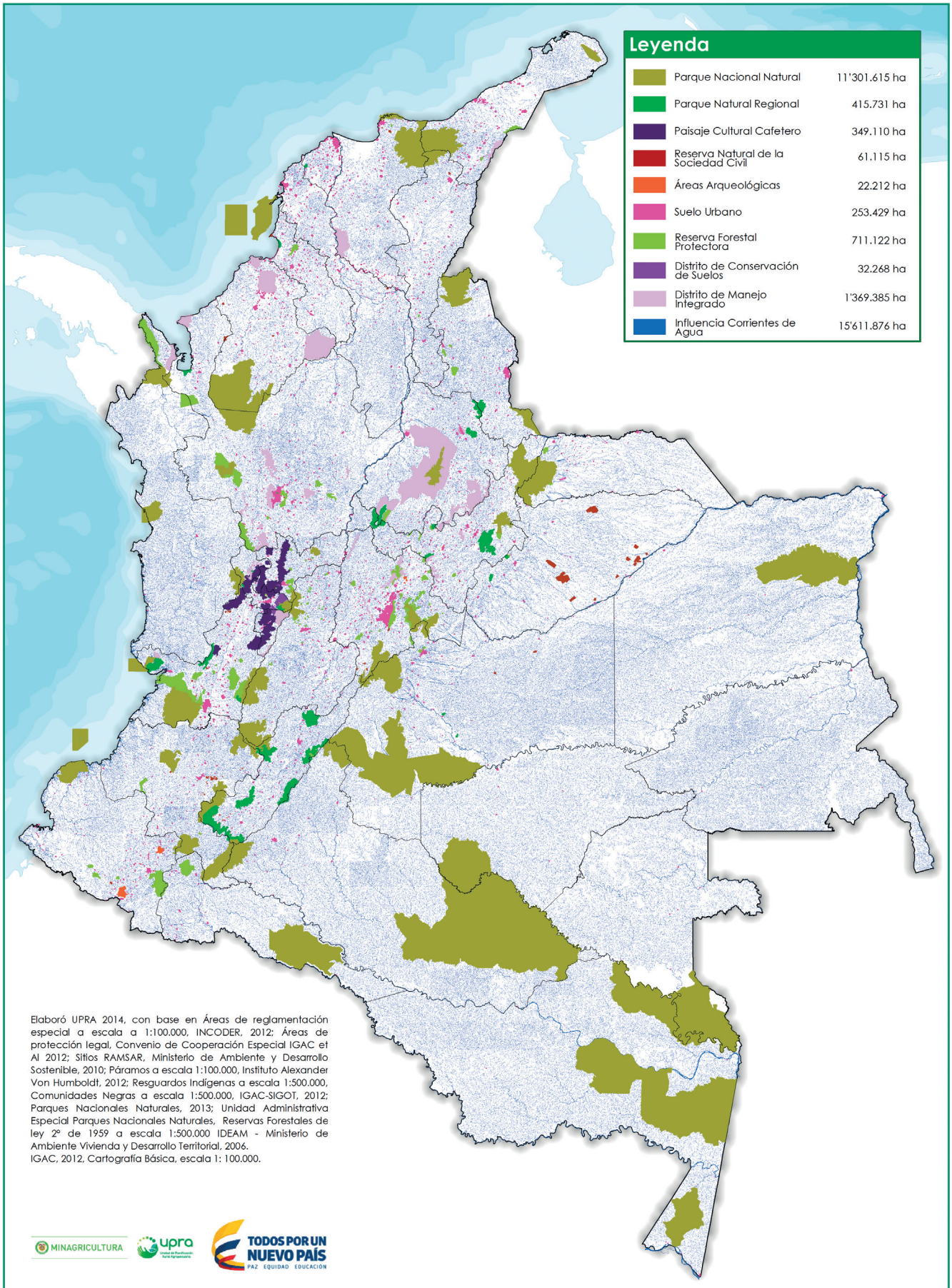


Figura 7: Áreas de exclusión legal para la Zonificación de Plantaciones Forestales Comerciales en Colombia a escala 1:100.000.



Figura 8: Áreas Condicionantes en la Zonificación para Plantaciones Forestales Comerciales en Colombia a escala 1:100.000.



De otra parte, y de acuerdo con la Ley 139 de 1994, se considera el criterio deforestación en los últimos 5 años, como criterio de exclusión legal, incluidas las zonas que han perdido su cobertura natural (bosques) en los últimos 5 años. Esta exclusión se basa en la cuantificación de la deforestación histórica nacional realizada por el IDEAM, cuyos productos son mapas de cambio en las coberturas de Bosque/No Bosque en los periodos 1990-2000, 2000-2005 y 2005-2010, identificando las áreas de deforestación y las áreas de regeneración. La figura 9 presenta el mapa de deforestación para el período 2005-2010.

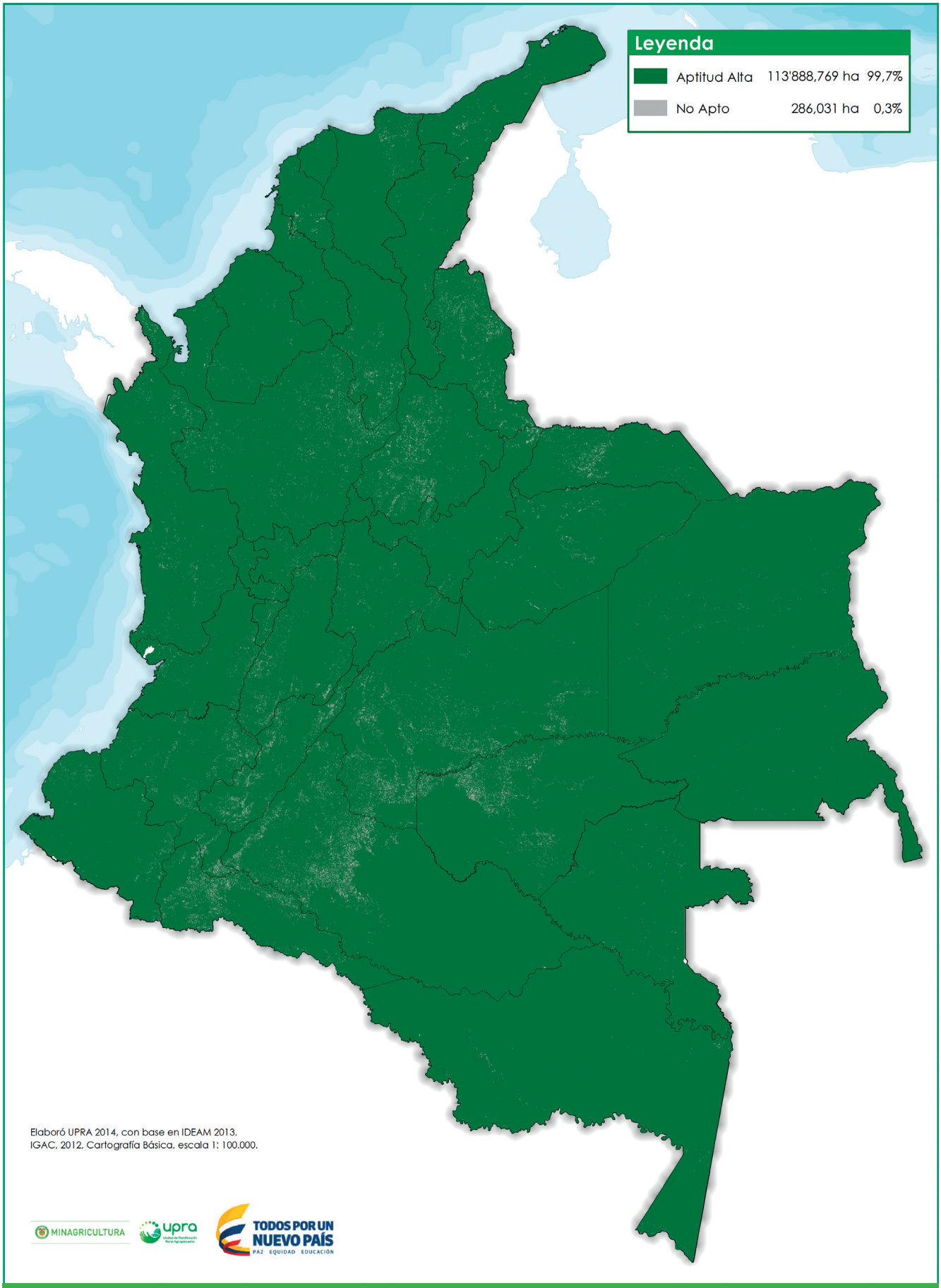


Figura 9: Áreas de deforestación en Colombia durante el período 2005-2010.

3.3 MÉTODOS Y TÉCNICAS DE ANÁLISIS ESPACIAL PARA LA OBTENCIÓN DEL MAPA DE ZONIFICACIÓN

En el marco del desarrollo del proyecto, se realiza el análisis de diferentes criterios técnicos utilizando métodos de análisis espacial orientado a estructurar los datos de una forma sencilla y adecuada para su homogenización e interpretación.

3.3.1 TÉCNICAS DE ANÁLISIS

Evaluación multicriterio

La evaluación multicriterio es un método que se ha diseñado para cubrir un objetivo específico cuando se requiere evaluar varios criterios, considerando un criterio como la base para una decisión que puede medirse o evaluarse. Los criterios pueden ser de dos tipos: factores (para los cuales se definen los niveles de aptitud) o restricciones (que para este caso se consideran de carácter técnico, normativo, o técnico-normativo), en donde un factor es un criterio que mejora o reduce la aptitud de una alternativa específica para la actividad en consideración y una restricción es un criterio que limita, condiciona o excluye dichas alternativas (Eastman et al., 1998).

Dentro de la evaluación multicriterio, una de las técnicas más sencillas y más frecuentemente aplicadas es la suma lineal ponderada a partir de la cual se puede combinar la información de varios criterios aplicando un peso a cada uno, para obtener un índice único de evaluación, o en este caso el mapa de aptitud. Cuando se presentan criterios restrictivos, se utiliza la lógica booleana, es decir sí o no, existe la restricción y solo da lugar a una de esas calificaciones.

Debido a las diferentes unidades sobre las cuales se miden los criterios, es necesario estandarizar los criterios antes de combinarlos; generalmente la normalización se desarrolló asignando valores a cada unidad de evaluación en donde los valores altos corresponden a las mejores condiciones y los valores bajos a las condiciones menos favorables en la aptitud de una unidad de evaluación para fines forestales comerciales e industriales como se muestra a continuación:

X = 3 Si la unidad de evaluación se encuentra dentro de la categoría de aptitud A1
X = 2 Si la unidad de evaluación se encuentra dentro de la categoría de aptitud A2
X = 1 Si la unidad de evaluación se encuentra dentro de la categoría de aptitud A3
X = 0 Si la unidad de evaluación se encuentra dentro de la categoría de aptitud N1

Donde:

X: Criterio Normalizado

Proceso Analítico Jerárquico

Este método fue desarrollado por el matemático Thomas Saaty y consiste en formalizar la comprensión intuitiva de problemas complejos mediante la construcción de un modelo jerárquico. El propósito del método es permitir que los agentes decisores (expertos consultados), puedan estructurar un problema multicriterio en forma visual, mediante la construcción de un Modelo Jerárquico.

AHP se basa en la estructuración jerárquica y comparación de pares de alternativa y permite mediante la realización de una matriz de doble entrada (Matriz de comparación Pareada) generar la calificación del grado de incidencia que un factor tiene sobre los otros, comparándolos por pares; así mismo, mediante la generación de los vectores propios de estas relaciones (acción implícita en el proceso analítico jerárquico), se estima el grado de consistencia de las calificaciones como un valor de significancia estadística de las calificaciones, y a su vez, genera el valor de la ponderación para así poder realizar la suma lineal ponderada.

Una vez construido el Modelo Jerárquico, se realizan comparaciones de a pares entre dichos

elementos (criterios) y se atribuyen valores numéricos a las preferencias señaladas por las personas, entregando una síntesis de las mismas mediante la agregación de esos juicios parciales. El fundamento del proceso de Saaty descansa en el hecho que permite dar valores numéricos a los juicios dados por las personas, logrando medir cómo contribuye cada elemento de la jerarquía al nivel inmediatamente superior del cual se desprende. Para estas comparaciones se utilizan escalas de razón en términos de preferencia, importancia o probabilidad, sobre la base de una escala numérica propuesta por el mismo Saaty, que va desde 1 hasta 9 (Tabla 21).

Intensidad de importancia	Definición	Explicación
1	Igual importancia	Dos actividades contribuyen igualmente a lograr el objetivo.
3	Moderada Importancia	La experiencia y los juicios favorecen levemente una actividad sobre otra.
5	Fuerte importancia	La experiencia y los juicios favorecen fuertemente una actividad sobre otra.
7	Muy fuerte o importancia demostrada	Una actividad es mucho más favorecida sobre la otra y la dominancia es demostrada en la práctica.
9	Importancia extrema	La evidencia que favorece una actividad sobre otra es absoluta y totalmente clara.
Reciproco distinto a 0	Si se asigna el valor aij al comparar la actividad i con la actividad j, entonces se asigna aji = 1/aij comparar la j con la i	Supuesto razonable

Tabla 21: Escala de preferencia o importancia dentro del Proceso Analítico Jerárquico

3.3.2 NORMALIZACIÓN Y ESTANDARIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN ESPACIAL A NIVEL DE CRITERIO

El análisis espacial 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 ráster de salida. El uso de operadores lógicos y/o condicionales permite elaborar operadores complejos para implementar procesos de análisis de datos en estructuras de tipo ráster.

Una de las operaciones más comunes utilizadas en el proyecto es la reclasicación, la cual se emplea para la estandarización o reescalamiento de las variables y criterios definidos en cada componente para su espacialización. Los criterios se estandarizan en rangos entre cero (0) y tres (3), que indican la transición entre lo no apto (0) y lo muy apto (3). Para el caso donde

los criterios no están conformados por variables continuas, la estandarización se realiza directamente asignando la calificación de la categoría de aptitud, basada en los atributos asociados al criterio. Un ejemplo del proceso se aprecia en la Figura 10, donde a partir de una capa S que contiene los valores de la pendiente expresado en porcentaje, se genera una capa de pendientes reclasificadas a la que se llamará Sr, la cual contiene las categorías de aptitud definidas para el criterio de la Pendiente:

Ejemplo de reescalamiento de criterios

Sr = 3 Si S<12
Sr = 2 Si 12 <= S <= 50
Sr = 1 Si 50 < S <= 70
Sr = 0 Si S > 70

5	6	8	12	15	20	25	30	30	30
10	11	12	14	16	18	25	32	33	35
10	12	18	22	25	30	40	41	42	40
11	12	20	30	32	35	45	45	45	45
12	20	30	40	41	42	48	49	40	49
12	20	32	40	48	49	50	49	60	45
22	33	42	45	50	70	60	60	71	70
32	32	50	60	60	50	75	80	85	80

Pendiente (S)

3	3	3	2	2	2	2	2	2	2
3	3	2	2	2	2	2	2	2	2
3	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	1	2	1	2
2	2	2	2	1	1	1	1	0	1
2	2	1	1	1	1	0	0	0	0

Pendiente Clasificada (Sr)

Figura 10: Ejemplo de la normalización de la información espacial.

3.3.3 CALIFICACIÓN Y PONDERACIÓN DE CADA UNO DE LOS CRITERIOS DE ANÁLISIS

Consiste en la aplicación de la evaluación multicriterio, donde todos los componentes y criterios analizados deben ser integrados y ponderados; para ello, se utiliza el método de proceso analítico jerárquico (AHP) que permite de manera matricial, realizar comparaciones entre pares de criterios y atribuirles una valoración basada en la participación de diferentes personas o grupos de interés.

Matriz de Proceso Analítico Jerárquico

Siguiendo el procedimiento planteado, se realiza la comparación por pares de criterios, para calificar cada uno de acuerdo con la importancia relativa de un criterio respecto a otro; esto se desarrolla para el total de los criterios definidos para el análisis mediante talleres de discusión de expertos donde se califican por pares cada criterio usando una escala de importancia que se presenta en la Tabla 22.

Se tiene entonces que A es una matriz de comparaciones pareadas de n criterios (Tabla 23), si aij es la medida de la preferencia del criterio en el renglón i cuando se le compara con el criterio de la columna j. Cuando i = j, el valor de aij será igual a 1, pues se está comparando el criterio consigo



mismo. La posición transpuesta de la medida de la preferencia aji automáticamente será el valor recíproco de aij, es decir 1/ aij.

La matriz de importancia de cada criterio producto de los talleres de expertos se presenta en la Tabla 24.

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			

Tabla 22: Escala de importancia de los criterios mediante análisis multicriterio

		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

Tabla 23: Esquema de la matriz de comparación a nivel de criterio

Ponderación por cada criterio analizado

A partir de la matriz de comparaciones obtenida, se procede a realizar el cálculo de ponderaciones de los criterios y el análisis de consistencia estadística, utilizando el software PRIEST (Priority Estimation Tool)[6]. La entrada de datos en esta herramienta es la matriz de comparación de pares de criterios, la cual se normaliza por columna (dividir 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 llamado vector de prioridad "asociado" que representará los pesos de cada uno de los criterios considerados (Tabla 24).

6 Siraj, S., Mikhailov, L. and Keane, J. A. (2013), "PriEsT: an interactive decision support tool to estimate priorities from pairwise comparison judgments". International Transactions in Operational Research. doi: 10.1111/itor.12054

	Índice Climático	Precipitación	Pendiente	Profundidad efectiva	Humedad del suelo	Clase textural	Grado de erosión	Disponibilidad de Nutrientes	Susceptibilidad por deslizamientos	Susceptibilidad por inundación	Integridad e ecológica	Coberturas de la tierra	Amenaza por incendios de la cobertura vegetal	Indicadores económicos	Mercado laboral	Infraestructura y logística	Costo de tierras rurales	Distribución y tamaño de tierras rurales	Seguridad	Institucionalidad	Condiciones de vida
Índice Climático	1																				
Precipitación	1	1																			
Pendiente	1	3	1																		
Profundidad efectiva	1	3	1	1																	
Humedad del suelo (régimen de humedad y drenaje natural)	1	1	1/3	1/5	1																
Clase textural	1/5	1/3	1/5	1/5	1/3	1															
Grado de erosión	1/5	1/5	1/5	1/5	1/3	1/3	1														
Disponibilidad de Nutrientes (pH, Fertilidad, Saturación Al)	1/5	1/5	1/5	1/7	1/3	1	3	1													
Susceptibilidad por deslizamientos	1/7	1/5	1/5	1/7	1/5	1/3	1	1/5	1												
Susceptibilidad por inundación	1/5	1/5	1/3	1/5	1/3	1/3	1/3	1/5	1	1											
Integridad ecológica	1/3	1/3	1/3	1/5	1/3	1/3	5	1/3	5	5	1										
Coberturas de la tierra	1	1/3	1	1	1/3	3	5	1/3	5	5	1	1									
Amenaza por incendios de la cobertura vegetal	1/5	1/5	1/5	1/7	1/7	1/5	1/3	1/7	1	1	1/5	1/5	1								
Indicadores económicos	1/7	1/5	1/5	1/7	1/5	1/3	3	1/3	5	5	1/3	1/3	5	1							
Mercado laboral	1/3	1/3	1/5	1/5	1/3	1/3	1	1/3	5	5	3	3	5	3	1						
Infraestructura y logística	1	3	1	1	3	3	5	3	7	7	5	1	7	5	3	1					
Costo de tierras rurales	1	3	1	1	3	5	5	3	5	5	3	1	5	3	3	1	1				
Distribución y tamaño de tierras rurales	1/5	1/5	1/7	1/7	1/3	1/3	3	1/5	3	3	1	1/3	5	1	1	1/5	1/3	1			
Seguridad	1/5	1/5	1/7	1/7	1/3	1	3	1/3	5	5	3	1	5	3	3	1/3	1/3	1/3	1		
Institucionalidad	1/7	1/5	1/7	1/7	1/5	1/3	1/3	1/5	3	3	1/3	1/5	3	1/3	1/3	1/7	1/7	1/5	1	1	
Condiciones de vida	1/7	1/7	1/7	1/7	1/5	1/5	1/3	1/5	1	1	1/5	1/5	1	1/3	1/5	1/7	1/7	1/5	1/5	1	1

Tabla 24: Resultados de la matriz de importancia de los criterios usados dentro de la ZPFC

Vector de prioridades de cada criterio vinculado con la ZPFC

$$P1 * Criterio\ 1 + P2 * Criterio\ 2 + \ldots + Pn * Criterio\ n$$

Donde n es el número de criterios y Pi es el grado de incidencia que un criterio tiene sobre los otros.

Los pesos de los criterios y su importancia se muestran en la Tabla 25. La consistencia lógica obtenida dentro de este proceso en el ejercicio aplicado por el proyecto es de 98%.

Criterio	Valor de la ponderación
Profundidad efectiva	0,122
Pendiente	0,107
Infraestructura y logística	0,103
Costo de la tierra	0,094
Índice Climático	0,079
Precipitación	0,078
Humedad del suelo	0,061
Cobertura de la tierra	0,054
Disponibilidad de nutrientes	0,048
Clase textural	0,037
Mercado laboral	0,033
Seguridad pública	0,032
Integridad ecológica	0,03
Distribución y tamaño de la tierra	0,027
Indicadores económicos	0,023
Grado de erosión	0,017
Institucionalidad	0,013
Susceptibilidad por inundación	0,011
Condiciones de vida	0,011
Susceptibilidad por deslizamientos	0,01
Amenaza por incendio	0,01

Tabla 25: Valor de la ponderación de los criterios evaluados

Combinación de criterios por suma ponderada entre los mapas de aptitud

Con base en los valores de ponderación, se combina la información de los criterios considerados realizando una suma lineal ponderada, en la cual los criterios son combinados aplicando los pesos calculados a cada uno y obteniendo así un mapa preliminar de Zonificación para plantaciones forestales con fines comerciales en Colombia (ZPFC), escala 1:100.000.

$S = \sum Wi\ Xi$ donde:
S = Mapa con categorías de aptitud
Wi = Peso del criterio i
Xi = Valor del criterio i

La Tabla 26 muestra los valores obtenidos como resultado de la suma ponderada y la reclasificación propuesta para las diferentes categorías de aptitud para la zonificación forestal con fines comerciales y la Figura 11 se presenta el modelo desarrollado durante este proceso, el cual consiste en multiplicar el valor de cada pixel por su peso correspondiente, y luego realizar la suma para obtener una capa resultado, cuyos valores pueden variar entre 1 a 3. Es importante tener en cuenta que luego de realizar la suma ponderada, se deben reclasificar los valores para obtener los valores establecidos para las categorías de aptitud definidas por la metodología de zonificación A1, A2, A3 y N1.

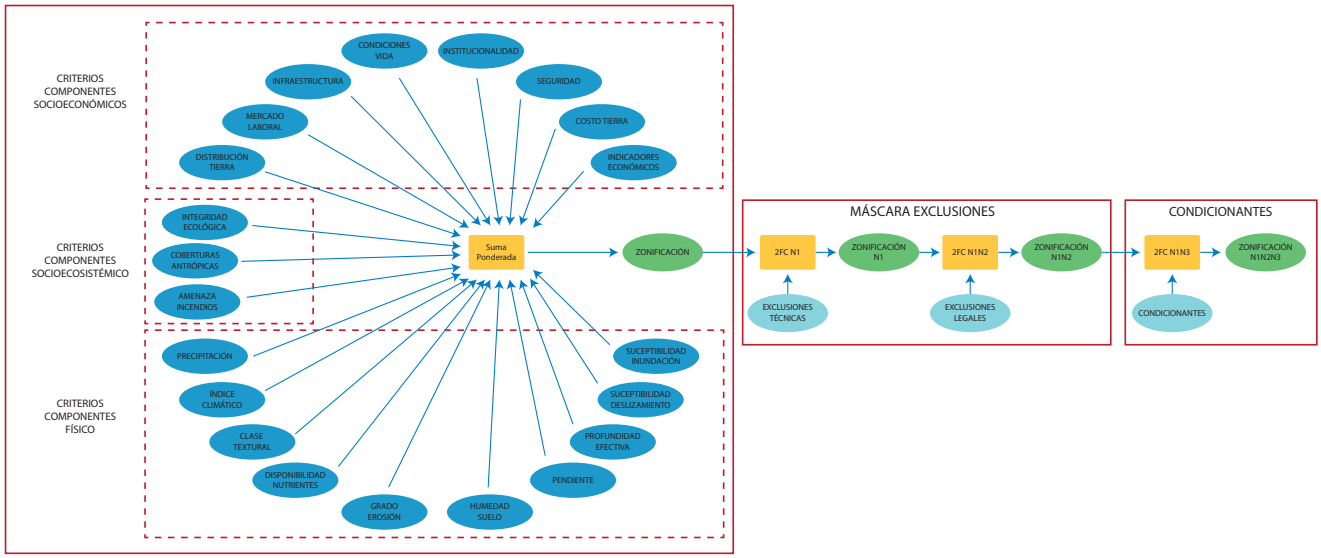


Figura 11: Modelo general de la suma ponderada para obtener el Mapa de Zonificación para plantaciones forestales con fines comerciales en Colombia, escala 1:100.000

Finalmente el Anexo 6 presenta de manera sintética los procedimientos SIG efectuados para la obtención de cada criterio.

Valor inicial	Valor final	Aptitud	Descripción
2,5	3	A1	Aptitud Alta
1,5	2,49	A2	Aptitud Media
0,45	1,49	A3	Aptitud Baja
0	0	N1	No Apto

Tabla 26: Reclasificación de valores para las categorías de aptitud

3.4 INCORPORACIÓN DE ZONAS DE EXCLUSIÓN TÉCNICAS Y LEGALES, Y OBTENCIÓN DEL MAPA FINAL DE ZPFC

Las exclusiones legales son aquellas áreas donde no se pueden realizar actividades forestales con fines comerciales, en tanto existe un marco normativo que impide dicho uso del suelo, mientras que las condicionantes normativas son áreas que tienen un marco legal que reconoce aspectos diferenciales de los pobladores y la forma en que toman decisiones sobre el uso que dan a su territorio. A partir de este marco, la ZPFC considera las capas de información de las exclusiones y condicionantes desde lo legal, para ser incorporadas al proyecto.

Metodológicamente la capa espacial de las exclusiones legales (N2) impide ver qué aptitudes hay en área, mientras que la capa espacial de las condicionantes legales (C1) señala la condicionalidad del área, dejando entrever la aptitud generada para la ZPFC. Mediante un álgebra de mapas y el uso de algunas funciones condicionales, se incorpora a la fase anterior esta capa de información, junto con la capa de exclusiones técnicas, para obtener el Mapa final de la Zonificación para plantaciones forestales con fines comerciales en Colombia, escala 1:100.000

3.5 PROCESO DE VALIDACION DEL MAPA

Como parte del proceso de socialización y validación de la metodología y del Mapa obtenido se realizan dos tipos de estrategias: i) identificación y selección de los diferentes actores del sector forestal para realización de entrevistas, y ii) selección de recorridos de campo para validar el mapa y ajustar los criterios utilizados.

3.5.1 SOCIALIZACIÓN CON DIFERENTES ACTORES DEL SECTOR

Se adelanta la socialización con actores del sector forestal (institucionales, académicos y reforestadores privados), con el objeto de presentar la metodología y los resultados de la primera versión del mapa a fin de identificar los ajustes sugeridos, y evaluar la pertinencia de incluirlos para la generación del mapa final. En esta fase se presentan los resultados del proyecto (antecedentes, metodología y resultados en su primera versión), dirigiendo la discusión de tal forma que los asistentes opinen acerca de la metodología empleada, los criterios y rangos definidos, con el fin de retroalimentar el trabajo desarrollado, de acuerdo con su experticia o conocimiento de las regiones donde tienen plantaciones.

En la Figura 12 se ilustra la estrategia adelantada para la socialización de la zonificación para plantaciones forestales con fines comerciales a escala 1:100.000, Versión 1 y en la Tabla 27 se listan los diferentes participantes del proceso.



Figura 12: Estrategia de socialización de la Zonificación para Plantaciones Forestales Comerciales en Colombia a escala 1:100.000.

Nombre	Ubicación	Entidad
Javier Rodríguez Enrique Vega	Bogotá	CONIF
Fernando García Braulio Gutiérrez Elizabeth Aguilera	Bogotá	Corpoica
Miguel Rodríguez Alejandra Ospitia	Bogotá	Fedemaderas
Amparo Mondragón Ángela Pardo	Bogotá	Finagro
Carlos Alberto Soto Emilio Arévalo Elena Ramos	Bogotá	ICA
Carlos Barrera	Cali	Independiente

Nombre	Ubicación	Entidad
Fernando Berrio	Medellín	Independiente
Gustavo Barbosa	Montería	KANGUROID
Francisco Beltrán Magdalena Ballesteros Ricardo Linares Edgar Olaya Guillermo Murcia Raimundo Tamayo Luz Stella Pulido	Bogotá	MADS
Daniel Lanine Juan Camilo Lanini	Bogotá	Independientes
Jesús Rivera	Bogotá	Reforestadora La Primavera
Guido Gasca	Bogotá	Refocosta
Luis Felipe Gonzales	Bogotá	Reforestadora Rancho Victoria
Fernando Rodríguez	Bogotá	Reforestadora Cooperación Verde
Luis H. Ospina	Popayán	Independiente
Martha Castañeda	Bogotá	Secretaria de la Cadena Forestal
Luz Stella Franco	Medellín	Secretaria Técnica mesa forestal Antioquia
Guillermo Vásquez Velázquez Juan Diego León María Claudia Díez Gómez Luis Jairo Toro	Medellín	Universidad Nacional de Medellín
Ana Milena López Miguel Quimbayo	Ibagué	Universidad del Tolima
Román Ospina	Popayán	Universidad del Cauca

Tabla 27: Listado de participantes dentro del proceso de socialización del proyecto

3.5.2 *VALIDACIÓN EN CAMPO*

Para el trabajo de validación en campo se consideran los siguientes criterios para la selección de las áreas de trabajo:

- Representación regional del país
- Áreas con proyectos CIF ubicados en áreas sin aptitud forestal comercial
- Zonas sin proyectos CIF con aptitud forestal comercial
- Zonas con aptitud y con núcleos forestales constituidos

Con base en los anteriores criterios, se priorizan ocho (8) zonas piloto para la validación del mapa de ZPFC (Tabla 28), cuyo objetivo es obtener de manera rápida la verificación y ajustes a la primera versión del mapa de aptitud forestal, visitar algunas plantaciones forestales y realizar entrevistas con entidades territoriales y reforestadoras para validar la metodología y ajustar los rangos de calificación de los diferentes criterios.

En esta etapa se tiene una fase preparatoria, en la cual se diseñan los formularios respectivos para levantar y verificar la información de campo de cada componente, se preparan las imágenes de sensores remotos adquiridas durante el desarrollo del proyecto para verificar principalmente los temas de coberturas e infraestructura, y se prepara la cartografía requerida para realizar los recorridos establecidos.

En la fase de ejecución se aplican los formularios de campo, se realiza la verificación con apoyo de las imágenes de sensores remotos y con la cartografía temática del proyecto, se precisan las condiciones de los suelos, los cambios en la dinámica de las coberturas de la tierra, la extensión de algunas plantaciones visitadas, la ubicación de infraestructura vial y otros aspectos propios de la actividad forestal comercial. Se realiza el proceso de consultas con actores locales del sector, para obtener su percepción respecto a la importancia de cada uno de los criterios utilizados en la metodología y los rangos de aptitud propuestos. Finalmente, en la fase de pos campo se realiza un balance de las observaciones realizadas frente a la primera aproximación del mapa, se efectúan los ajustes a la metodología, se recalifica la matriz para la ponderación de los criterios, se ajustan algunos rangos de aptitud y se hacen precisiones a la cartografía temática para correr nuevamente el modelo cartográfico en su conjunto.



Región		Entidades visitadas
CARIBE	Recorrido 1. Urabá y Córdoba	Corpourabá y CVS, Reforestadora Kanguroid.
	Recorrido 2. Magdalena y Cesar	Refocosta y Pizzano, ICA.
ANDINA	Recorrido 3. Antioquia y Caldas	Gobernación de Antioquia Secretaria Agricultura Caldas. Cadena Forestal Antioquia y Caldas y reforestadores.
	Recorrido 4. Huila, Tolima y Cundinamarca	Cortolima, CAM, ICA
	Recorrido 5. Cauca y Valle	Universidad del Cauca, CRC, Cartón de Colombia
	Recorrido 6. Piedemonte Caquetá	Sinchi (Florencia), Corpoamazonia (Florencia), ICA.
AMAZONÍA	Recorrido 7. Villavicencio y Gaviotas	Centro de Investigación Gaviotas, Corpoica, Cormacarena.
ORINOQUÍA	Recorrido 8. Vichada y Puerto Carreño	Gobernación., Reforestadores privados.

Tabla 28: Listado de zonas piloto para la validación del Mapa de Zonificación para plantaciones forestales con fines comerciales en Colombia, escala 1:100.000





Con los resultados de la versión final del mapa de zonificación, las imágenes de sensores remotos disponibles en la UPRA y la disponibilidad de otra información temática fundamental, se podrán brindar las recomendaciones pertinentes para la selección de las distintas áreas donde se pueden realizar aproximaciones metodológicas a una escala 1:25.000 en etapas posteriores a este proyecto.



RESULTADOS





Figura 13: Mapa Zonificación para plantaciones forestales con fines comerciales en Colombia (ZPFC), escala 1:100.000.



El mapa de Zonificación para plantaciones forestales con fines comerciales en Colombia, escala 1:100.000, obtenido mediante la aplicación de la Metodología de la ZPFC, mostró que en Colombia existen 24.805.854 ha aptas para el establecimiento de plantaciones comerciales, lo que equivale al 21,8% del territorio continental del país (Figura 13).

De este porcentaje, un 11,9% corresponde a aptitud alta y media, entre tanto que el 9,9% corresponde a la categoría de aptitud baja. Las exclusiones técnicas que se asocian a los componentes físicos (pendiente, profundidad, régimen de humedad del suelo, etc.) y socioecosistémico (ecosistemas estratégicos: páramos, humedales, bosque secos, etc.), ocupan una superficie de 85.835.435 ha, mientras que las exclusiones legales asociadas a diferentes figuras de protección como áreas protegidas y sitios con patrimonio arqueológico muchas de las cuales hacen parte de las exclusiones técnicas tienen una superficie de 23.894.055 ha, que corresponden a cerca del 20,9% del territorio continental. En síntesis un 78,2% del país presenta algún tipo de exclusión para la reforestación comercial (Tabla 29).

Categoría	Descripción	Área (ha)	%
A1	Aptitud Alta	7.258.442	6,4
A2	Aptitud Media	6.217.697	5,5
A3	Aptitud Baja	11.329.715	9,9
TOTAL		24.805.854	21,8
N1 N2	No Apto técnico	85.835.435	75,2
	Exclusión Legal	23.894.055	20,9
N1 y N2	No apto total	89.181.165	78,2

Tabla 29: Resultados del Mapa de Zonificación para plantaciones forestales con fines comerciales en Colombia, escala 1:100.000

Las condicionantes legales ocuparon un área de 10.994.683 ha., de las cuales cerca de 5.000.000 ha. están catalogadas dentro de la categoría de aptitud baja (Tabla 30).

Categoría	Descripción	Área (ha)	%
A1	Aptitud Alta	2.902.354	40,0
A2	Aptitud Media	3.026.318	48,7
A3	Aptitud Baja	5.066.011	44,7
N1	No Apto	70.517.344	82,2
TOTAL APTO		10.994.683	

Tabla 30: Superficie de condicionantes legales dentro de la zonificación para plantaciones forestales con fines comerciales

A nivel departamental, Meta, Vichada y Antioquia tienen la mayor superficie apta para actividades forestales comerciales con áreas su-



periores a las 2.500.000 ha cada uno; entre 1.000.000 y 2.000.000 ha aptas se encuentran Magdalena, Córdoba, Caquetá, Casanare y Santander y con menos de 50.000 ha están Amazonas y Guainía (Figura 14). Con respecto a la superficie departamental, el 51,18% del departamento de Córdoba presenta condiciones aptas para reforestación comercial, seguida de los departamentos de Cesar, Magdalena, Quindío, Santander, Antioquia y Cundinamarca que tienen más del 40% de su superficie aptas para dicha actividad.

Al analizar los resultados del Mapa por cate-

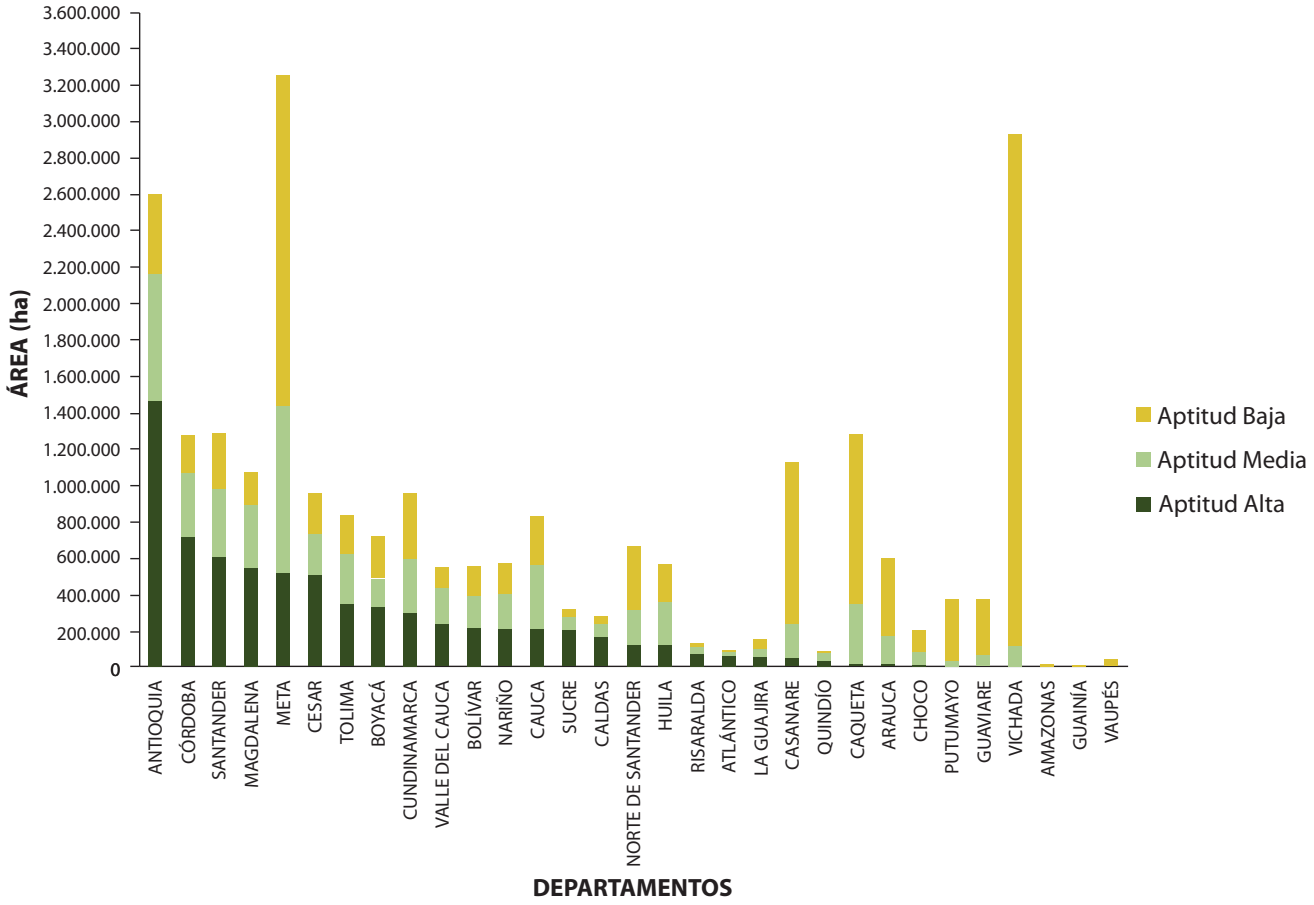


Figura 14: Distribución de las categorías de aptitud para plantaciones forestales comerciales a nivel departamental.

goría de aptitud, Antioquia es el departamento con mayor superficie con alta aptitud (A1) para el establecimiento de plantaciones comerciales (1.464.227 ha) ocupando un 20,17 del área con alta aptitud en todo el país. Las regiones más representativas corresponden principalmente al Norte, Nordeste, Oriente y algunos sectores de Urabá. Le sigue en importancia el departamento de Córdoba (720.853 ha) donde las áreas con alta aptitud se ubican en los municipios de Tierralta, Canalete, Moñitos, Montería, Puerto Escondido y Las Córdobas. Amazonas, Guainía y Vaupés no tienen zonas catalogadas como A1 y Vichada tiene menos de 500 ha (Figura 15).



Para la categoría de aptitud media, Meta es el departamento con mayor superficie (912.830

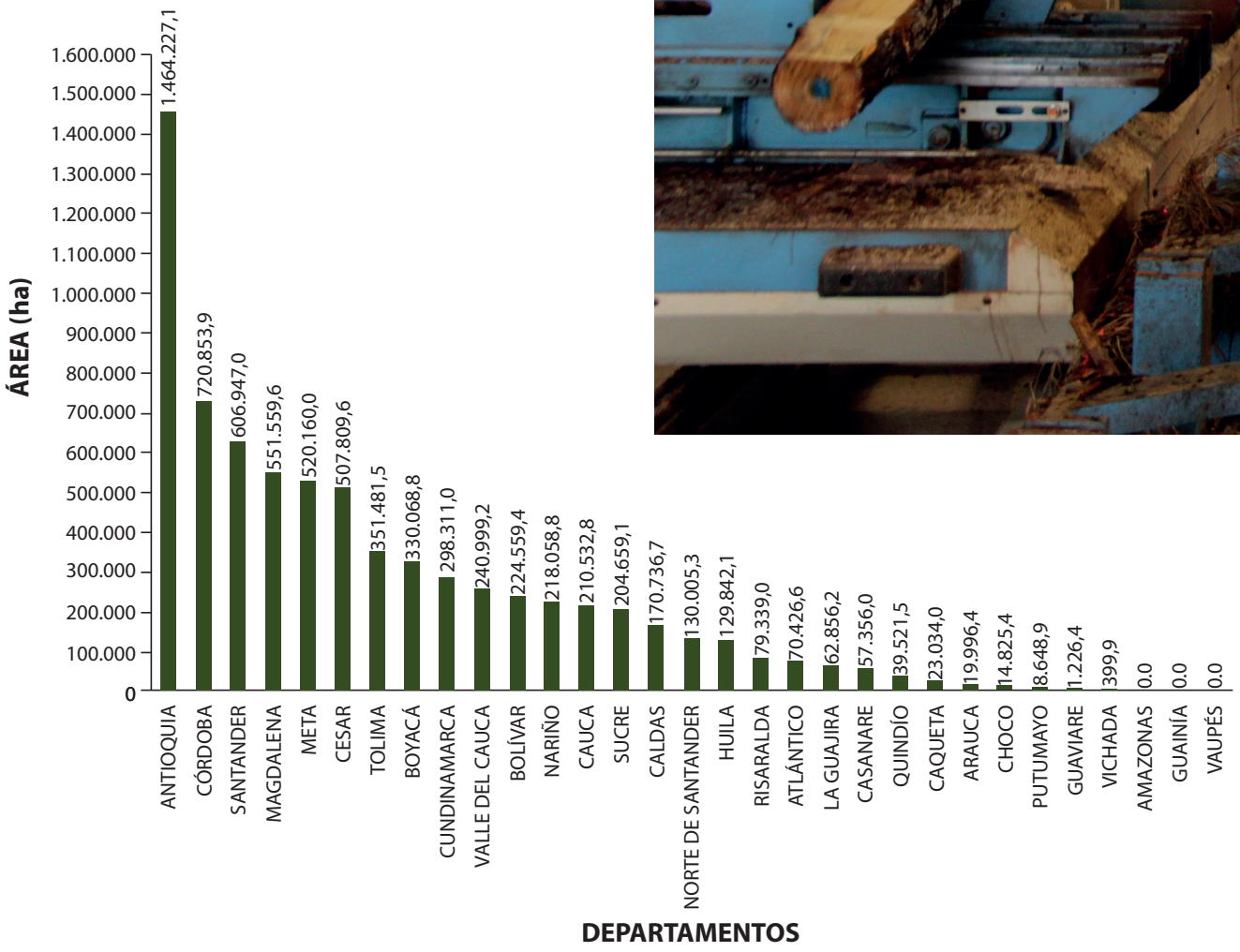


Figura 15: Distribución de las zonas con Alta aptitud para plantaciones forestales comerciales a nivel departamental

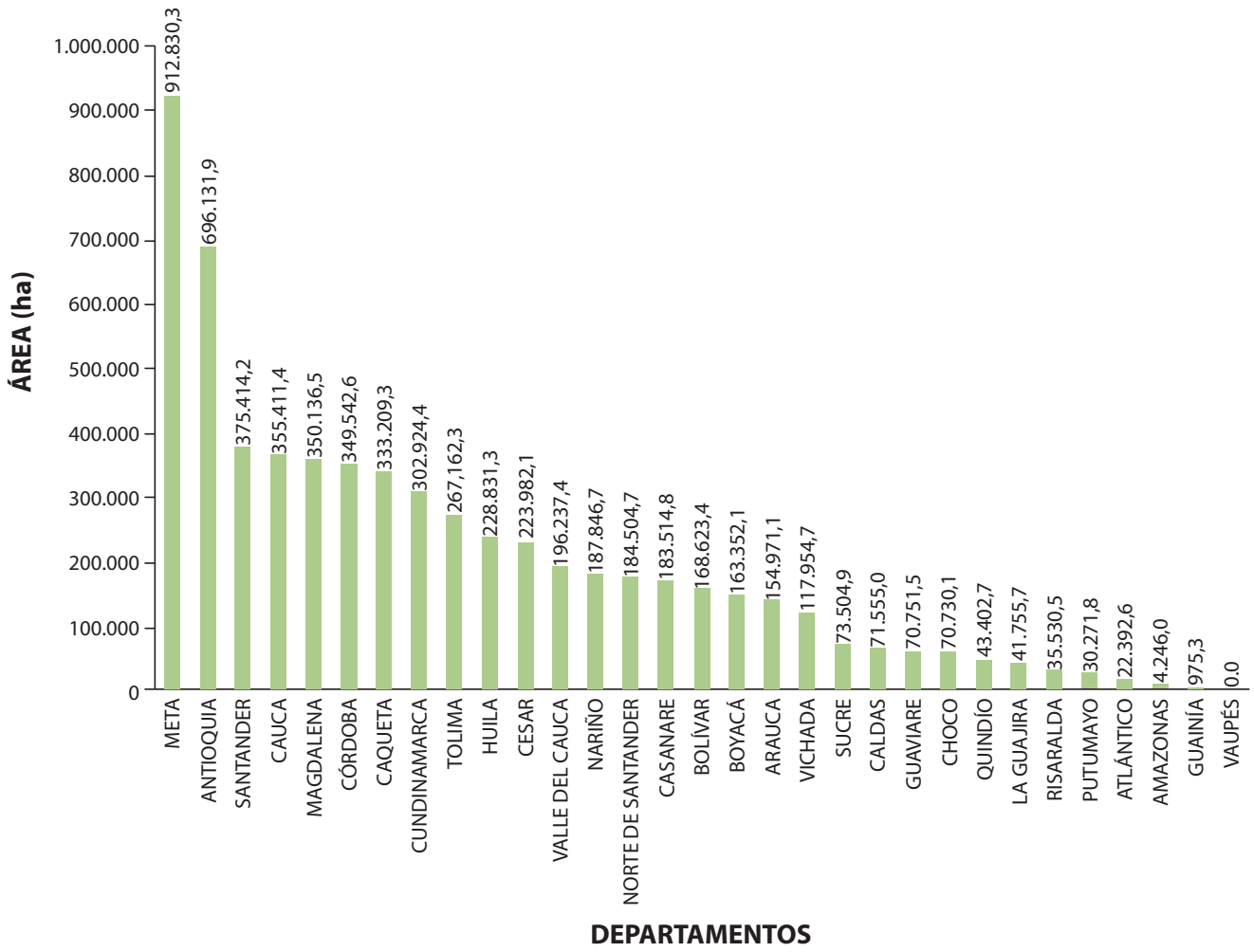


Figura 16: Distribución de las zonas con Media aptitud para plantaciones forestales comerciales a nivel departamental

ha) ocupando un 14,68% del área de la categoría en todo el país; le sigue Antioquia con 696.131 ha y departamentos como Cauca, Caquetá, Córdoba, Cundinamarca y Santander tienen extensiones superiores a 300.000 ha (Figura 16). Finalmente las zonas con baja aptitud se concentran en los departamentos de Vichada (2.816.866 ha) y Meta (1.821.658 ha). Caquetá y Casanare muestran extensiones importantes (Figura 17).



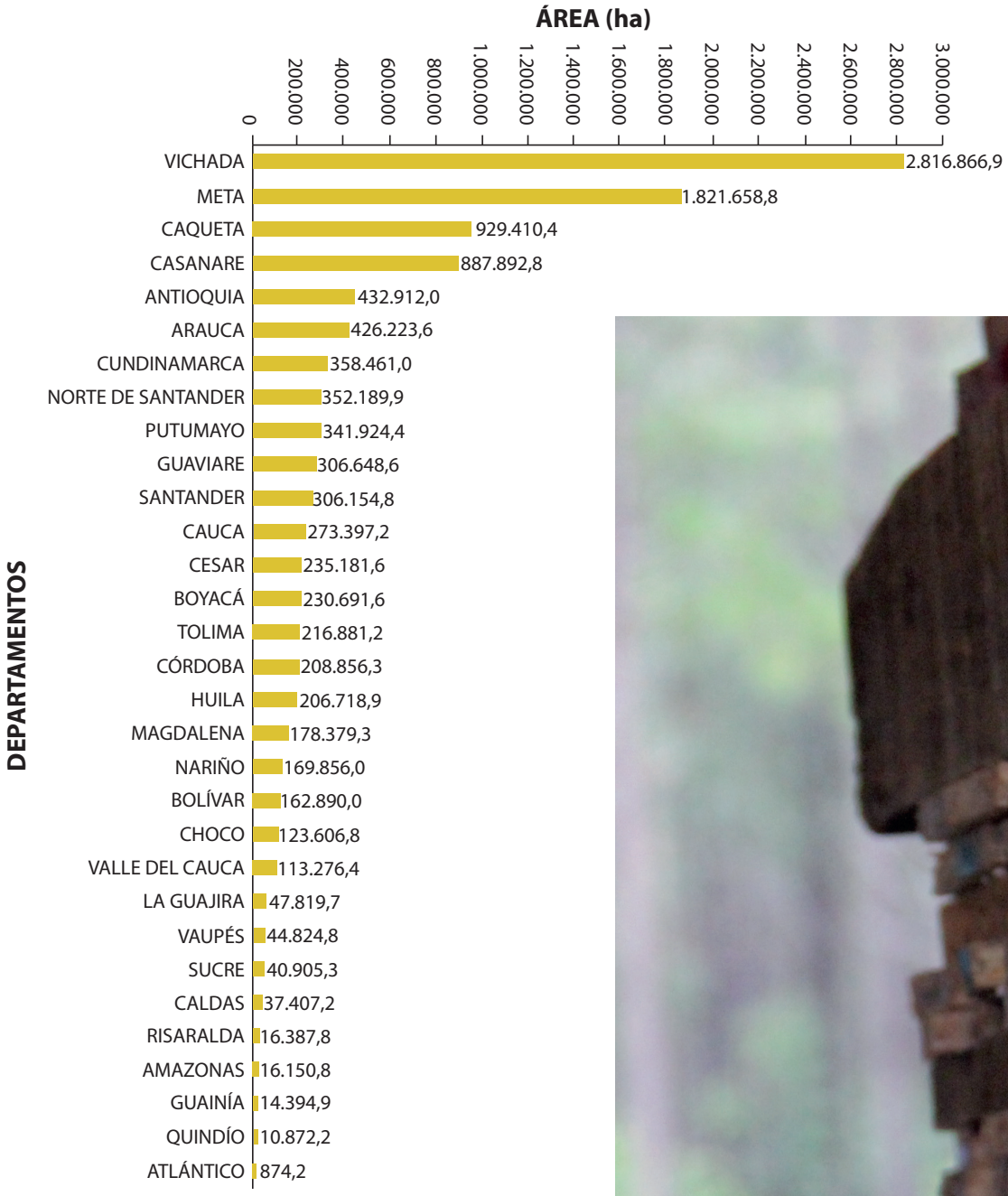


Figura 17: Distribución de las zonas con Baja aptitud para plantaciones forestales comerciales a nivel departamental





CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



Los resultados de este proyecto permitieron dar cumplimiento a los lineamientos del CONPES 3743 del 2013, en relación con la formulación de la metodología general y la zonificación de plantaciones forestales con fines comerciales en Colombia a escala 1:100.000. Este instrumento es fundamental para establecer la distribución de recursos para el Certificado de Incentivo Forestal con fines comerciales (CIF de reforestación), orientar la política para el fomento de la reforestación comercial, identificar las revisiones a la normatividad vigente, y definir en forma concreta y cuantificable las metas que permitirán contar con un programa de reforestación técnico, ambiental y económicamente viable, que impulse el sector forestal del país.

Conclusiones respecto al proceso metodológico:

La metodología desarrollada para realizar la zonificación para plantaciones forestales con fines comerciales (ZPFC) a escala 1:100.000 consideró acercamientos metodológicos existentes de diferentes entidades y se enriqueció aplicando conceptos del enfoque ecosistémico, el esquema de evaluación de tierras de la FAO, y de competitividad económica, y la experiencia de reforestadores, entes académicos e institucionales.

Mediante el uso de herramientas de Análisis Multicriterio se definieron los procesos de integración de los distintos criterios utilizados desde los componentes físicos, socioecosistémicos y socioeconómicos, a través de un proceso analítico jerárquico (AHP), los cuales fueron integrados y ponderados de manera matricial, obteniendo una valoración basada en la participación de diferentes profesionales y grupos de interés. La consistencia estadística fue del 98%, siendo los criterios de profundidad efectiva, pendiente e infraestructura y logística los de mayor peso. Los valores obtenidos durante la ponderación fueron la base para la modelación espacial de la zonificación forestal con fines comerciales. Estos procesos metodológicos se constituyen en una fortaleza



frente a otros enfoques, por su visión integral, y por su facilidad de réplica o actualización.

Dentro del proceso de zonificación también se establecieron las restricciones legales que excluyen áreas para el uso forestal comercial, y las condicionantes legales para áreas que pueden ser reclasificadas posteriormente e incorporadas a las zonas aptas, dependiendo del nivel de conocimiento que se tenga en el futuro de dichas áreas, o de solicitudes expresas de ciertas autoridades (territorios indígenas y afrocolombianos), o de la aclaración de determinantes legales que se desarrollen a la misma escala o a escalas más detalladas.

La metodología se aplicó a todo el territorio continental colombiano, generando una base de datos completa para el país que puede servir de referencia para otros procesos de planificación del territorio a escala nacional.

Para las categorías de aptitud definidas en esta zonificación, se consideraron los rangos generales donde las especies y el mercado forestal comercial podrían obtener su mejor desarrollo, así como los rangos con limitantes que podrían disminuir su rendimiento, producción y competitividad. En ese sentido, la zonificación priorizó las áreas más competitivas para el desarrollo de plantaciones forestales con fines comerciales, identificando los territorios con mejores condiciones en cada criterio de análisis.

Desde el componente físico, el ejercicio metodológico permitió definir zonas con distintos grados de aptitud de acuerdo con los criterios utilizados, siendo los más restrictivos la profundidad efectiva, la condición de humedad y la disponibilidad de nutrientes. Se formularon dentro del componente excluyentes técnicas para el establecimiento y mantenimiento de plantaciones forestales con fines comerciales para los criterios de profundidad efectiva, humedad del suelo, textura, disponibilidad de nutrientes, erosión y pendientes:

- Profundidad efectiva de suelos menor a 50 cm, debido a que puede impedir el anclaje de los árboles, retardando el desarrollo de los individuos y haciéndolos susceptibles al volcamiento.
- Humedad del suelo donde el drenaje natural sea pobre y muy pobre, y el régimen de humedad sea ácuico y perácuico, debido a que en los procesos de respiración, nutrición y desarrollo del sistema radicular del árbol se requiere una adecuada disponibilidad de oxígeno. Las condiciones extremas de humedad por exceso y por defecto (arídico), requieren grandes obras de adecuación de tierras, inducidas al drenaje en el primer caso y de riego para el segundo lo que impiden las labores para establecer, mantener y cosechar una plantación.
- Textura arenosa, debido a su poco aporte



en nutrientes, baja retención de humedad y a que el anclaje no es firme, lo que puede causar volcamiento de los árboles cuando se humedece el suelo.

- Disponibilidad de nutrientes que se ve fuertemente afectada por pH <4,5 y >8,4 debido a que el pH muy bajo dificulta la absorción de otros elementos del suelo por parte de las raíces, poseen altos contenidos de aluminio y también materiales sulfídicos, lo que implica grandes inversiones en productos de encalamiento para mejorar esta condición. En contraste el pH muy alto posee grandes cantidades de sales solubles y/o sodio, elevando la presión osmótica en el suelo, lo que inhibe la absorción del agua y de otros elementos por parte de las raíces. Estas condiciones extremas representan mayores inversiones en su mejoramiento mediante lavado y/o riego en los suelos.
- Erosión severa o muy severa, porque la pérdida superficial excesiva de materiales de suelo afecta la profundidad, la extracción de nutrientes en los árboles y perjudica el enraizamiento, el anclaje y la calidad del producto forestal.
- Pendientes mayores del 75%, debido a que en el establecimiento y manejo de la plantación se requieren de unas prácticas silviculturales que se dificultan a medida que aumenta la pendiente, a su vez se hace muy dificultosa la operación de maquinaria y a lo anterior se le suma que en pendientes pronunciadas, el árbol efectúa una fuerza de resistencia para evitar su volcamiento repercutiendo en una menor calidad de la madera. También es importante destacar que una pendiente alta favorece la erosión por escorrentía superficial, por lo que se debe mantener en pendientes pronunciadas la cobertura natural o realizar plantaciones protectoras.

La definición de criterios del componente físico dependió en gran medida de la fuente y calidad de la información a la escala de trabajo



utilizada. En muchos casos como el climático, la distribución espacial de las estaciones meteorológicas no fue la más adecuada por lo cual la incertidumbre fue mayor. En el caso de suelos, la capa unificada escala 1:100.000 presentó algunas inconsistencias de correlación espacial y generalizaciones en la base de datos.

Como parte del **componente socioecosistémico**, se pudo concluir que uno de los criterios relevantes para determinar la aptitud del territorio fue la cobertura de la tierra. De esta manera se realizó una reclasificación de las unidades de cobertura de la tierra del sistema CORINE

Land Cover adaptado para Colombia, asociado a los biomas identificados en el Mapa Nacional de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia. Como parte de este análisis se identificaron exclusiones técnicas, referidas principalmente a las coberturas naturales y seminaturales, las áreas húmedas, las superficies de aguas y los territorios totalmente artificializados. Dentro de estas exclusiones se identificaron principalmente aquellas áreas que por sus características naturales deben mantener su cobertura actual, por lo tanto no pueden establecerse plantaciones forestales comerciales. 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, la vegetación secundaria baja y las zonas quemadas, en algunos casos puntuales, no son totalmente excluyentes y pueden ser áreas marginalmente aptas (A3) para la reforestación comercial.



El segundo criterio evaluado dentro del componente socioecosistémico fue la integridad ecológica (IE), el cual se analizó como un estimador de la calidad ambiental útil en la planificación y toma de decisiones de ordenamiento, al considerar que un territorio con integridad ecológica es capaz de sobreponerse y superar perturbaciones naturales y los disturbios inducidos por el hombre, y mantener la sostenibilidad y la naturalidad de un ecosistema para la prestación de bienes y servicios ecosistémicos, y su resiliencia ante tensiones y fenómenos de cambio.

Debido a la disponibilidad de información a escala nacional, en la Zonificación para Plantaciones Forestales Comerciales, la integridad ecológica se interpretó a partir de su componente estructural, mediante la medición de los indicadores de conectividad estructural de las coberturas naturales, Índice de Naturalidad por subzonas hidrográficas y áreas de concentración de especies sensibles en el territorio, como medida de la salud o estado de conservación de los ecosistemas. Entre mejor IE, la actividad de reforestación comercial se consideró una actividad menos compatible, toda vez que el proceso productivo, y en especial la fase de extracción constituye una alteración que pone en riesgo la integridad en ecosistemas que se deseen conservar o que requieran esfuerzos de declaratoria de protección.

Como tercer criterio de categorización de la aptitud dentro de este componente, se consideró la amenaza por incendios de la cobertura vegetal, teniendo en cuenta el peligro latente que representa la posible manifestación de este fenómeno. Esta amenaza total se expresó como la probabilidad de que un evento de este



tipo se presente con una cierta intensidad, en un sitio específico y en un tiempo determinado. Este criterio tuvo una baja ponderación dentro del proceso, considerando que las plantaciones deben contar con un plan de contingencia frente a esta amenaza.

Las áreas de exclusión para las plantaciones forestales comerciales, basadas en aspectos de índole puramente técnico, o soportadas legalmente, se constituyeron en un aspecto importante dentro del componente socioecosistémico. Dichas áreas corresponden a: páramos, subpáramos, nacimientos de aguas, humedales, rondas hídricas, zonas de recarga de acuíferos, zonas costeras, manglares, estuarios, meandros, ciénagas u otros hábitats similares de recursos hidrobiológicos, los bosques naturales, humedales y sabanas, que por su carácter como áreas de especial importancia ecológica en la prestación de servicios ecosistémicos, fueron considerados dentro del criterio de ecosistemas estratégicos. Igualmente, las áreas del SINAP fueron excluidas o condicionadas de acuerdo con su reglamentación de uso.

En relación con el criterio de deforestación, el estudio consideró los lineamientos de la Ley 139 de 1994, restringiendo el desarrollo de



nuevas plantaciones donde se hayan presentado procesos de cambio de la cobertura de bosques naturales en los últimos 5 años; sin embargo, se considera que este criterio debería revisarse para ejercicios futuros.

La incorporación del componente socioeconómico enfocado desde la competitividad, no consideró exclusiones técnicas y se constituyó como un instrumento altamente influyente en el acercamiento metodológico propuesto para esta zonificación. El ejercicio metodológico permitió definir zonas con grados de aptitud de acuerdo con los criterios utilizados, siendo los más determinantes los relacionados con infraestructura y logística, costo de la tierra y mercado laboral.

La definición de los criterios del componente socioeconómico dependió de la disponibilidad de información municipal, y de la posibilidad de representarla geográficamente. El caso de infraestructura y logística requirió de múltiples análisis y discusiones para definir los rangos y su unidad espacial de representación, debido en parte a las limitaciones de la información.

El proceso de validación y socialización en campo de la primera versión del mapa, brindó elementos importantes para ajustar la inclusión, exclusión y ponderación de los criterios utilizados en los tres componentes. En el caso del componente físico se incluyó el criterio de disponibilidad de nutrientes, como una resultante de la relación entre fertilidad natural, acidez y saturación de aluminio; para el componente socioecosistémico se asociaron las unidades de cobertura de la tierra del sistema CORINE Land Cover adaptado para Colombia, a los biomas identificados en el Mapa Nacional de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia; y finalmente, en el componente socioeconómico se consideró el criterio de costos y distribución de la tierra como independientes, dada la relevancia que tiene para los reforestadores estos temas, al igual que el criterio de infraestructura y logística.

Conclusiones respectos a los resultados de la zonificación:

La zonificación resultante es de carácter indicativa, teniendo en cuenta su escala de trabajo, la información secundaria disponible y el amplio rango de especies comerciales que se tuvieron en cuenta a partir de los lineamientos del Certificado de Incentivo Forestal.

Mediante la aplicación de la Metodología de la ZPFC, se identifican 24.805.854 ha aptas para el establecimiento de plantaciones comerciales, lo que equivale al 21,8% del territorio continental colombiano. El 78,2% del área continental del país presenta algún tipo de exclusión, técnica y/o legal, para la reforestación comercial.

A nivel departamental, Meta, Vichada y Antioquia presentan la mayor superficie apta para actividades forestales comerciales; no obstante, en



el caso del Meta y Vichada la aptitud dominante es baja, dada la carencia de infraestructura vial y de logística propia de la actividad forestal, así como las limitaciones edáficas y restricciones ecosistémicas, aspectos que inciden en el desarrollo de mercados competitivos. Allí se requieren inversiones importantes en infraestructura y adecuación y manejo de suelos que se articulen con los incentivos del CIF, los cuales en los últimos años se han otorgado en mayor proporción en estas zonas. En este sentido, la inversión y la oportuna acción por parte del estado en materia de infraestructura pública e investigación de paquetes tecnológicos son fundamentales para conseguir los objetivos propuestos del Incentivo.

En la zonificación se identifican áreas de potencial desarrollo de núcleos forestales comerciales en la costa Caribe, en los departamentos de Sucre, Córdoba, Magdalena y Bolívar. Igualmente, en la zona del Santander, Antioquia y Cesar; el medio y alto Cauca (Cauca, Valle del Cauca, Risaralda, Quindío y Caldas); y el piedemonte y altillanura del Meta.

Recomendaciones

La política para el fomento de las plantaciones forestales comerciales desde 1994 ha contado con lineamientos e instrumentos que permiten considerar la reforestación comercial como una actividad importante y estratégica para la economía nacional. Dentro del contexto competitivo, el incentivo CIF cobra importancia ya que disminuye y optimiza los costos de inversión. No obstante, se recomienda que la dinámica del CIF, se oriente no solo a incrementar el área establecida, sino a apalancar y articular acciones del Estado para mejorar la eficiencia en la producción y comercialización en las plantaciones forestales comerciales y sus productos, para llegar a una competitividad sostenible en el mercado.

Actualizar la zonificación de plantaciones forestal comerciales, al menos cada cinco años, y de acuerdo con la disponibilidad de información evaluar la pertinencia de la inclusión de nuevos criterios y/o variables dentro del proceso. Lo anterior, teniendo en cuenta los procesos de generación y actualización de información por parte de las entidades oficiales, y la dinámica de desarrollo sectorial y territorial del país.

Disponer de una capa de suelos con mayor aproximación de sus unidades cartográficas correlacionadas espacial y taxonómicamente y la disponibilidad de información sobre los contenidos pedológicos de los perfiles modales que sirven de apoyo en la interpretación y definición de algunos criterios y variables utilizadas, considerando que los suelos se constituyen en un factor fundamental para la zonificación.

Realizar otros ejercicios de grados de pendientes con información de mayor detalle o por



depuración de las fuentes de información, como el SRTM 30 metros.

Desde el punto de vista socioecosistémico, incluir en futuras versiones, aspectos sobre servicios ecosistémicos, que si bien para esta fase se evaluaron indirectamente, no se pudo contar con información adecuada para los análisis requeridos.

Revisar los requisitos del CIF en lo referente al cambio de coberturas de bosques naturales en los últimos cinco años, por cuanto este periodo puede ser corto e inducir a mayor deforestación. Hay regiones agropecuarias que han sido abandonadas por un largo tiempo, donde se han iniciado procesos de regeneración natural, casos en los que se requiere un análisis particular. Para tener en cuenta esta variable, es necesaria su actualización periódica para mantener la información de los cambios de la cobertura boscosa actualizada.

Avanzar en trabajos a mayor detalle, en coordinación con los municipios objetivo de implementación a través de ejercicios pilotos a 1:25.000. En este sentido, el nivel veredal como criterio de espacialización, lo mismo que los núcleos forestales deben formar parte activa y dinámica en el desarrollo y análisis de la zonificación.

Ahondar en temas relacionados con la rentabilidad de la inversión forestal en un mercado cada vez más competitivo y actualizar el tipo de análisis de los modelos de competitividad, donde temas de mejoramiento de los procesos de transformación y capacitación del sector, centros de acopio de maderas, infraestructura interna del sector forestal, deben ser considerados.

Publicar y socializar los resultados finales de este estudio con los actores interesados en la reforestación comercial, a fin de coordinar acciones conjuntas que contribuyan a orientar una política y un plan integral para el desarrollo de esta actividad y buscar mecanismos para promover un uso más eficiente del suelo rural, donde la actividad forestal puede representar una alternativa para la reconversión de sistemas productivos en zonas que presenten conflictos de uso por sobreutilización.



BIBLIOGRAFÍA



ANDERIES, M., JANSSEN, M., & OSTROM, E. 2004. A framework to analyze the robustness of social-ecological systems from an institutional perspective. Ecology and Society 9 (1):18.

ANDREASEN, J. K.; R. V. O´NEILL; R. NOSS & N. C. SLOSSER. 2001. Considerations for the development of a terrestrial index of ecological integrity. Ecological Indicators, 1: 21-35. doi:10.1016/S1470-160X(01)00007-3

CABRERA E., VARGAS ET. al, 2011. Memoria técnica de la cuantificación de la deforestación histórica nacional – escalas gruesa y fina. Instituto de Hidrología, Meteorología, y Estudios Ambientales-IDEAM-. Bogotá D.C., Colombia. 106 p.

CONGRESO DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA.-Ley 119. Por la cual se reforma el Código Fiscal (Ley 110 de 1912), sobre explotación de bosques nacionales. Bogotá, Colombia.-30 de Diciembre de 1919

LEY 200. Sobre régimen de tierras.-Bogotá Colombia. 16 de diciembre de 1936.

LEY 2 Sobre economía forestal de la Nación y conservación de recursos naturales renovables. Bogotá, Colombia : s.n., 16 de Diciembre de 1959

LEY 139.- Por la cual se crea el certificado de incentivo forestal y se dictan otras disposiciones.-. Bogotá, Colombia s.n. ,21 de Junio de 1994.

LEY 1450. Por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo. Bogotá, Coombia : s.n., 16 de Junio de 2011

CORMAGDALENA. 2001. Elaboración del Proyecto de Ley por la cual se adopta la política forestal del estado, se dictan normas sobre la organización institucional y se expide el estatuto único Forestal.

CORPORACION NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y FOMENTO FORESTAL, CONIF. 1998. Guía para las plantaciones forestales comerciales del Tolima. Serie de documentación N° 40. Bogotá, Colombia.

------. 1998b. Guía para las plantaciones forestales comerciales del Magdalena. Serie de documentación N° 35. Bogotá, Colombia. Noviembre de 1998.

------. 1998c Guía para las plantaciones forestales comerciales del Antioquía. Serie de documentación N° 31. Bogotá, Colombia.

CRC - CONIF. 2004. Zonificación de áreas por aptitud forestal y lineamientos de ordenamiento de la cuenca del río Cauca en el departamento del Cauca. Popayán, Cauca. 224 p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. 2007. Agenda Interna para la productividad y la competitividad, Documento sectorial, Cadena forestal, madera y muebles.

------. 1989. Plan de Acción Forestal para Colombia. Bogotá.

------. 2010. Plan Nacional de Desarrollo 2010 2014. Bogotá.

------. 2011. Plan de Acción para la Reforestación Comercial. Bogotá.

------. 2013. CONPES 3743 de 15 de Abril de 2013. Bogotá.

------. MADR & MADS. 2013. Distribución de recursos para el Certificado de Incentivo Forestal con fines Comerciales (CIF de Reforestación). Bogotá.

ESPINOSA S.A. & SANDOVAL, B. 2009. Evaluación de la naturalidad como herramienta para la gestión turística en áreas protegidas. El caso del Parque Nacional Nahuelbuta, región de la Araucanía, Chile.

FRANCO, A. M., DEVENISH, C., BARRERO, M. C. & ROMERO, M. H. 2009. Colombia. En: en C. Devenish, D. F. Díaz Fernández, R. P. Clay, I. Davidson & I. Yépez Zabala Eds. Important Bird Areas Americas - Priority sites for biodiversity conservation. Quito, Ecuador: BirdLife International (BirdLife Conservation Series No. 16). Pág. 135 –148. Documento electrónico. URL: http://www.ciencias-marinas.uvigo.es/bibliografia_ambiental/aves/Ibas%20America/Colombia_es.pdf

EASTMAN, J.R., JIN, W., KYEM, W., & TOLEDANO, P. 1998. Raster procedures for multi-criteria? Multi-objective decisions. Photogrammetric Enginnering & Remote Sensing. 61(5): 539–47.

ESPINAL, C.F., MARTÍNEZ, H.J. SALAZAR, M & ACEVEDO, X. 2005. La Cadena forestal y madera en Colombia. Una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005. Ministerio de Agricultura y desarrollo Rural. Observatorio de Agrocadenas Colombia.

FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 1976. A framework for land evaluation. Soils Bulletin 32. Roma.

------. 1985. Directivas: Evaluación de Tierras para la Agricultura de Regadío. Boletín de Suelos 55. Roma. .

------. 1990. Directivas: Evaluación de Tierras para Usos Forestales. Boletín de Montes 48. Roma.

------. 2007. Land Evaluation: Towards and revised framework. FAO, Roma.

------. 2008. Contribution of the forestry sector to national economies, 1990-2006, A. Lebedys. Forest Finance Working Paper FSFM/ACC/08. Roma. www.fao.org/docrep/011/k4588e/k4588e00.htm.

------. 2010a. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010, términos y definiciones. Roma. Disponible en http://www.fao.org/docrep/014/am665s/am665s00.pdf.

------. 2010b. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010: Informe principal. Estudio FAO Montes N.º 163. Roma. www.fao.org/docrep/013/i1757s/i1757s00.htm.

FAO, 2011. Documento Situación de los bosques del mundo 2011. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, ISBN 978-92-5-306750-3

IDEAM, IGAC, IAvH, Invemar, I. Sinchi e IIAP. 2007. 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 John 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.

IDEAM. 2001. Mapa de degradación de tierras por erosión. Documento inédito. Bogotá.

------. 2009. Mapa Nacional de Zonificación de riesgos a Incendios de la cobertura vegetal, a escala 1:500.000

------. 2010a. Mapa de susceptibilidad a deslizamientos. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá D.C.,

------. 2010b. Leyenda nacional de coberturas de la tierra: metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá D.C. 72 pp.

------. 2010c. Informe Anual sobre el Estado del Medio Ambiente y los Recursos Naturales Renovables en Colombia - Bosques. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá D.C., 236 pp.

INFORME ANUAL SOBRE EL ESTADO DEL MEDIO AMBIENTE Y LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES EN COLOMBIA - BOSQUES. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá D.C., 236 pp.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS ALEXANDER VON HUMBOLDT. 2013. Planeación Ambiental para la Conservación de la Biodiversidad en las áreas operativas de Ecopetrol. Fase 1. Plataforma de consulta de información. Versión de Prueba.

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZ - IGAC - y otros. 2012. Conflictos de uso del territorio Colombiano. Escala 1:100.000. Convenio marco de cooperación especial. Coodinación técnica: Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá. 211 p.

IGAC. 1979. Propiedades químicas de los suelos. 2ª Edición. Bogotá.

------. 1990. Propiedades Físicas de los Suelos. Subdirección de Agrología. Bogotá.

------. 1998. Mapa de erosión de Colombia, escala 1:500.000.

------. 2010. Metodología de clasificación de las tierras por su capacidad de uso. 2010 (Uso interno).

MACHADO, A. 2004. An index of Naturalness. Journal for Nature Conservation (13):95-110. Documento electrónico: URL: http://www.teva.org.il/_Uploads/dbsAttachedFiles/machado.pdf

MACKEY, B. sf. La integridad ecológica: Un compromiso hacia la vida en la Tierra. La Carta de la Tierra en Acción. Págs. 67 – 71. Documento electrónico. URL: http://www.earthcharterinaction.org/invent/images/uploads/Mackey.pdf

MÁRQUEZ, C. 2003. Ecosistemas Estratégicos de Colombia. Documento electrónico. URL: http://www.sogeocol.edu.co/documentos/07ecos.pdf

MARTIN-LÓPEZ, B., GÓMEZ, E. & MONTES, C. 2009. Un marco conceptual para la gestión de las interacciones naturaleza-sociedad en un mundo cambiante. Cuaderno Interdisciplinar de Desarrollo Sostenible No. 3: 229-258.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL-MADR, IICA. 2005. La cadena forestal y madera en Colombia una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005. Documento de Trabajo No. 64.

------. 2007. Proyecto Transición de la Agricultura. Agenda de Investigación y Desarrollo Tecnológico para la Cadena Productiva Forestal. Cadena Productiva Forestal - Tableros, aglomerados y contrachapados - muebles y productos de madera. Bogotá.

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE – MADS. 2012. Política para la gestión integral de la Biodiversidad y sus servicios ecosistémicos. Bogotá.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, MINISTERIO DE COMERCIO EXTERIOR, MINISTERIO DE DESARROLLO ECONOMICO, DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACION y MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. 2000. Plan Nacional de Desarrollo Forestal. Bogotá D.C.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE – DNP. 1996. Política de Bosques. Bogotá.

MORALES, M., N. RODRÍGUEZ, L. RAMOS, M.C. ROZO, D. CARDONA, S.P. CRUZ, & C. GÓMEZ. 2012. Proceso metodológico y aplicación para la definición de la Estructura Ecológica Nacional: énfasis en servicios ecosistémicos - Escala 1:500.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales –IDEAM-. Bogotá D.C., Colombia. 75 p.

RAMSAR. The List of Wetlands of International Importance. Convention of Wetlands. Documento Electrónico. 47 pp. 2013. URL: http://www.ramsar.org/pdf/sitelist.pdf

PARRISH, J.D., BRAUN, D.P., & UNNASCH, R. 2003. Are We Conserving What We Say We Are? Measuring Ecological Integrity within Protected Areas. BioScience 851. Vol. 53 No. 9. September 2003

PORTER, M.E. 1980. Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors. Free Press, New York.

PORTER, M.E. 1985. Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance. Free Press, New York.

PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. Decreto 1383 de 10 de Julio de 1940. Por el cual se adoptan medidas para la defensa y aprovechamiento de bosques. Bogotá, Colombia.

DECRETO 1454 de 19 de junio de 1942. Sobre Fomento forestal. Bogotá Colombia.

DECRETO 2278 de 12 de septiembre de 1953. Por el cual se dictan medidas sobre cuestiones forestales. Bogotá, Colombia.

DECRETO 2811 de 18 de diciembre de 1974. Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. Bogotá, Colombia.

DECRETO 877 de 10 de Mayo de 1976. Por el cual se señalan prioridades referentes a los diversos usos del recurso forestal, a su aprovechamiento y al otorgamiento de permisos y concesiones y se dictan otras disposiciones. Bogotá, Colombia.

RESTREPO SALAZAR, J.C. 2011. Plan de Acción para la Reforestación Comercial. Bogotá : Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 32 p.

SSS – USDA. 2010. Claves para la Taxonomía de Suelos. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Servicio de Conservación de Recursos Naturales. Undécima Edición.

SIRAJ, S., MIKHAILOV, L. and KEANE, J. A. (2013), "PriEsT: an interactive decision support tool to estimate priorities from pairwise comparison judgments". International Transactions in Operational Research.

UNIDAD DE PLANIFICACIÓN DE TIERRAS RURALES, ADECUACIÓN DE TIERRAS Y USOS AGROPECUARIOS – UPRA. 2013. Ficha de proyecto. Revisión y ajuste de la metodología de zonificación forestal con fines comerciales- propuesta técnica y económica. Dirección de Uso eficiente del suelo Rural y adecuación de Tierras. Bogotá.

UNIVERSIDAD JORGE TADEO LOZANO -UJTL. 1984. Los levantamientos agrológicos y sus aplicaciones múltiples. Bogotá.

UNESCO. Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural. 16 pp. Documento electrónico. S. F. URL http://whc.unesco.org/archive/convention-es.pdf.

USDA.1961. Land-Capability Classification. Agriculture Handbook No. 210.USA.

VÉLEZ R., L. A. & GÓMEZ S., A. 2008. Un marco conceptual y analítico para estimar la integridad ecológica a escala de paisaje. Arbor, Vol 184 (729) doi:10.3989/arbor.2008.i729.159. Documento electrónico. URL: http://arbor.revistas.csic.es/index.php/arbor/article/viewArticle/159



ANEXOS



ANEXO A

MARCO LEGAL DE REFERENCIA
Antecedentes de Legislación

- Ley 119 de 1919: Por la cual se reforma el Código Fiscal (Ley 110 de 1912), sobre explotación de bosques nacionales.
- Ley 200 de 1936: Sobre el régimen de tierras.
- Decreto 1383 de 1940: Por el cual se adoptan medidas para la defensa y aprovechamiento de bosques.
- Decreto 1454 de 1942: Sobre fomento forestal.
- Decreto 2921 de 1946: Por el cual se dictan medidas sobre explotación de bosques.
- Decreto 2278 de 1953: Por el cual se dictan medidas sobre cuestiones forestales.
- Ley 2ª. de 1959: Por el cual se dictan normas sobre economía forestal de la Nación y conservación de recursos naturales renovables.
- Decreto Ley 2811 de 1974. Código de los Recursos Naturales Renovables y del Medio Ambiente.
- Decreto 877 de 1976: Por el cual se señalan prioridades referentes a los diversos usos del recurso forestal, a su aprovechamiento y al otorgamiento de permisos y concesiones y se dictan otras disposiciones.
- Ley 139 de 1994: Por la cual se crea el certificado de incentivo forestal y se dictan otras disposiciones.
- Ley 1450 de 2011: Por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo, 2010-2014.

Aspectos normativos generales de las Áreas de Reserva Forestal

- Ley 2ª de 1959.
- Decreto Ley 2811 de 1974 Código de los Recursos Naturales Renovables y del Medio Ambiente.
- Ley 2ª de 1959.
- Decreto 877 de 1976.
- Ley 139 de 1994. Creación del Certificado de Incentivo Forestal CIF.



Aspectos normativos Área Forestal Protectora

- Decreto 2811 de 1974 Código de los Recursos Naturales Renovables y del Medio Ambiente.
- Decreto 2278 de 1956 y Ley 2ª de 1959.
- Acuerdo 03 de 1969 – INDERENA.
- Decreto 877 de 1976.
- Ley 1150 de 2011.
  Plan Nacional de Desarrollo.

Aspectos normativos Área Forestal Productora

- Decreto 2811 de 1974 Código de los Recursos Naturales Renovables y del Medio Ambiente.
- El Decreto 877 de 1976.
- Ley 139 de 1994.

Normas legales relacionadas con actividades conexas al sector Forestal

- Normas Legales Relacionadas con las Zonas de Reservas Campesinas
  La Ley 160 de 1994, en su artículo 80, ACUERDO 024 de 1996 del INCORA, en su ARTÍCULO 13.

- Normas Legales Referidas al Sistema Nacional de Áreas Protegidas
  El Decreto 2372 de 2010 que reglamenta el Decreto 2811 de 1974 y la ley 99 de 1993 define el Sistema Nacional de Áreas Protegidas.

- Ecosistemas estratégicos
  Art. 29 del Decreto 2372 de 2010
  Decreto 1640 de 2012 plantea en su Art. 2., el Art. 18, el Art. 19

Distinciones Internacionales

- Sitios Ramsar
- Reservas de Biósfera
- Áreas de Importancia para la Conservación de Aves – AICAS

Normatividad con Énfasis Cultural

- Áreas de patrimonio cultural de la nación
  La Ley 397 de 1997 y en la Ley 1185 de 2008

- Lista de Patrimonio Mundial de la UNESCO
  Ley 45 de 1983.

- Paisaje cultural cafetero
  Lista de patrimonio mundial Junio de 2011
  Resolución 2079 del 7 de Octubre de 2011 - Ministerio de Cultura

- Parque Arqueológico de San Agustín, Huila
  Ley 103 de 1931.
  Lista de patrimonio mundial de 1995.



ANEXO B: ÁRBOL DE DECISIÓN PARA CALIFICACIÓN DE LA APTITUD DE DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES EN EL SUELO

Fertilidad	Saturación Al	pH	Aptitud
A1	A1	A1	A1
		A2	A2
		A3	A3
		N1	N1
	A2	A1	A2
		A2	A2
		A3	A3
		N1	N1
	A3	A1	A3
		A2	A3
		A3	A3
		N1	N1
A2	A1	A1	A2
		A2	A2
		A3	A3
		N1	N1
	A2	A1	A2
		A2	A2
		A3	A3
		N1	N1
	A3	A1	A3
		A2	A3
		A3	A3
		N1	N1

ANEXO C: CATEGORÍAS DE APTITUD PARA EL CRITERIO DE COBERTURA VEGETAL ASOCIADO AL TIPO DE BIOMA

BIOMA	Algodón	Palma de aceite	Pastos limpios	Pastos enmalezados	Plantación latifoliadas	Plantación forestal
Halobioma del Caribe		A1				
Halobiomas del Pacífico		A1				
Helobiomas de la Amazonía y Orinoquía		A1				
Helobiomas del Magdalena y Caribe		A1				
Helobiomas del Pacífico y Atrato		A1				
Helobiomas del Río Zulia		A1				
Orobioma bajo de Santa Marta y Macuira		A1	A1	A1		
Orobioma medio de Santa Marta			A1	A1		
Orobiomas bajos de los Andes	A1	A1	A1			A1
Orobiomas medios de los Andes	A1		A1	A1		A1
Peinobiomas de la Amazonía y Orinoquía		A1	A1	A1		A1
Zonobioma alterno hídrico y/o subxerofítico tropical del Alto Magdalena	A1		A1	A1		
Zonobioma alterno hídrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca			A1	A1		A1
Zonobioma húmedo tropical de la Amazonía y Orinoquía		A1				
Zonobioma húmedo tropical del Catatumbo		A1				
Zonobioma húmedo tropical del Magdalena y Caribe		A1				A1
Zonobioma húmedo tropical del Pacífico y Atrato		A1				
Zonobioma seco tropical del Caribe		A1	A1	A1	A1	A1

BIOMAS	Arroz	Caña	Cultivos agroforestales	Herbazal denso de tierra firme no arbolado	Maíz	Mosaico de pastos y cultivos	Pasto limpios	Pastos arbolados	Pastos enmalezados	Plátano y banano
Halobioma del Caribe	A2					A2				A2
Halobiomas del Pacífico						A2				
Helobioma de La Guajira						A2				
Helobiomas andinos						A2				
Helobiomas de la Amazonía y Orinoquía	A2					A2				
Helobiomas del Magdalena y Caribe	A2	A2			A2	A2				
Helobiomas del Pacífico y Atrato						A2				A2
Helobiomas del Río Zulia	A2					A2				
Helobiomas del Valle del Cauca		A2				A2				
Litobiomas de la Amazonía y Orinoquía						A2				
Orobioma bajo de Santa Marta y Macuira	A2					A2		A2		A2
Orobioma de La Macarena						A2	A2			
Orobioma de San Lucas						A2	A2		A2	
Orobioma del Baudó y Darién						A2	A2			
Orobioma medio de Santa Marta						A2				
Orobiomas altos de los Andes						A2				
Orobiomas azonales de Cicuta	A2	A2				A2	A2			
Orobiomas azonales del Río Sogamoso						A2	A2			

BIOMAS	Arroz	Caña	Cultivos agroforestales	Herbazal denso de tierra firme no arbolado	Maíz	Mosaico de pastos y cultivos	Pasto limpios	Pastos arbolados	Pastos enmalezados	Plátano y banano
Orobiomas azonales del Valle del Patía						A2	A2			
Orobiomas azonales Río Dagua							A2			
Orobiomas bajos de los Andes	A2	A2		A2		A2		A2	A2	A2
Orobiomas medios de los Andes		A2		A2		A2		A2	A2	
Peinobiomas de la Amazonía y Orinoquía	A2					A2		A2	A2	
Zonobioma alterno hídrico y/o subxerofítico tropical del Alto Magdalena	A2				A2	A2		A2	A2	
Zonobioma y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca	A2	A2	A2			A2		A2	A2	
Zonobioma del desierto tropical de La Guajira y Santa Marta						A2	A2		A2	A2
Zonobioma húmedo tropical de la Amazonía y Orinoquía	A2					A2	A2		A2	A2
Zonobioma húmedo tropical del Catatumbo	A2					A2	A2		A2	A2
Zonobioma húmedo tropical del Magdalena y Caribe	A2					A2	A2		A2	A2
Zonobioma húmedo tropical del Pacífico y Atrato						A2	A2		A2	A2
Zonobioma seco tropical del Caribe	A2	A2	A2			A2		A2		A2

BIOMA	Cacao	Café	Cebolla	Herbazal denso de tierra firme	Herbazal denso de tierra firme arbolado	Herbazal denso de tierra firme con arbustos	Herbazal denso de tierra firme no arbolado	Mosaico de cultivos	Mosaico de cultivos y espacios naturales	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	Mosaico de pastos con espacios naturales
Halobioma del Caribe								A3	A3	A3	A3
Halobiomas del Pacífico								A3	A3	A3	A3
Helobioma de La Guajira								A3	A3	A3	
Helobiomas andinos				A3				A3		A3	A3
Helobiomas de la Amazonía y Orinoquía				A3			A3	A3	A3	A3	A3
Helobiomas del Magdalena y Caribe				A3				A3	A3	A3	A3
Helobiomas del Pacífico y Atrato				A3				A3	A3	A3	A3
Helobiomas del Río Zulia								A3	A3	A3	A3
Helobiomas del Valle del Cauca				A3				A3	A3	A3	A3
Litobiomas de la Amazonía y Orinoquía				A3			A3		A3	A3	A3
Orobioma alto de Santa Marta										A3	A3
Orobioma bajo de Santa Marta y Macuira		A3		A3		A3	A3	A3	A3	A3	A3
Orobioma de La Macarena				A3			A3			A3	A3
Orobioma de San Lucas				A3				A3	A3	A3	A3
Orobioma del Baudo y Darién									A3	A3	A3
Orobioma medio de Santa Marta		A3		A3			A3		A3	A3	A3
Orobiomas altos de los Andes		A3	A3					A3	A3	A3	A3
Orobiomas azonales de Cicuta				A3				A3	A3	A3	A3

BIOMA	Cacao	Café	Cebolla	Herbazal denso de tierra firme	Herbazal denso de tierra firme arbolado	Herbazal denso de tierra firme con arbustos	Herbazal denso de tierra firme no arbolado	Mosaico de cultivos	Mosaico de cultivos y espacios naturales	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	Mosaico de pastos con espacios naturales
Orobiomas azonales del Río Sogamoso										A3	A3
Orobiomas azonales del Valle del Pata								A3	A3	A3	A3
Orobiomas azonales Río Dagua										A3	A3
Orobiomas bajos de los Andes	A3	A3		A3	A3	A3		A3	A3	A3	A3
Orobiomas medios de los Andes		A3		A3	A3	A3		A3	A3	A3	A3
Peinobiomas de la Amazonía y Orinoqua				A3			A3	A3	A3	A3	A3
Zonobioma alterno hídrico y/o subxerofítico tropical del Alto Magdalena	A3	A3		A3			A3	A3	A3	A3	A3
Zonobioma y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca		A3						A3	A3	A3	A3
Zonobioma del desierto tropical de La Guajira y Santa Marta								A3	A3	A3	A3
Zonobioma húmedo tropical de la Amazonía y Orinoquía								A3	A3	A3	A3
Zonobioma húmedo tropical del Catatumbo								A3	A3	A3	A3
Zonobioma húmedo tropical del Magdalena y Caribe	A3	A3		A3				A3	A3	A3	A3
Zonobioma húmedo tropical del Pacífico y Atrato								A3	A3	A3	A3
Zonobioma seco tropical del Caribe				A3			A3	A3	A3	A3	A3

BIOMA	Otros cultivos permanentes arbustivos	Otros cultivos permanentes herbáceos	Otros cultivos transitorios	Papa	Pasto limpio	Pasto arbolado	Pasto enmalezado	Plantación forestal	Vegetación secundaria baja	Vegetación secundaria o en transición	Zanahoria	Zonas quemadas
Halobioma del Caribe		A3	A3		A3	A3	A3	A3				
Halobiomas del Pacífico					A3	A3	A3		A3			
Helobioma de La Guajira												
Helobiomas andinos			A3	A3	A3		A3	A3				
Helobiomas de la Amazonía y Orinoquía			A3		A3	A3	A3	A3				A3
Helobiomas del Magdalena y Caribe		A3	A3		A3	A3	A3	A3				A3
Helobiomas del Pacífico y Atrato			A3		A3	A3	A3		A3			A3
Helobiomas del Río Zulia					A3		A3					
Helobiomas del Valle del Cauca		A3	A3		A3	A3	A3	A3				
Litobiomas de la Amazonía y Orinoquía					A3		A3					A3
Orobioma alto de Santa Marta					A3							
Orobioma bajo de Santa Marta y Macuira		A3	A3							A3		A3

BIOMA	Zonas quemadas	Zanahoria	Vegetación secundaria o en transición	Vegetación secundaria baja	Plantación forestal	Pasto enmalezado	Pasto arbolado	Pasto limpio	Papa	Otros cultivos transitorios	Otros cultivos permanentes herbáceos	Otros cultivos permanentes arbustivos
Orobioma de La Macarena	A3					A3						
Orobioma de San Lucas	A3						A3					A3
Orobioma del Baudo y Darién						A3				A3		
Orobioma medio de Santa Marta	A3											
Orobiomas altos de los Andes	A3	A3			A3	A3	A3	A3	A3	A3		
Orobiomas azonales de Cicuta						A3					A3	
Orobiomas azonales del Río Sogamoso						A3	A3					
Orobiomas azonales del Valle del Patía	A3				A3	A3	A3			A3		
Orobiomas azonales Río Dagua					A3	A3						
Orobiomas bajos de los Andes	A3		A3	A3						A3	A3	
Orobiomas medios de los Andes	A3		A3	A3					A3	A3	A3	

BIOMA	Otros cultivos permanentes arbustivos	Otros cultivos permanentes herbáceos	Otros cultivos transitorios	Papa	Pasto limpio	Pasto arbolado	Pasto enmalezado	Plantación forestal	Vegetación secundaria baja	Vegetación secundaria o en transición	Zanahoria	Zonas quemadas
Peinobiomas de la Amazonía y Orinoquía		A3	A3									A3
Zonobioma alterno hídrico y/o subxerofítico tropical del Alto Magdalena		A3	A3									A3
Zonobioma y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca		A3	A3									A3
Zonobioma del desierto tropical de La Guajira y Santa Marta												
Zonobioma húmedo tropical de la Amazonía y Orinoquía			A3			A3						
Zonobioma húmedo tropical del Catatumbo												A3
Zonobioma húmedo tropical del Magdalena y Caribe		A3	A3			A3			A3			A3
Zonobioma húmedo tropical del Pacífico y Atrato			A3			A3						A3
Zonobioma seco tropical del Caribe	A3	A3	A3									A3

ANEXO D: EXCLUSIONES Y CONDICIONANTES LEGALES DEL COMPONENTE SOCIOECOSISTÉMICO

En términos de biodiversidad, Colombia es ampliamente reconocida a nivel internacional como un territorio con una gran concentración de biodiversidad (www.humboldt.org.co), siendo el segundo país más biodiverso del mundo después de Brasil que posee las siguientes características:



- Con una extensión terrestre del 0.7% de la superficie del planeta, alberga alrededor del 10% de la fauna y flora del mundo (Política Nacional de Biodiversidad 2009-2019, citada por el IAvH).
- Primer país del mundo en diversidad de aves, con 1801 especies (IUCN. 2009. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2009.2. <http://www.iucnredlist.org) y orquídeas (Sarmiento, J. 2007, citado en www.humboldt.org).
- Segundo país del mundo en diversidad de plantas, con cerca de 41.000 especies (Maldonado-Ocampo, J. et al. 2008, citado en www.humboldt.org), anfibios con 763 especies (Frost, Darrel R. 2009, citado en www.humboldt.org), peces dulceacuícolas con 1435 especies (Maldonado-Ocampo, J. et al. 2008, citado en www.humboldt.org) y mariposas con 3273 especies (Andrade, G. Com. Pers., citado en www.humboldt.org),
- Tercer país del mundo en diversidad de reptiles con 506 especies (Chaves & Santamaría., 2006, citado en www.humboldt.org) y palmas (Bernal, R. Com. Pers., citado en www.humboldt.org),
- Cuarto país del mundo en diversidad de mamíferos, con 479 especies (Chaves & Santamaría., 2006, citado en www.humboldt.org)

Para salvaguardar esta biodiversidad además de los mecanismos formales de declaratoria de áreas protegidas contenidas normatividad del Sistema Nacional de Áreas Protegidas – SINAP (Ley 2372 de 2010), Colombia se ha adherido a tratados y convenios internacionales que buscan la protección de especies y ecosistemas de importancia, entre los que se cuenta la Convención Ramsar (Ley 357 de 1997), el Programa de áreas de importancia para la conservaci[on de aves – AICAS (Franco et. al., 2009), y la Convención sobre la protección del patrimonio mundial, cultural y natural (www.unesco.org). A continuación se hace una breve descripción de cada una de ellas.

Normas Legales referidas al Sistema Nacional de Áreas Protegidas

El Decreto 2372 de 2010 que reglamenta el Decreto 2811 de 1974 y la ley 99 de 1993 define el Sistema Nacional de Áreas Protegidas como el conjunto de las áreas protegidas, los actores sociales e institucionales y las estrategias e instrumentos de gestión que las articulan, que contribuyen como un todo al cumplimiento de los objetivos generales de conservación del país.

El SINAP comprende las Áreas protegidas públicas: a) Las del Sistema de Parques Nacionales Naturales. b) Las Reservas Forestales Protectoras. c) Los Parques Naturales Regionales. d) Los Distritos de Manejo Integrado. e) Los Distritos de Conservación de Suelos. f) Las Áreas de Recreación y Áreas Protegidas Privadas. g) Las Reservas Naturales de la Sociedad Civil.

La norma citada define los Distritos de Manejo Integrado como el espacio geográfico, en el 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. El decreto 2372 de 2010 contempla la posibilidad de contar en los DMI subzonas para el desarrollo que son espacios donde se permiten actividades controladas, agrícolas, ganaderas, mineras, forestales, industriales, habitacionales no nucleadas con restricciones en la densidad de ocupación y la construcción y ejecución de proyectos de desarrollo, bajo un esquema compatible con los objetivos de conservación del área protegida.

Para efectos del proyecto de zonificación para reforestación comercial se consideran como áreas de exclusión todas las categorías del SINAP a excepción de los Distritos de Manejo Integrado que permiten un uso sostenible el cual incluye los espacios para adelantar actividades productivas y extractivas compatibles con el objetivo de conservación del área protegida.

La consideraciones anteriores llevan a definir esta categoría como no excluyente en el Proyecto de Zonificación ya que la normatividad vigente y los lineamientos de política en especial las Corporaciones Autónomas Regionales utilizan esta figura para desarrollar proyectos agroproductivos en beneficio de las comunidades asentadas en áreas que requieren de un manejo integral y que las plantaciones comerciales en áreas de aptitud forestal pueden apoyar.

Ecosistemas estratégicos

En Colombia, conforme al Art. 29 del Decreto 2372 de 2010, las zonas de páramos, subpáramos, los nacimientos de agua y las zonas



de recarga de acuíferos (según Morales et. al., 2012, también se incluyen los bosques, humedales y sabanas), por su carácter como áreas de especial importancia ecológica en la prestación de servicios ecosistémicos son considerados como ecosistemas estratégicos y gozan de protección especial. No obstante, este reconocimiento no representa una restricción de uso, por lo que las autoridades ambientales deberán adelantar las acciones tendientes a su conservación y manejo, las que podrán incluir su designación como áreas protegidas bajo alguna de las categorías de manejo previstas en el presente decreto

Por su parte, el Decreto 1640 de 2012 plantea en su Art. 2., la existencia de ecosistemas de importancia estratégica para la conservación de recursos hídricos, entendiéndolo 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. Para la gestión de estas áreas, el Art. 18., determina la necesidad de elaborar un Plan de Ordenación y manejo de la Cuenca Hidrográfica en escala 1:100.000 y 1:25.000 (MADS, 2013), bajo responsabilidad de la autoridad ambiental competente. El Art. 19 brinda las siguientes directrices:

- El carácter especial de conservación de las Áreas de Especial Importancia Ecológica.
- Los ecosistemas y zonas que la legislación Ambiental ha priorizado en su protección, tales como: páramos, subpáramos, nacimientos de aguas, humedales, rondas hídricas, zonas de recarga de acuíferos, zonas costeras, manglares, estuarios, meandros, ciénagas u otros hábitats similares de recursos hidrobiológicos, los criaderos y hábitats de peces, crustáceos u otros hábitats similares de recursos hidrobiológicos.
- El consumo de agua para abastecimiento humano y en segundo lugar la producción de alimentos tendrá prioridad sobre



cualquier otro uso y deberá ser tenido en cuenta en la ordenación de la respectiva cuenca hidrográfica.

- La prevención y control de la degradación de los recursos hídricos y demás recursos naturales de la cuenca.
- La oferta, la demanda actual y futura de los recursos naturales renovables, incluidas las acciones de conservación y recuperación del medio natural para propender por su desarrollo sostenible y la definición de medidas de ahorro y uso eficiente del agua.
- El riesgo que pueda afectar las condiciones fisicobióticas y socioeconómicas en la cuenca, incluyendo condiciones de variabilidad climática y eventos hidrometeorológicos extremos.

Convenios Internacionales

Aquellas distinciones internacionales tales como, Sitios Ramsar, Reservas de Biósfera, AICAS y Patrimonio de la Humanidad, entre otras, no corresponden con categorías de manejo de áreas protegidas, sino que representan estrategias complementarias para la conservación de la diversidad biológica. Los sitios RAMSAR y las áreas AICAS fueron incluidos en la categoría de excluyentes puesto que existe normatividad nacional que ratifica dichos acuerdos y propende por su conservación sobre estrategias productivas. En el caso de las reservas de la biósfera se consideran como condicionantes, en tanto dentro de estas áreas ya existen figuras más restrictivas de protección, tales como los parques naturales nacionales.

Sitios Ramsar

La Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional, conocida como Convención Ramsar (www.ramsar.org), es un tratado intergubernamental desarrollado para coordinar las acciones a nivel 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 migratoria) y sus recursos. Colombia, mediante Ley 357 de 1997 aprueba la "Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas" y se obliga como Parte Contratante de la Convención, a elaborar y aplicar su planificación de forma que favorezca la conservación de los humedales incluidos en la Lista y en la medida de lo posible el uso racional de los humedales de su territorio (Art. 3), y a fomentar la conservación de los humedales y de las aves acuáticas creando reservas naturales en aquéllos (Art. 4). La siguiente tabla presenta los cinco (5) sitios declarados en Colombia como humedales Ramsar o de importancia internacional.

Nombre	Fecha de declaratoria	Departamento	Tamaño (ha)	Coordenadas
Complejo de Humedales Laguna del Otún	25/06/08	Risaralda	6.579	04°46N 75°25W
Delta del Río Baudó	05/06/04	Chocó	8.888	04°53N 77°22W
Laguna de la Cocha	08/01/01	Nariño	39.000	01°03N 77°12W
Sistema Delta Estuario del Río Magdalena, Ciénaga Grande de Santa Marta.	18/06/98	Magdalena	400.000	10°45N 74°29W
Sistema Lacustre de Chingaza	25/06/08	Cundinamarca	4.058	04°30N 73°45W

Tabla 1. Sitios Ramsar en Colombia
(Fuente: Ramsar 2013)

Áreas de Importancia para la Conservación de Aves – AICAS

Por su parte, el Programa de Áreas de Importancia para la Conservación de Aves – AICAS es una iniciativa internacional (IBAs, por sus siglas en inglés – International Bird Areas) liderada por BirdLife International. Hasta el momento, en Colombia se han identificado 116 AICAS (Franco et. al., 2009), que cubren un total de 7.699.302 ha. o 7,1% del territorio del país, en las cuales se encuentran 99 de las 112 especies amenazadas reportadas para Colombia (Rengifo et.al., 2002 en Franco et.al., 2009). Más de la mitad de las AICAS de Colombia disfrutan de protección legal bajo las categorías de categorías parques nacionales, reservas regionales nacionales y reservas privadas contempladas en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas – SINAP (Decreto 2372 de 2010) y un 18% adicional que se encuentran parcialmente protegidas.

Reservas de la Biósfera

A través de la adhesión de Colombia a la Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural (www.unesco.org) se puntualiza la necesidad de proteger áreas de especial importancia para la humanidad por su riqueza, singularidad e importancia ecológica, conocidas como Reservas de la Biosfera. En Colombia se han designado cinco (5) de estas áreas:

- **Cinturón Andino:** (www.minambiente.gov.co). Designada en 1980. Con una superficie de 855.000 ha., se localiza en el Macizo Colombiano, en los departamentos de Huila, Cauca, Caquetá y Tolima ocupando los PNN Nevado del Huila, Puracé y Cueva de los Guacharos, así como diferentes Resguardos indígenas, Reservas de la Sociedad Civil y áreas protegidas Regionales y Municipales. Los principales ecosistemas en esta área son bosques de selva subandina, andina, subpáramo, páramo, superpáramo y zonas nivales. En el páramo se encuentran zonas de humedales con lagunas que dan origen a cuatro de los principales ríos de la parte más densamente poblada del país.
- **El Tuparro:** (www.minambiente.gov.co). Designado en 1980. Corresponde a una superficie de 918.000 ha. localizados en el departamento del Vichada sobre la frontera con Venezuela, y delimitada por



los ríos Orinoco al Oriente, Tomo al norte, Tuparro y Tuparrito al sur. Comprende las siguientes áreas protegidas: Parque Nacional Natural El Tuparro, 5 Resguardos Indígenas, 2 Reservas de la Sociedad Civil y 2 Reservas Municipales. Presenta sabanas naturales, y gran parte de las zonas bajas permanecen inundadas la mayor parte del año.

- **Sierra Nevada de Santa Marta:** (www.minambiente.gov.co). Designación: 1980. Se ubica al norte del país (departamentos de la Guajira, Magdalena y Cesar) ocupando un área de 2.115.800 ha. e incluye el gradiente altitudinal desde la zona marina hasta los 5775 msnm. Se asocian a esta zona los PNN Sierra Nevada de Santa Marta, Tayrona, Santuario de Fauna y Flora los Flamencos, Resguardos indígenas correspondientes a los pueblos Arhuaco, Kogui y Wiwa. Comprende casi todas las zonas de vida del Neotrópico, desde matorrales espinosos semi-desérticos, manglares, bosques tropicales secos, y bosques móntanos y páramos, hasta las nieves perpetuas.
- **Ciénaga Grande de Santa Marta:** (www.minambiente.gov.co). Designación:2000. Con una superficie de 493.150 ha., ocupa la llanura deltáica derecha del río Magdalena, en el departamento del Magdalena. Dentro de las figuras de protección se encuentran la Vía Parque Isla de Salamanca y Santuario de Fauna y Flora Ciénaga Grande de Santa Marta. Es uno de los Humedales costeros más grandes de Latinoamérica, incluyendo arrecifes de coral y manglares, así como bosque seco y muy seco tropical y bosque seco tropical.
- **Seaflower:** (www.minambiente.gov.co). Designación: 2000. Se localiza en el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina ocupando una superficie de 30.000.000 ha. Dentro de sus figuras de protección están el PNN Old Providence McBean Lagoon, 3 parques regionales y un área marina protegida (AMP). Es uno

de los archipiélagos más aislados en las Américas, que representa el 10% del Mar Caribe y cuenta con una de las barreras arrecífales más extensas y biodiversas en el atlántico occidental, con arrecifes de barrera, franjeantes, atolones, lagunas y parches aislados con más de 500 Km.

ANEXO E: EXCLUSIONES Y CONDICIONANTES LEGALES CON ÉNFASIS CULTURAL

Áreas de patrimonio cultural de la nación

En esta categoría se incluyen áreas que se encuentren debidamente cartografiadas y que sean representativas para la escala del estudio.



La identificación de estas áreas se basa en la Ley 397 de 1997 y en la Ley 1185 de 2008, siendo la primera la Ley General de Cultura y la segunda la que la modificó en aspectos claves, como la definición del patrimonio cultural de la nación[7].

Lista de Patrimonio Mundial de la UNESCO

Teniendo en cuenta los compromisos asumidos por el país a través de la ley 45 de 1983, en la cual se ratifica la entrada de Colombia a la Convención sobre la protección del patrimonio cultural y natural, iniciativa liderada por la UNESCO, se tienen registradas dos áreas representativas dentro de esta categoría, las cuales son el paisaje cultural cafetero y el parque arqueológico San Agustín. A continuación se presentan algunas de las características más representativas de estas áreas, las cuales para efectos de la zonificación de plantaciones forestales con fines comerciales, son asumidas como exclusiones.

Paisaje cultural cafetero

El Paisaje Cultura Cafetero – PCC está inscrito en la lista de patrimonio mundial desde el 25 de junio de 2011, y ratificado por el gobierno nacional mediante resolución 2079 del Ministerio de Cultura, del 7 de octubre de 2011. (Ministerio de Cultura. Federación Nacional de Cafeteros, 2012). Dicha resolución en su artículo 3 dice: Velar para que se conserven integralmente los valores universales excepcionales que ameritaron la inclusión del Paisaje Cultural Cafetero en la Lista de Patrimonio Mundial de la Unesco. (Ministerio de Cultura. Federación Nacional de Cafeteros, 2012 pág. 24)

7 Para la utilización de estas áreas se está solicitando oficialmente al ICANH la información cartográfica respectiva, la cual se integrará a la máscara de exclusión.



Dentro del PCC destacan entre otros, los siguientes atributos que se busca proteger a través de esta figura:

- Café de montaña: la caficultura se ubica en ambientes de montaña entre los 1000 y 2000 msnm. Para el caso del PCC el territorio está en un promedio de 1540 mnsm.
- Cultivo de ladera: destaca la adaptación de los cultivos de café a pendientes superiores al 25%, generando una morfología específica de dicho paisaje.
- Edad de la caficultura: la renovación de cafetales es calve para mantener vivo el paisaje.
- Patrimonio natural: su territorio es privilegiado en hábitats de interés estratégico.
- Disponibilidad hídrica: la alta presencia de unidades para la retención y regulación del agua son fundamentales para la caficultura.
- Institucionalidad cafetera y redes económicas afines: contribuyen y garantizan la sostenibilidad del PCC como sitio patrimonial.
- Patrimonio arquitectónico: ha sido creado por los pobladores de la zona, donde materiales tradicionales como el bahareque se combina con los saberes tradicionales de construcción.
- Patrimonio arqueológico: la presencia humana en la zona puede ubicarse desde tiempos precolombinos, por lo que la orfebrería y la cerámica de la zona son muestra de formas de vida y producción milenaria.
- Predominancia del café: este uso de la tierra está por encima de cualquier otro cultivo en la zona.
- Poblamiento concentrado y estructura de la propiedad fragmentada: el tamaño promedio del PCC es de 4.6 hectáreas, lo cual es signo de una relativa democratización en el acceso a la tierra. (Ministerio de Cultura. Federación Nacional de Cafeteros, 2012 págs. 15 - 16)

Parque Arqueológico de San Agustín, Huila

Si bien el parque fue creado desde el año 1931 a través de la Ley 103 de ese año, fue hasta el año de 1995 cuando esta área ingresó a la lista de patrimonio mundial. Las problemáticas relacionadas con el deterioro del patrimonio arqueológico que alberga, han hecho necesaria la elaboración de planes de manejo, que contribuyan a disminuir la presión que hay sobre la zona, entendida esta desde intereses relacionados con el turismo y el aprovechamiento de otros recursos del parque a causa de graves problemáticas sociales y económicas de la región (González Fernández, 2008).

Es importante señalar que dentro del Plan de Manejo del parque, solamente están autorizadas algunas actividades de visitas turísticas y de fines científicos, descartando actividades de

tipo agropecuario. Este último punto hace que el parque sea descartado de plano para actividades relacionadas con plantaciones forestales con fines comerciales.

ANEXO F: INSUMOS Y TRATAMIENTO DE INFORMACIÓN

Componente físico

Para el análisis espacial del componente edafoclimático se tuvo en consideración tres fuentes fundamentales: i) el mapa geopedológico del IGAC, ii) la información climatológica y de deslizamientos del IDEAM, y iii) el modelo de elevación del IGAC (DEM 30 m).

Estos insumos fueron reclasificados a partir de la información temática alfanumérica que contienen, y agrupados de acuerdo a la clasificación de aptitud establecida en la metodología, por lo que fue necesaria la evaluación puntual de cada unidad cartográfica, teniendo en cuenta características físicas, químicas, climáticas y su interrelación con otros factores, fundamentalmente la ubicación geográfica. A continuación se detalla por criterio los procesos realizados:

1. Precipitación y Temperatura
   A partir de la información de IDEAM correspondiente a las estaciones climatológicas, se generaron las isoyetas e isotermas dando como resultado el feature fuente para cada criterio.

2. Índice de aridez
   A partir de la información de IDEAM de las estaciones climatológicas, y la información relacionada con ETP, se generó un raster de interpolación mediante la herramienta IDW, que permitió obtener una primera aproximación para la generación del índice, las cuales fueron ajustadas a criterio del equipo técnico mediante edición de los polígonos inicialmente conformados; dando como resultado el feature fuente para el criterio.

3. Profundidad efectiva, humedad de suelo y clase textural
   A partir del mapa geopedológico de IGAC, se reclasificaron las unidades cartográficas teniendo en cuenta la taxonomía de los suelos, de tal forma que se diera calificación a cada una de ellas en términos de aptitud; esto se realizó mediante una tabla que fue utilizada para realizar la operación JOIN, mediante la cual se pudo generar el criterio respectivo.

4. Disponibilidad de nutrientes
   Este criterio está conformado por la clasificación de tres variables, la saturación de aluminio, el pH y la fertilidad natura, donde a partir del mapa geopedológico de IGAC,



se reclasificaron las unidades cartográficas para cada una de las variables, teniendo en cuenta la taxonomía de los suelos, de tal forma que se diera calificación a cada una de ellas en términos de aptitud, esto se realizó mediante una tabla que fue utilizada para realizar la operación JOIN, mediante la cual se pudo generar el feature de cada variable; una vez calificadas, se realizó una UNION de las tres capas, y se realizó una evaluación de las tres aptitudes resultantes, reclasificando el mapa teniendo en cuenta la unidad más restrictiva.

5. Grado de erosión

   Utilizando como insumos el mapa geopedológico del IGAC, el mapa de tierras erosionadas del IDEAM, y basados en imágenes satelitales, se generó el insumo utilizado para la calificación de la aptitud. Se debe tener en cuenta que este insumo fue elaborado y ajustado de acuerdo al criterio del equipo técnico, y se realizaron procesos de control de calidad de topología, consistencia lógica y temática. A partir del insumo final, se realizó la calificación de acuerdo a la metodología planteada.

6. Gradiente de la pendiente

   Tomando como base el mapa de pendientes del IGAC, se realiza una clasificación de los grados de inclinación del terreno donde se definen diferentes tipos de aptitud según la inclinación. Para zonas con una pendiente mayor el grado de aptitud es menor mientras que zonas con tendencia a ser planas o poco onduladas el grado de aptitud para plantaciones es mayor.

7. Susceptibilidad a deslizamientos y susceptibilidad a inundaciones

   Los dos tipos de susceptibilidad son definidos como exclusiones técnicas, donde se categorizan zonas en las cuales debido a su alto grado de susceptibilidad a eventos de deslizamiento y de inundación su grado de actitud es cero es decir que son excluidas.



Con base en el modelo de Susceptibilidad del terreno a los deslizamientos del IDEAM, se reclasificaron temáticamente los tipos de susceptibilidad de la siguiente forma: Amenaza alta y muy alta: A3; Amenaza moderada y baja: A2 y muy baja: A1. Posteriormente se rasterizo la capa resultado.

A partir del insumo de Geopedologia del IGAC, se revisaron y validaron las unidades que registraban fases de inundación y/o



encharmiento; de igual forma se revisaron por ubicación geográfica las demás unidades que no presentaban registro de inundación y se clasificaron de acuerdo con la experiencia del líder temático. Una vez realizada dicho revisión las unidades de suelos se agruparon como Inundables o No aplica y se asignó la calificación y categorización de aptitud de la siguiente forma: Inundable A3 y No aplica A1.

Una vez se obtuvieron los features insumo del proceso, cada capa fue calificada en términos de aptitud, y fue asignado la magnitud o peso relacionado, para finalmente ser disuelto (DISSOLVE) por dicha unidad, y convertido en ráster para el proceso de final.

Componente socioecosistémico

Para el análisis espacial del componente socioecosistemico se consideraron fundamentalmente tres fuentes de información: i) el mapa de coberturas de la tierra periodo 2007-2009, ii) el mapa de amenaza por incendios de la cobertura vegetal proporcionados por el IDEAM para la consolidación de los criterios de aptitud por coberturas de la tierra, integridad ecológica y amenaza por incendios y ii) el mapa de áreas prioritarias de conservación de IAvH-ANH en la variable de densidad de especies sensibles por kilómetro cuadrado en áreas no declaradas.

El insumo de coberturas de la tierra fue agrupado temáticamente y posteriormente categorizado y calificado de acuerdo con la clasificación de aptitud establecida en la metodología, razón por la cual se evaluaron las diferentes clases de coberturas vegetales en relación con los ecosistemas y su ubicación geográfica. A continuación se describen los procesos realizados para la obtención de cada criterio:

1. Coberturas de la tierra
   Partiendo de la unión de las capas de ecosistemas y coberturas de la tierra, se calificaron y categorizaron manualmente en términos de aptitud las combinaciones resultantes. Dado que la región de la Orinoquia (Arauca y Casanare) requerían una calificación diferenciada en los Peinobiomas y Helobiomas por inconsistencia cartográfica del insumo se extrajeron aparte estos departamentos, se recategorizaron y se actualizó a la capa inicial. Finalmente se disolvió por la categoría de aptitud y la calificación para rasterizar el resultado final.

2. Integridad Ecológica
   Conectividad: a partir de la clasificación de las coberturas en naturales y no naturales se realizaron los procesos relacionados con el análisis de la estructura del paisaje de acuerdo con los parches y clases existentes (bosques, sabanas, etc.) para obtener fragmentación de las coberturas naturales; a continuación sobre las áreas de menor fragmentación se generó la variable de conectividad mediante distancias euclidianas y aplicación de lógica difusa, posteriormente se reclasifico la variable en tres intervalos iguales y se calificó en términos de aptitud.

   Naturalidad: partiendo de la clasificación de las coberturas en naturales y no naturales se realizó el análisis espacial referente al porcentaje de áreas naturales por unidad de Subzona Hidrográfica y se establecieron intervalos de aptitud menor a 50%: A1, entre 50%-75%: A2 y mayor a 75%: A3.

   Densidad de especies sensibles: tomando como base el estudio realizado por IAvH y ANH que define y describe áreas de importancia no declaradas para la conservación de especies, se estructuro el índice de densidad de especies por unidad de área; a partir del número de especies con potencial de protección por kilómetro cuadrado de cada zona. Una vez calculada la densidad, se normalizaron los datos mediante la aplicación del algoritmo natural y se reclasifico en tres intervalos iguales.

3. Amenaza por Incendios de las coberturas vegetales
   Con base en el modelo de amenaza por incendios de las coberturas vegetales del IDEAM, se reclasificaron temáticamente los tipos de amenaza de la siguiente forma: Amenaza alta y muy alta: A2; Amenaza moderada, baja y muy baja: A1. Posteriormente se rasterizó la capa resultado.

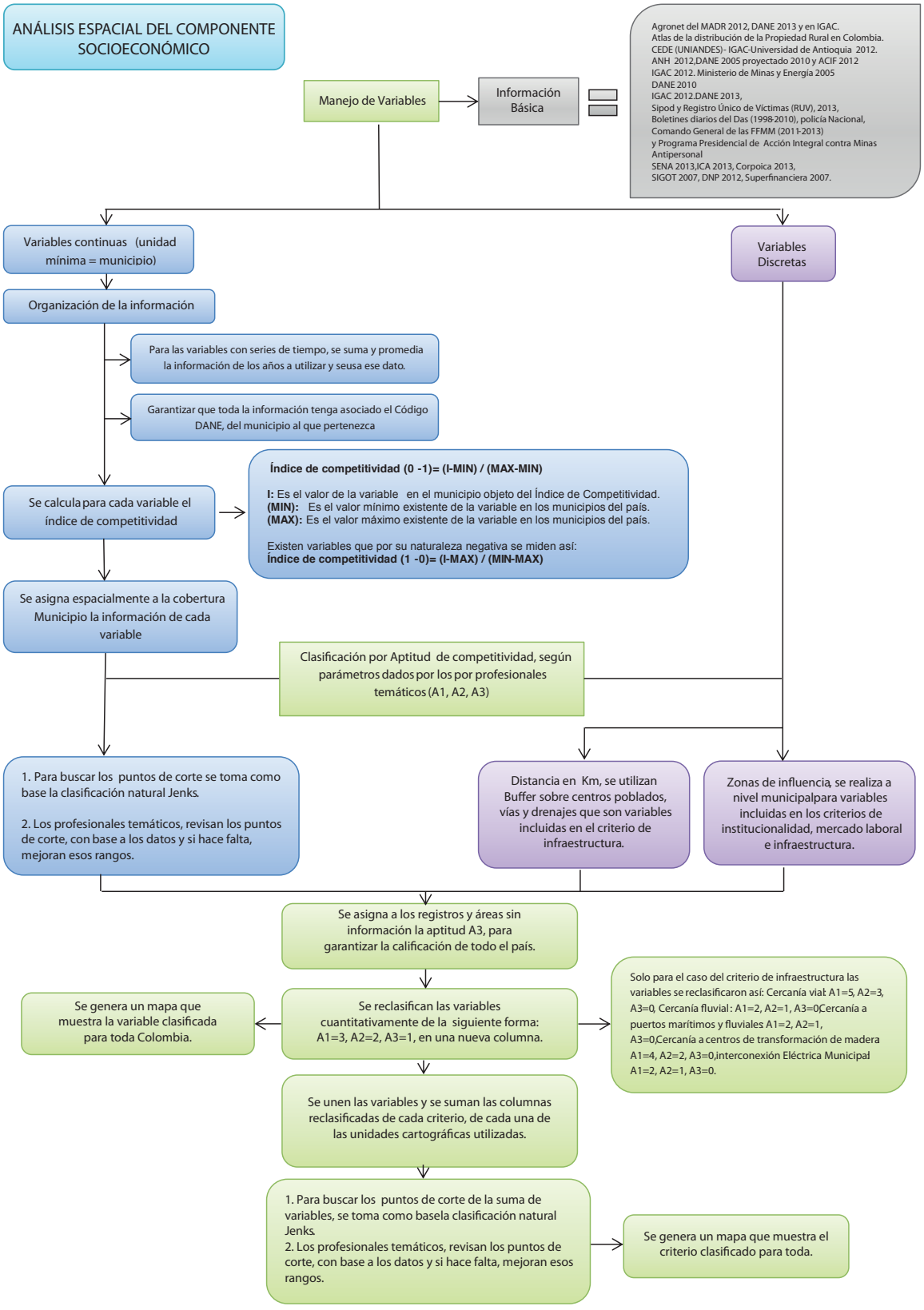
Componente socioeconómico

Para el análisis espacial del componente socioeconómico se utilizaron varias fuentes que producen información específica sobre el tema a nivel nacional, departamental y municipal. Para el criterio de índices económicos municipales: DANE: Resolución DANE1127 de 31 de Julio de 2013 y Metodología para Calcular el Indicador de Importancia Económica Municipal, Cuentas Departamentales – CD, DANE, Julio 2013, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Agronet, Cubo, 2008 - 2012 y Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural Cadenas Productivas Forestales 2006 - 2012.

Para el criterio de Costo de Tierras Rurales y Distribución y Tamaño de Tierras Rurales: Atlas de la distribución de la Propiedad Rural en Colombia. CEDE (UNIANDES) – IGAC -Universidad de Antioquia. 2012. Para el criterio de infraestructura y logística: IGAC e 2010 Cartografía básica, y Ministerio de Minas y Energía 2005.

Para el criterio de Mercado laboral: Agencia Nacional de Hidrocarburos ANH 2013, DANE documento de 2010, DANE 2005 proyección 2010, ACIF 2012. Para el criterio de Seguridad: Vicepresidencia de la República a través

del Programa Presidencial para los Derechos Humanos y el Derecho Internacional Humanitario DIH, que procesa la información de las diferentes agencias de seguridad del país. Para el criterio de Institucionalidad: DANE 2010, DNP 2008 - 2012, SENA 2013, ICA 2013, CORPOICA 2013 y Superfinanciera 2007.





Estos insumos representaron variables específicas y fueron reclasificados a partir de la información temática alfanumérica que contienen, agrupándose de acuerdo con la clasificación de aptitud establecida en la metodología, por lo que fue necesaria la evaluación puntual de cada unidad cartográfica, teniendo en cuenta sus características y su interrelación con otros factores, fundamentalmente la ubicación geográfica. A partir de los resultados obtenidos se realizó la determinación de los criterios que dan una visión general de cada tema específico, A continuación se muestran los procesos de análisis espaciales realizados:

1. Indicadores económicos municipales

   Para este criterio se tuvo en cuenta tres variables que lo componen, Producto Interno Bruto Municipal 2012, según Grado de Importancia Económica Municipal, Valor promedio anual en millones de pesos 2008 a 2012 de los créditos otorgados al sector forestal, Valor en millones de pesos, hectáreas y cantidad CIF 2008 a 2012. Para el criterio se realizó la metodología descrita anteriormente, para crear la variable "Valor en millones de pesos, hectáreas y cantidad CIF 2008 a 2012", se utilizaron tres datos para conformarla: el Valor en millones de pesos, hectáreas y cantidad CIF, a las que se les realizo el mismo manejo que en la creación del criterio.

2. Costo de tierras rurales

   Para el criterio se realizó la metodología descrita anteriormente, y la información base fue evaluada por medio del Valor promedio de hectárea en el municipio, ponderada por el número de predios según rangos de tamaño, la cual se obtiene mediante el siguiente procedimiento:

   Se calcula el cociente entre el valor del avalúo y el área total de los predios. Este valor se multiplica por el número de predios de cada rango y luego se suman todos. El total

se divide en el número total de predios del municipio. En otros términos:

$$\frac{\sum_i \frac{avalúo}{área\ n_1}}{n}$$

Donde i varía de 1 al número de rangos de tamaño de cada municipio, n_i es el número de predios en el rango i, y n es el número total de predios en el municipio.

3. Distribución y tamaño de los predios
Para este criterio se tienen en cuenta las siguientes variables, porcentaje de predios de áreas grandes y porcentaje de número de predios grandes. Para el criterio se realizó la metodología descrita anteriormente, y la información base fue evaluada por medio de:

- Porcentaje de área de los mayores predios en el municipio.
- Porcentaje del número de los mayores predios en el municipio.

Para la primera variable el cálculo consiste en dividir el área que corresponde a los predios de mayor tamaño según los rangos de tamaño de cada municipio, sobre el área total de predios en el municipio. Resultado, en términos porcentuales, que se obtiene por cada uno de los municipios del país y al que se le aplica el Índice de Competitividad.

Para la segunda, el cálculo consiste en dividir el número de predios de mayor tamaño según los rangos de tamaño de cada municipio, sobre el número total de predios del municipio. Resultado, en términos porcentuales, que se obtiene por cada uno de los municipios del país y al que se le aplica el Índice de Competitividad.

Una vez obtenidos los índices de competitividad de cada variable, se realiza un promedio de estos, para obtener el Índice Promedio de Competitividad de Predios Grandes, según avalúo catastral 2009.

4. Mercado laboral
Para la definición de los grados de aptitud de este criterio se analizaron las variables de cercanía a centros petroleros y grandes explotaciones minerales, la población económicamente activa, el alfabetismo y la cobertura de profesionales y técnicos del sector forestal, cada uno de estas variables fue analizada por parte del grupo temático.

5. Infraestructura y logística
En relación al criterio se tienen en cuenta las siguientes variables, cercanía vial, cercanía fluvial, cercanía a puertos marítimos y fluviales, cercanía a centros de transformación de madera y el estado de la interconexión eléctrica.

6. Condiciones de vida
En este criterio se analizaron las siguientes variables, el NBI rural, el índice de condiciones de vida, el índice de pobreza multidimensional.

7. Seguridad
Para el criterio de seguridad, se analizan las siguientes variables, el promedio de tasa de homicidios por municipio 2008 – 2012, promedio acciones armadas por municipio 2008 – 2012, promedio accidentes e incidentes con minas antipersonas por municipio 2008 – 2012.

8. Institucionalidad
Este criterio tiene en cuenta las siguiente variables, Indicador de desempeño fiscal por municipio 2008 – 2012, presencia del SENA, presencia de Corpoica, entidades bancarias por municipio y presencia del ICA.

Una vez se obtuvieron los features insumo del proceso, cada capa fue calificada en términos de aptitud, y fue asignada la



magnitud o peso relacionado, para finalmente ser disuelto (DISSOLVE), por dicha unidad y convertido en raster para el proceso de final.

Para este criterio es importante precisar que cada una de las variables que compone un criterio es clasificado según los umbrales naturales (natural breaks o Jenks), el método de Jenks se utiliza para generar intervalos (rangos) dentro de series numéricas. La aplicación típica es generar automáticamente rangos de valores en las leyendas de los mapas. Se basa en la naturaleza de los datos y los agrupa atendiendo a los saltos inherentes a estos por lo que buscará los puntos donde se maximiza esa diferencia y los usará como límites de cada clase o intervalo. Este método calcula las diferencias de valores entre los individuos estadísticos ordenados de forma creciente. Luego coloca un límite para separar los grupos donde las diferencias de valores son altas. [Jenks, 1967]

El algoritmo procede comparando iterativamente las sumas de las diferencias al cuadrado entre valores observados dentro de cada clase y las medias de las clases. La mejor clasificación se considera cuando se encuentran aquellos umbrales que minimizan la suma intra-clase de diferencias al cuadrado.

El método Bondad de varianza Fit (FVG) funciona tomando la diferencia entre las desviaciones al cuadrado respecto a la media (SDAM) y las desviaciones al cuadrado de los medios de clase (SDCM), y dividiendo por el SDAM . Por lo tanto:

FVG = (SDAM - SDCM) / SDAM

ANEXO G: FICHAS METODOLÓGICAS DEL COMPONENTE FÍSICO

TIPO DE UTILIZACIÓN FORESTAL (TUF)	Plantaciones Forestales Comerciales
COMPONENTE FÍSICO–SUBCOMPONENTE	Clima
CRITERIO	Precipitación
TIPO DE CRITERIO	Criterio de evaluación por rangos de aptitud

DEFINICIÓN

La precipitación atmosférica es la cantidad de agua que cae sobre la superficie terrestre en forma líquida o sólida. En términos prácticos, es la cantidad de lluvia media que precipita en una determinada zona y parte de ella contribuye a la necesidad hídrica de las especies forestales.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

La precipitación atmosférica es un elemento vital que determina el clima de nuestro territorio y depende tanto de los procesos atmosféricos del sistema de circulación intertropical, que causa la distribución latitudinal y formación de la nubosidad, como de la influencia que ejercen las circulaciones locales sobre la distribución regional según las diferentes formas de la topografía.

La precipitación es indispensable como criterio porque las plantaciones forestales requieren para su crecimiento y desarrollo disponer de una adecuada cantidad de agua, ya que si se presentan déficit o excesos las especies se ven afectadas. La precipitación como suministro de agua al suelo y las plantas permite la dinámica química y biológica que facilita la nutrición vegetal y mejora las propiedades físicas de los suelos haciéndolos más permeables. De otra parte, la lluvia sirve para mojar y lavar el follaje de los arboles eliminando el polvo depositado por la acción del viento y aumentando los procesos fotosintéticos. La precipitación se considera también como elemento vital para la actividad forestal, ya ejerce un papel fertilizante pues aporta teóricamente 2 mg de nitrógeno amoniacal y contiene nitrógeno nítrico.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

El principal limitante en la evaluación del criterio de precipitación es la distribución irregular de las estaciones meteorológicas donde se realizan los registros de lluvias diario. Existen zonas con escaso cubrimiento de estaciones con registró de información pluviométrica, donde se genera incertidumbre para conocer la distribución espacio temporal de la lluvia. Para disminuir la incertidumbre, se apoyó en modelos de distribución de lluvias por medio de análisis espaciales con herramientas SIG.

VALOR DE PONDERACIÓN DEL CRITERIO

0,078

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

El proceso metodológico para la evaluación de este criterio consistió en la realización de análisis espacio temporal de la información de los registros de lluvias de las estaciones meteorológicas del país, hasta conformar el mapa de isoyetas media multianual, con ayuda de funciones de interpolación de SIG.

Se apoyó también en el mapa de isoyetas realizado por el IDEAM, donde se confrontaron las zonas de interés para la zonificación.

El criterio de precipitación en la zonificación para plantaciones forestales se evaluó por rangos de aptitud de acuerdo a la definición del TUF y sus requerimientos. De acuerdo a la revisión de literatura y la discusión de grupo de expertos, se determinó que las lluvias (media multianual) con valores <500 y >5000 mm son No aptos (N1), debido a un alto déficit o exceso durante la mayor parte del año que impiden un desarrollo forestal a nivel comercial. Los valores de precipitación entre 3500 - 5000 mm son marginalmente aptos, donde se relaciona con un alto nivel de humedad que influye sobre ataques de plagas y enfermedades y en especial sobre la calidad de la madera y otros productos. Los valores de precipitación media multianual entre 500 y 3500 mm se consideran altamente aptos para la mayoría de especies forestales comerciales.



De acuerdo a los anteriores rangos de aptitud, se realizó un ejercicio de selección de las isoyetas de 500, 3500 y 5000 mm anuales. Seguidamente se procedió a realizar la zonificación de cada una de las zonas definas por aptitud.

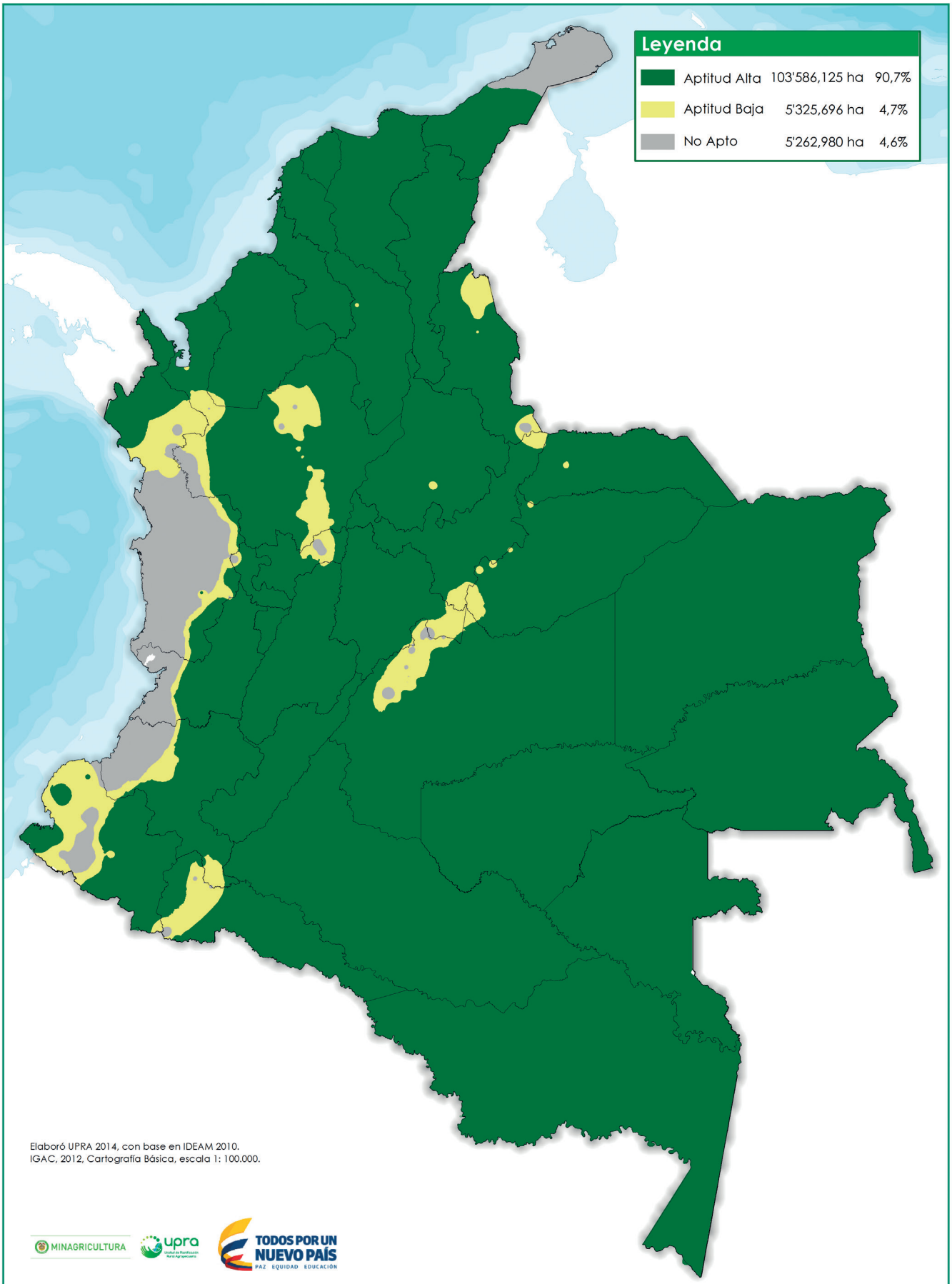
DESCRIPCIÓN DEL RESULTADO

Generalmente los máximos valores se registran hacia alturas medias de las cordilleras, como consecuencia de las nubes orográficas formadas por el ascenso de las masas provenientes del este del país. Este efecto es notorio especialmente en las vertientes orientales de las cordilleras. Las zonas con más alta precipitación se encuentran en la parte central de la región Pacifica y pequeños núcleos en el Magdalena medio y piedemonte del Meta. Las zonas con menores precipitaciones se encuentran en la alta Guajira y algunos enclaves secos. El resultado final de la zonificación para este criterio muestra un área aproximada al 4,6% del país son no aptas (N1), el 4,7% del país tiene aptitud baja (A3) y el 90,7% son aptas (A1).

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Ideam. 2010. Isoyetas anuales de Colombia. Bogotá.
- Ideam. Base de datos de temperatura y precipitación a nivel mensual multianual. (1980 – 2010).

ZONIFICACIÓN PARA PLANTACIONES FORESTALES CON FINES COMERCIALES



Criterio: Precipitación

TIPO DE UTILIZACIÓN FORESTAL (TUF)	Plantaciones Forestales Comerciales
COMPONENTE FÍSICO–SUBCOMPONENTE	Clima
CRITERIO	Temperatura
TIPO DE CRITERIO	Excluyente

DEFINICIÓN

La temperatura, en física, se define como una magnitud escalar relacionada con la energía interna de un sistema termodinámico, mientras que la temperatura ambiental es la energía interna del sistema del aire mediada a una altura de 2 metros sobre el nivel del suelo, pues se admite que a esta altura se desarrollan la mayoría de seres vivos sobre la tierra.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

La temperatura del aire en el trópico ecuatorial está en función de la latitud y de la altitud y se toma generalmente como índice de balance calórico de las plantas donde se puede utilizar para el nivel del mar un gradiente térmico de 1 a 2° C. por cada 10° de latitud, que disminuye desde el ecuador climático hacia los subtrópicos. Para el gradiente vertical promedio para todas las zonas tropicales varía entre 0.57 a 0.72°C, por cada 100 metros de altitud.

La temperatura ambiental influye sobre los procesos fisiológicos en las plantas en particular sobre plantaciones arbóreas, donde la fotosíntesis, la respiración y el metabolismo son regulados por los niveles de energía térmica. La absorción de agua se ve regulada por las necesidades de respiración y transpiración causadas por los niveles de temperatura, funciones importantes en el crecimiento y desarrollo de la parte leñosa. De otra parte, el crecimiento del fuste o parte leñosa de los árboles tiene relación directa con los cambios de temperatura y la calidad de la madera depende de estos cambios. En ese sentido, las plantaciones forestales son sensibles a temperaturas extremas, a la variabilidad climática y al cambio climático. Para las condiciones ecuatoriales de Colombia, la temperatura está en función de la altura y el crecimiento vegetal se ve disminuido notablemente por debajo de 10°C media multianual, tal como lo señala la vegetación achaparrada del bosque alto andino y la vegetación arbustiva y herbazal del subpáramo y páramo.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

El principal limitante para la evaluación a nivel nacional se encuentra en la distribución irregular de la red de estaciones meteorológicas que registren información térmica de todo el país. Los análisis espaciales derivados de los datos de las estaciones meteorológicas no siempre identifican y reflejan las condiciones de temperatura real. Para disminuir la incertidumbre de los análisis espaciales los modelos de distribución térmica relacionados con la altura se usan de apoyo, y en las zonas donde la distribución de estaciones es deficiente se ajustan las isotermas por medio de las curvas de altura.

VALOR DE PONDERACIÓN DEL CRITERIO

N/A

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

El criterio de temperatura para plantaciones forestales comerciales se define a partir de los requerimientos térmicos de la mayoría de especies usadas y sus relaciones de establecimiento, desarrollo, producción y calidad del producto. En este sentido, el tipo de utilización forestal definido para la evaluación es amplio y considera las principales especies forestales comerciales, con un amplio rango temperatura para su desarrollo.

El proceso metodológico consistió en los análisis realizados a partir de la base de datos de registros de temperatura media multianual y la elaboración de isotermas anuales. Este mapa de isotermas se revisó y se ajustó por medio de un ejercicio de interpolación utilizando el gradiente térmico promedio, calculado por las investigaciones del IDEAM. El gradiente utilizado fue de 0,57 grados centígrados por cada 100 metros de altura. Con estos dos procesos fue posible tener una buena aproximación a la distribución de la temperatura en todo el territorio continental. La identificación y cálculo de la isoterma de 10 grados centígrados, fue necesaria para el proceso de zonificación.

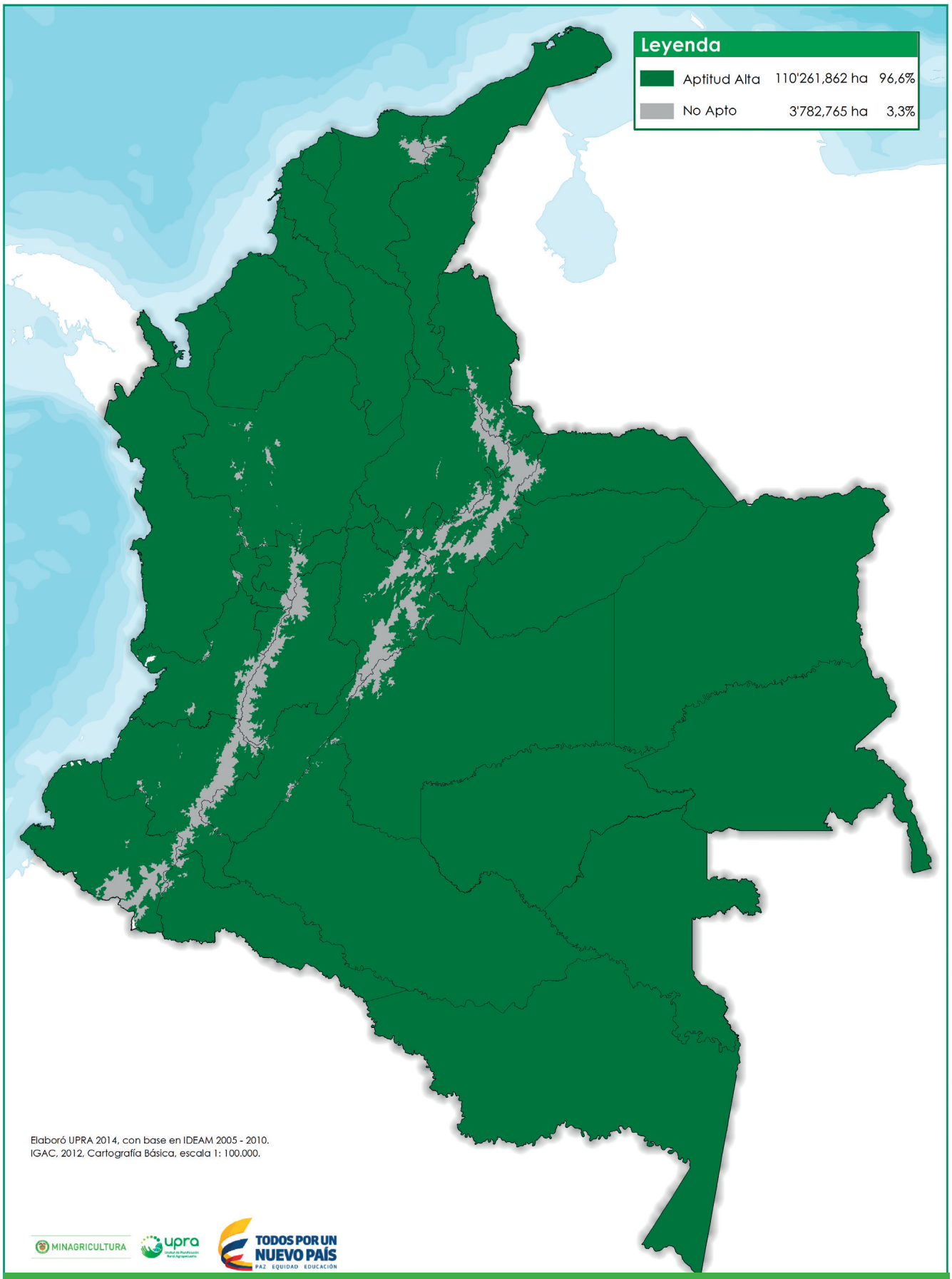
Se realizó una revisión de literatura sobre la influencia de la temperatura sobre las plantaciones forestales y se realizó una discusión del grupo de trabajo sobre los rangos de aptitud. La conclusión, considerando el TUF, define que las zonas con temperaturas $<10°C$ no son aptos y zonas por encima de esta temperatura son aptas para las especies del TUF. La productividad de la plantación se ve afectada por las condiciones de extremas de temperatura, que influye en el desarrollo y calidad del producto. Además puede estar sometido a heladas que generan necrosis en las partes fotosintéticas.

DESCRIPCIÓN DEL RESULTADO

Se encontró un área aproximada de 3.782.765 ha. equivalentes al 3,3 % del territorio continental del país con temperaturas $<10°C$ (No aptas). Las zonas por debajo de estas temperaturas corresponden a páramos, considerados ecosistemas muy frágiles con importantes funciones ecológicas de regulación hídrica. Referente a las zonas aptas, estas ocupan aproximadamente de 110.261.862 ha. (96,7 %).

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Ideam. 2005. Atlas Climatológico de Colombia. Bogotá.
- Ideam. Base de datos de temperatura y precipitación a nivel mensual multianual (1980 – 2010).



Criterio: Temperatura

TIPO DE UTILIZACIÓN FORESTAL (TUF)	Plantaciones Forestales Comerciales
COMPONENTE FÍSICO–SUBCOMPONENTE	Clima
CRITERIO	Índice Climático
TIPO DE CRITERIO	Criterio de evaluación por rangos de aptitud

DEFINICIÓN

El índice climático se entiende como la definición del clima en unidades o tipos, que permitan una agrupación por afinidades, ya sea por la combinación de dos elementos meteorológicos o más. Para este caso y como criterio de la zonificación, se relacionó la precipitación con la evapotranspiración potencial, como indicador de humedad o aridez.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

El índice climático es un criterio de importancia en la Zonificación Forestal para Plantaciones Comerciales porque el crecimiento y desarrollo de las especies dependen de las relaciones atmosféricas, en particular de las relaciones de evapotranspiración y precipitación, que condicionan el suministro de agua para la plantación y define los niveles de humedad ambiental propicios o no para ataques de plagas y enfermedades.

El índice climático es un criterio de importancia ya que es un indicador de la incidencia del clima en relación con el establecimiento, mantenimiento y desarrollo de las especies arbóreas.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

La identificación y delimitación de zonas climáticas a partir del cálculo de índices climáticos es un proceso complejo que identifica áreas de climas similares y que requiere de diversos métodos de aproximación y ajustes en los rangos de los mismos de acuerdo a las



zonas de análisis y a la distribución de los datos en las estaciones meteorológicas. Teniendo en cuenta que no se puede recomendar un método respecto de otro, la zonificación climática es tal vez uno de los problemas más relevantes de la climatología aplicada a plantaciones forestales.

En primera instancia, se aplicó el método desarrollado por De Martonne, cuyos resultados son apropiados en las zonas húmedas pero no reflejan la realidad en las zonas secas. Por tal motivo se procedió a ajustar con otro índice en función de precipitación y la evapotranspiración por el método de Thornthwaite. Finalmente y para tener una utilidad práctica en las zonas secas, se realizaron ajustes a los resultados de la zonificación, incluyendo el conocimiento del especialista sobre la dinámica climática de la región y los factores asociados.

VALOR DE PONDERACIÓN DEL CRITERIO

0,079

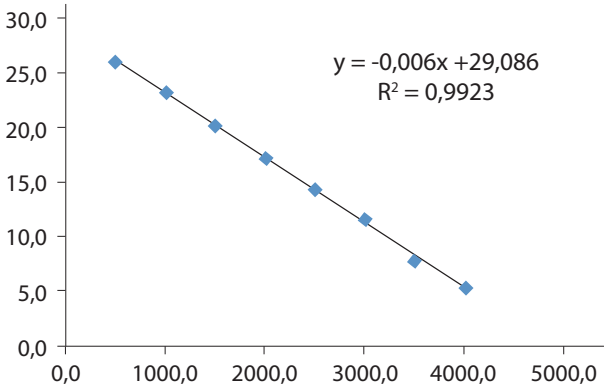
METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

La metodología utilizada consistió en la aplicación de modelos climáticos resultante del manejo de la base de datos a nivel anual de la precipitación y la temperatura generada por las estaciones meteorológicas del IDEAM. Para lograr este modelo se desarrollaron los siguientes pasos:

Se clasificó la temperatura teniendo en cuenta los criterios técnicos establecidos por el IDEAM para rangos de altura cada 500 metros (ver cuadro)

ELVT	Promedio de temp. anual	Cuenta de temp. anual
Muy caliente	27,1	197,0
Caliente	24,6	39,0
Templado Bajo	21,8	72,0
Templado Alto	18,6	50,0
Frío	15,7	41,0
Muy Frío	12,9	49,0
Páramo Bajo	9,6	5,0
Páramo Alto	6,5	2,0
Nival	4,6	1,0

Se realizó el análisis de regresión entre la temperatura y la altura de las estaciones a nivel nacional, con el fin de obtener una ecuación para simular la temperatura en lugares donde no se dispone de información termométrica, arrojando como resultado un alto grado de correlación como se aprecia en la figura.



Con la ecuación calculada se procedió a calcular la temperatura para las estaciones meteorológicas que solo registran lluvia, completando un total de 2000 estaciones meteorológicas. Luego, se calculó con esta información térmica la evapotranspiración potencial indispensable para la evaluación del índice climático.

MÉTODO DE THORNTHWAITE

$$ETP = 0.53(10T / I)^{a}$$

en donde:
ETP = Evapotranspiración potencial media diaria sin ajustar, en mm.
T= Temperatura media (°C)
I = Índice calórico anual

$$I = 12\left[\left(\frac{T\ anual}{5}\right)^{1.514}\right]$$

$a=(675*10^{-9})I^3-(771*10^{-7})I^2+(179*10^{-4})I+0.492$

Por último se calculó el índice de aridez (IA) que permite conocer con mayor detalle las condiciones extremas como zonas áridas y muy húmedas con mayor exactitud en Colombia, utilizando la ecuación:

$$IA= P/ETP$$

En donde:
P = Precipitación Anual
ETP = Evapotranspiración Potencial

Una vez obtenidos los índices se elaboró el mapa de las zonas climáticas para el país, por medio de herramientas y funciones de SIG, realizando la siguiente clasificación que define los rangos de aptitud:

Rangos	Tipo de clima	Aptitud
I < 0.13	Árido	N1
0.13 – 0.4	Semiárido	
0.4 – 0.6	Subhúmedo seco	A1
0.6 – 0.9	Subhúmedo	
0.9 – 1.2	Húmedo	
1.2 - 2.5	Lluvioso	
> 2.5	Lluvioso sin diferencia estacional	A3

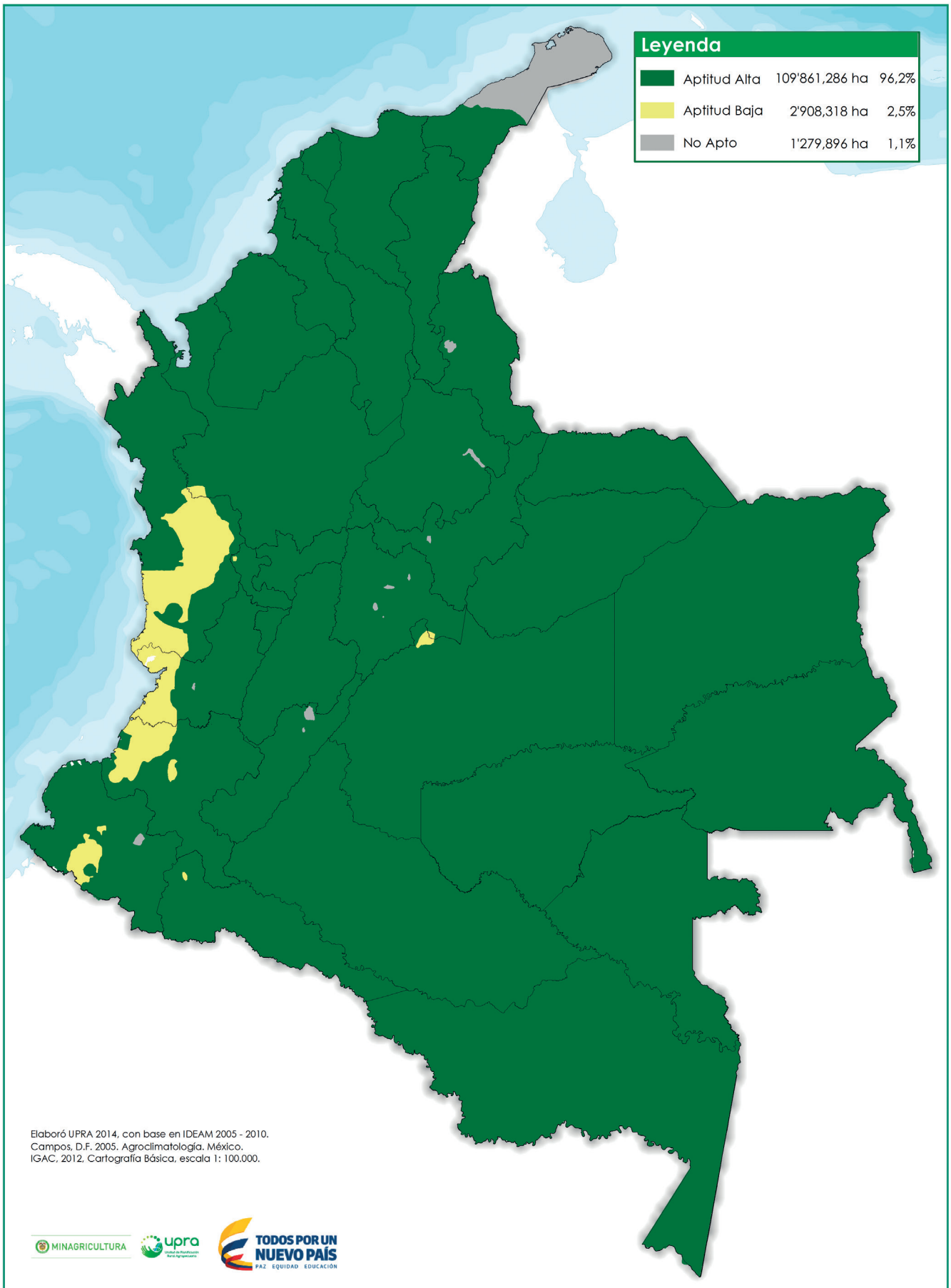


DESCRIPCIÓN DEL RESULTADO

Las zonas áridas y semiáridas identificadas por el índice climático, se determinaron como excluyente técnico (N1) y ocupan el 1,1 % del país (parte de los departamentos de Guajira -Alta Guajira, Santander y Norte de Santander -Cañón del río Chicamocha, Abrego, Cundinamarca -Nemocón, Bojacá, y Boyacá -Villa de Leyva entre otros. Referente a las áreas de aptitud baja, estas ocupan un 2,5 % y se encuentran en la región del Pacifico principalmente. Las áreas con alta aptitud ocupan 96,2%.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Ideam. 2005. Atlas Climatológico de Colombia. Bogotá.
- Ideam. Base de datos de temperatura y precipitación a nivel mensual multianual. (1980 – 2010).
- Campos, D.F. 2005. Agroclimatología. México.



Criterio: Índice climático

TIPO DE UTILIZACIÓN FORESTAL (TUF)	Plantaciones Forestales Comerciales
COMPONENTE FÍSICO–SUBCOMPONENTE	Suelos
CRITERIO	Profundidad efectiva de los suelos
TIPO DE CRITERIO	Criterio de evaluación por rangos de aptitud

DEFINICIÓN

La profundidad efectiva incluye el total de la profundidad del perfil del suelo que es favorable para desarrollo de las raíces (USDA, 1961). En otras palabras, es el espacio en la profundidad del suelo donde las raíces no tienen limitaciones para su desarrollo.
De acuerdo a la clasificación definida por el IGAC (2010), los límites de variación de la profundidad efectiva del suelo se establecen de la siguiente manera:

Clases por profundidad efectiva

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

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

La profundidad efectiva constituye un requerimiento muy importante, ya que comúnmente, las especies arbóreas tienen el desarrollo radicular más profundo que las demás especies vegetales; por lo tanto es una característica edáfica condicionante para el establecimiento de Plantaciones Forestales con fines Comerciales, porque no solamente es el espacio de exploración radicular sino que corresponde al área de anclaje de donde los árboles adquieren el agua y los nutrientes para su desarrollo.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

La mayoría de las unidades cartográficas de suelos en los estudios generales, representan Asociaciones, por lo tanto se califica la profundidad del mayor contenido edáfico dentro de las mismas; esto quiere decir que la unidad existen sectores con menor o mayor profundidad efectiva que la mayoría calificada.

VALOR DE PONDERACIÓN DEL CRITERIO

0,122

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

Las clases de profundidad efectiva se obtuvieron a partir de la capa de geopedología unificada del territorio colombiano (IGAC, 2013) que corresponde con los límites de variación de las clases de profundidad, antes descritos (IGAC, 2010), dando la calificación de profundidad de los mayores componentes taxonómicos dentro de la unidad cartográfica de suelos.
Teniendo en cuenta los estudios sobre plantaciones comerciales, los cuales han evaluado el desarrollo radicular de diferentes especies, se determinaron como tierras con aptitud alta los suelos con profundidad mayor de 100 cm, media entre 75 y 100 cm, baja entre 50 y 75 cm; se excluyen las profundidades menores a 50 cm, por no tener profundidad suficiente para soportar el anclaje de los árboles, retardando su desarrollo y haciéndolos susceptibles al volcamiento.

El concepto para discriminar las diferentes profundidades con el nivel de aptitud, radica en que en la medida que la profundidad disminuye, se reduce el número de especies que se pueden plantar, hasta la superficial donde ya no es viable una plantación.

Es importante destacar que en la evaluación de la profundidad efectiva de los suelos, desde el punto de vista físico, se tuvieron en cuenta las limitaciones absolutas como la roca continua y compacta y el nivel freático, ya que otras como los horizontes argílicos y compactados pueden ser mejorados, como en efecto se está haciendo con subsoladores. Las limitaciones por aspectos químicos por cantidades excesivas de sales se califican como no aptos en la evaluación de dichas variables.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Este criterio presenta los siguientes rangos de aptitud:

Apto (A1)	≥ 100 cm (Profunda y muy profunda)
Moderadamente Apto (A2)	75 - 100 cm (Moderadamente profunda)
Marginalmente Apto (A3)	50 - 75 cm (Moderadamente superficial)
No Apto (N1)	< 50 cm (Superficial y muy superficial)

DESCRIPCIÓN DEL RESULTADO

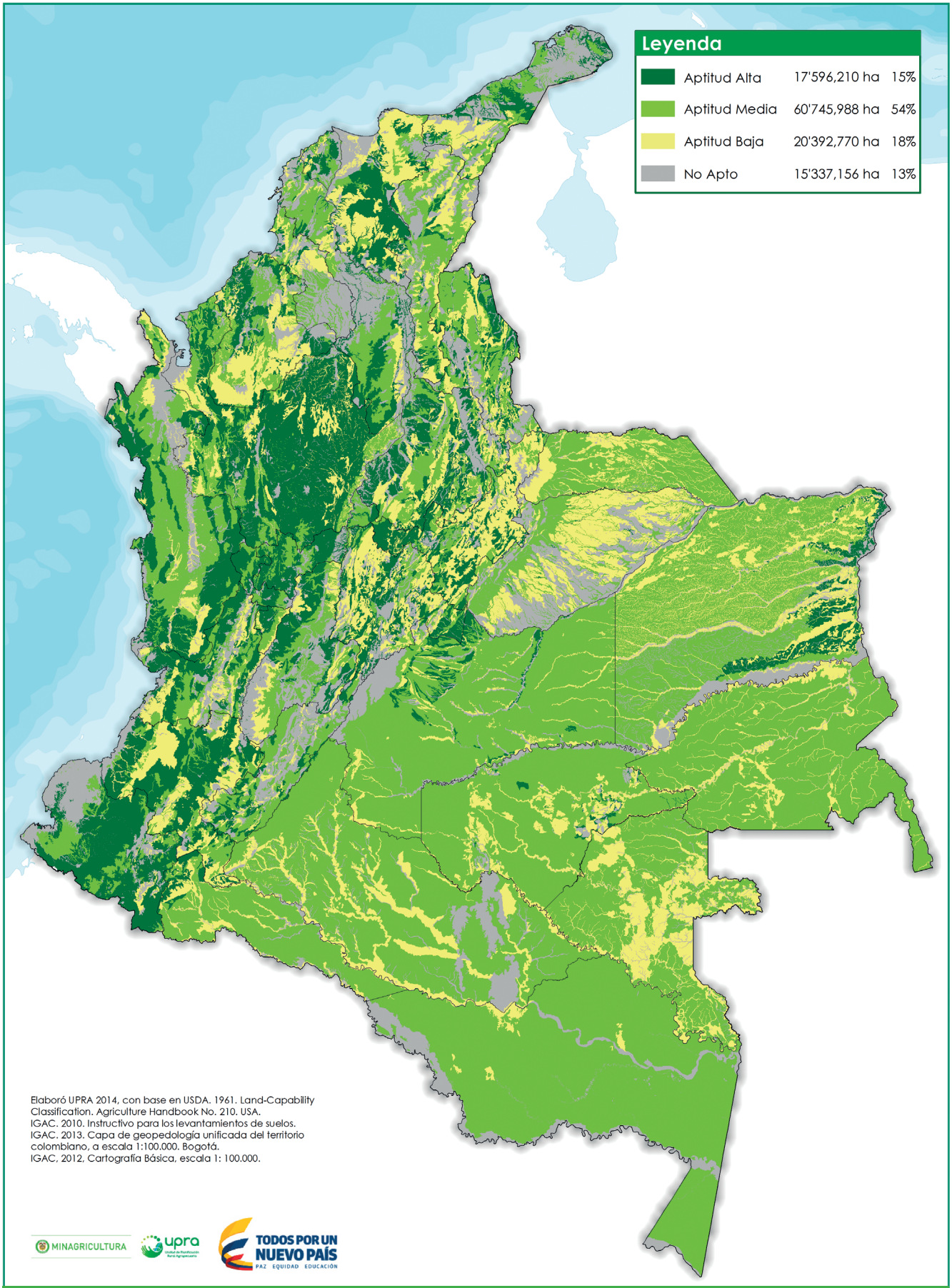
De acuerdo con este criterio, el 15,60% de las tierras del país tiene buenas condiciones (A1) para plantaciones forestales comerciales, las cuales se encuentran en las áreas planas, especialmente en los valles interandinos. La aptitud media (A2) se encuentra distribuida en todo el territorio, normalmente en áreas de mayor pendiente en las laderas del sistema montañoso y al oriente del país cubriendo el 53,08%; la aptitud baja (A3) se encuentra en áreas con limitaciones por drenaje natural y presenciad de roca cerca de la superficie y representan el 18,27% del país. Las tierras no aptas se asocian a suelos superficiales limitados por la roca cerca de la superficie y la mayor parte por fluctuaciones del nivel freático causado por inundaciones y encharcamientos de los grandes ríos y zonas depresionales, representando el 13,05% del territorio colombiano (también se encuentran en esta categoría los sectores denominados no suelo como son los afloramientos y misceláneos rocosos, cuerpos de agua y misceláneos erosionados).

FUENTES DE INFORMACIÓN

- USDA. 1961. Land-Capability Classification. Agriculture Handbook No. 210. USA.
- IGAC. 2010. Instructivo para los levantamientos de suelos (Manual de códigos). Bogotá. 119p. Uso interno.
- IGAC. 2013. Capa de geopedología unificada del territorio colombiano, a escala 1:100.000. Bogotá.



ZONIFICACIÓN PARA PLANTACIONES FORESTALES CON FINES COMERCIALES



Elaboró UPRA 2014, con base en USDA. 1961. Land-Capability Classification. Agriculture Handbook No. 210. USA.
IGAC. 2010. Instructivo para los levantamientos de suelos.
IGAC. 2013. Capa de geopedología unificada del territorio colombiano, a escala 1:100.000. Bogotá.
IGAC, 2012, Cartografía Básica, escala 1: 100.000.

MINAGRICULTURA upra TODOS POR UN NUEVO PAÍS PAZ EQUIDAD EDUCACIÓN

Criterio: Profundidad efectiva de los suelos

TIPO DE UTILIZACIÓN FORESTAL (TUF)	Plantaciones Forestales Comerciales
COMPONENTE FÍSICO–SUBCOMPONENTE	Suelos
CRITERIO	Clase textural
TIPO DE CRITERIO	Criterio de evaluación por rangos de aptitud

DEFINICIÓN

El término "textura del suelo" hace referencia a la proporción relativa en que se encuentran, en una masa de suelo, varios grupos de granos individuales asociados por tamaño. Se refiere específicamente a las proporciones relativas de las partículas o fracciones de arena, limo y arcilla en la "fracción fina" del suelo, es decir en la tierra tamizada y con diámetro inferior a 2 mm (IGAC, 1.990). Las clases texturales de acuerdo con el triángulo textural (IGAC 2008), se consignan en la siguiente tabla.

Clases texturales
Arenosa
Arenosa franca
Franco arenosa
Franca
Franco limosa
Limosa
Franco arcillo arenosa
Franco arcillosa
Franco arcillo limosa
Arcillo arenosa
Arcillo limosa
Arcillosa

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

La clase textural es un criterio de importancia en la Zonificación para Plantaciones comerciales porque revela los tipos de interacciones que se pueden dar entre el suelo y las plantas, dado que las propiedades físicas de los suelos son determinadas en gran parte por la textura.

La textura incide en la capacidad de intercambio catiónico (capacidad para retener elementos nutritivos de las plantas) al estar estrechamente relacionada con la cantidad y tipo de partículas que existen en el suelo (en particular la fracción arcilla), también en el movimiento y capacidad de retención de agua que está determinada en gran medida por la distribución de partículas por tamaño. A su vez se relaciona con la porosidad donde el espacio entre partículas permite que se pueda retener y mover el oxígeno que favorece la aireación y la penetración de las raíces a través del suelo.

Si bien la raíz es el órgano vegetativo de la planta adaptado para la absorción y conducción de agua con sales minerales, es también la encargada de fijar la planta al substrato y almacenar sustancias de reserva elaboradas en los órganos verdes; lo que permite determinar que la relación raíz-suelo es de vital importancia para el óptimo crecimiento de las plantas arbóreas y por consiguiente su productividad.

Por citar un ejemplo, la Tectona grandis (Teca) en condiciones naturales crece en diversos tipos de suelo, alcanzando los mejores desarrollos en suelos franco-arenosos a arcillosos. Según la FAO, citada por Salazar y Albertin (1974), indican que son inadecuados



los suelos compactos, arcillosos húmedos, lateríticos y arenosos secos para el buen desarrollo de esta especie.

De acuerdo a lo descrito por Hase y Foelster (1983), los promedios anuales de productividad de biomasas por ha. en plantaciones de Teca son mayores en sitios con suelos que contienen alto contenido de arcilla. Singh et al. (1986) indican algo similar para bosques naturales de teca y concluyen que altos contenidos de arcilla en las capas superficiales son favorables para el buen desarrollo de la especie (a medida que aumenta la proporción de arena resulta una pobre densidad poblacional en estas plantaciones).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

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

VALOR DE PONDERACIÓN DEL CRITERIO

0,037

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

El criterio de clase textural se define a partir de los requerimientos de la mayoría de especies utilizadas en las plantaciones forestales comerciales y sus relaciones de establecimiento, desarrollo, producción y calidad del producto.En este sentido y considerando que el TUF de evaluación es amplio e incluye las principales especies forestales comerciales se establecieron tres rangos de evaluación: arenosas para No apto, arcillosas para moderadamente apto y el resto de texturas se concideran el rango permisible para las especies del TUF.

La información utilizada de base para las unidades de tierra fue la base de datos del Mapa Integrado de Geopedología a nivel nacional escala 1:100.000 realizado por el IGAC. A partir de esta base de datos, se realizó un ejercicio de re-clasificación de acuerdo a los rangos definidos. Posterior se realizaron ajustes en las unidades de suelos de acuerdo a su taxonomía o a la experticia del equipo profesional de trabajo.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Las diferentes clases texturales del suelo se clasificaron en los distintos rangos de calificación de aptitud para el TUF definido. La clase Arenosa se considera como la de mayor limitación y por tanto No Apta (N1) para el establecimiento y crecimiento de plantaciones forestales comerciales debido a la muy baja retención de humedad, la poca estructuración y a la dificultad de anclaje de las raíces, lo que puede causar estrés hídrico y volcamiento de los árboles en etapas juveniles y maduras.

La clase Arcillosa se califica en la aptitud media (A2), debido a que los suelos con este tipo de textura presentan muy baja permeabilidad y movimiento del agua dentro del perfil. En muchos casos, presenta en algunas zonas graves problemas de encharcamiento con problemas en la aireación y en zonas y épocas secas resequedad y endurecimiento; en ambos casos y condiciones extremas puede llegar hasta la muerte radicular.

Para las demás clases texturales (Arenosa franca, Franco arenosa, Franca, Franco limosa, Limosa, Franco arcillo arenosa, Franco arcillosa, Franco arcillo limosa, Arcillo arenosa y Arcillo limosa),se determina una Aptitud Alta (A1), debido a que son texturas con proporciones más adecuadas de partículas (Arcillas, limos y arenas) en donde las especies pueden obtener un mejor desarrollo, sin implicar mayores adecuaciones al suelo que aumenten los costos en el establecimiento y mantenimiento de las plantaciones.

Los rangos de aptitud para este criterio se observan a continuación.

Variable	Clase textural
A1	Arenosa franca, Franco arenosa, Franca, Franco limosa, Limosa, Franco arcillo arenosa, Franco arcillosa, Franco arcillo limosa, Arcillo arenosa y Arcillo limosa
A2	Arcillosa
A3	
N1	Arenosa

DESCRIPCIÓN DEL RESULTADO

La espacialización del criterio estableció que el país tiene 47’929.791 ha. aptas (A1) para la actividad forestal comercial frente a 60’154.915 ha. con aptitud media (A2) y 5’987.417 ha. no aptas (N1).

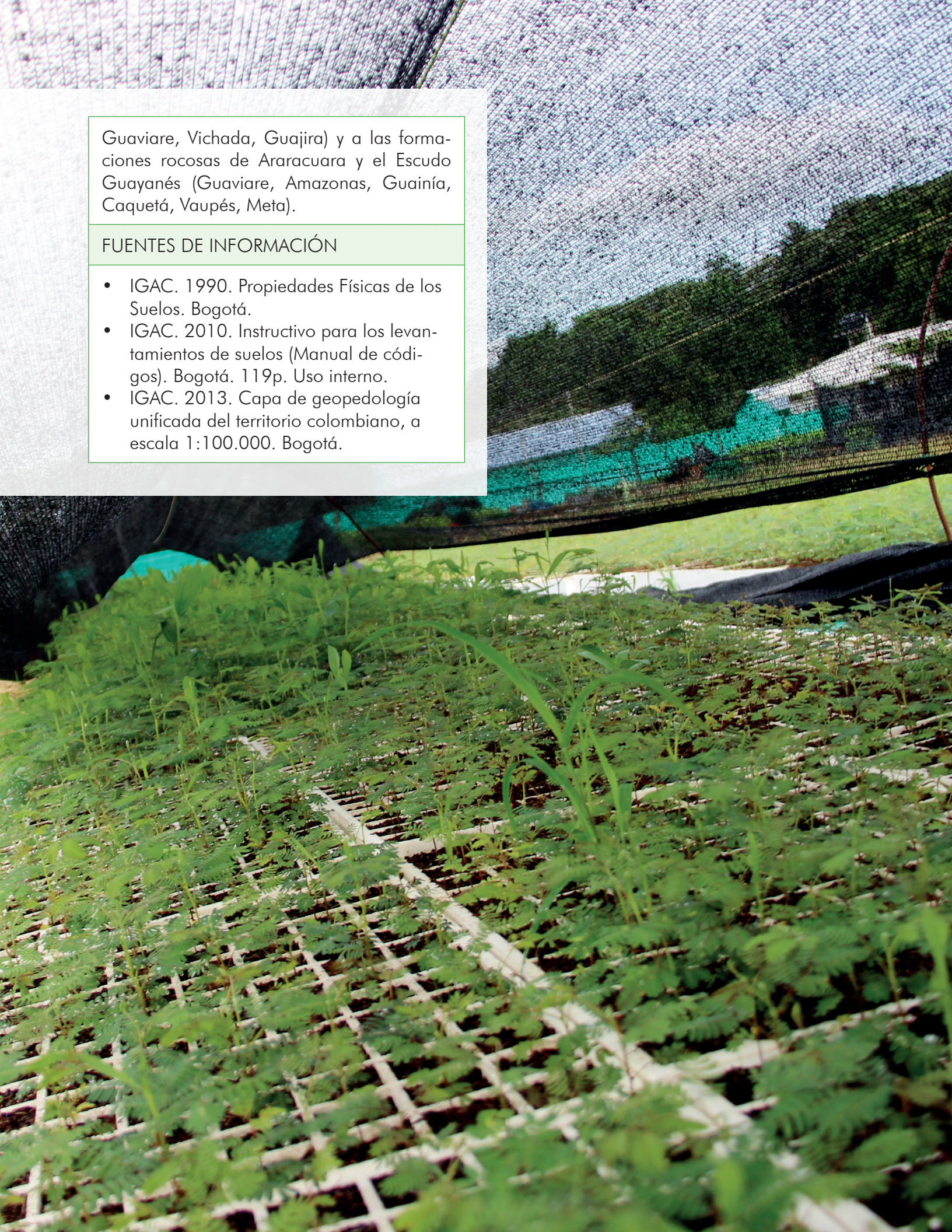
Gran parte de la zona andina, Guainía, Cesar, Nariño, Cauca y Chocó están localizados en áreas de aptitud A1. Mientras que el resto del país está en áreas de aptitud A2 con suelos de textura arcillosa.

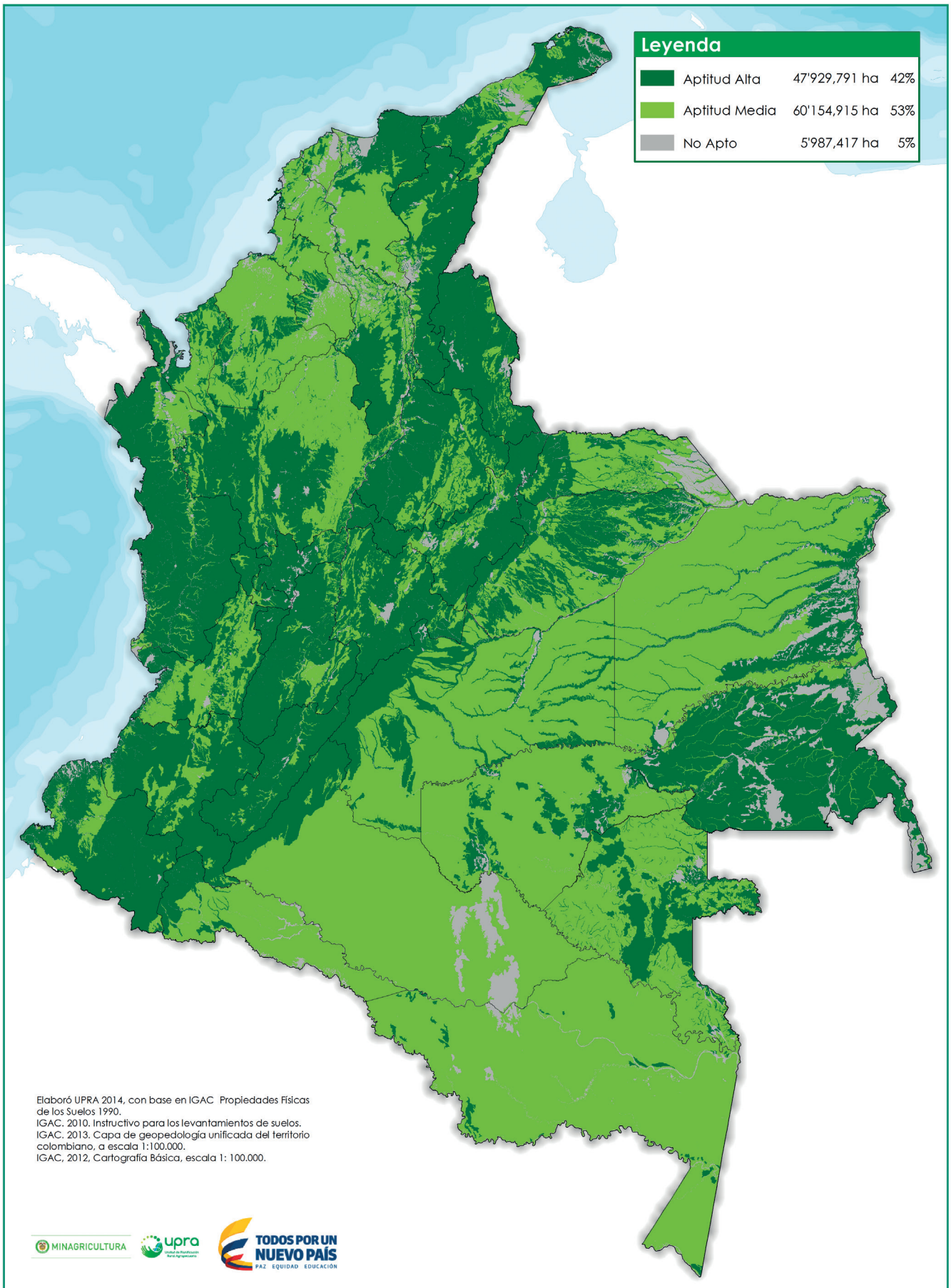
Las tierras con texturas arenosas (N1) se encuentran asociadas a los suelos con clases taxonómicas Psamments, que son suelos de aluviones arenosos, dunas y rellenos de erosión ubicados principalmente en las playas de los ríos, las playas costeras y depósitos eólicos en el oriente del país (Arauca, Casanare,

Guaviare, Vichada, Guajira) y a las formaciones rocosas de Araracuara y el Escudo Guayanés (Guaviare, Amazonas, Guainía, Caquetá, Vaupés, Meta).

FUENTES DE INFORMACIÓN

- IGAC. 1990. Propiedades Físicas de los Suelos. Bogotá.
- IGAC. 2010. Instructivo para los levantamientos de suelos (Manual de códigos). Bogotá. 119p. Uso interno.
- IGAC. 2013. Capa de geopedología unificada del territorio colombiano, a escala 1:100.000. Bogotá.





Elaboró UPRA 2014, con base en IGAC Propiedades Físicas de los Suelos 1990.
IGAC. 2010. Instructivo para los levantamientos de suelos.
IGAC. 2013. Capa de geopedología unificada del territorio colombiano, a escala 1:100.000.
IGAC, 2012, Cartografía Básica, escala 1: 100.000.

MINAGRICULTURA upra TODOS POR UN NUEVO PAÍS PAZ EQUIDAD EDUCACIÓN

Criterio: Clase textural

TIPO DE UTILIZACIÓN FORESTAL (TUF)	Plantaciones Forestales Comerciales
COMPONENTE FÍSICO–SUBCOMPONENTE	Suelos
CRITERIO	Humedad de los suelos
TIPO DE CRITERIO	Criterio de evaluación por rangos de aptitud

DEFINICIÓN

El criterio de humedad de los suelos considera el movimiento interno y externo del agua en el suelo y está relacionado con el contenido de agua en el suelo y la posibilidad de retención durante el año. El agua en el suelo es la responsable de muchas reacciones físicas, químicas y biológicas que se suceden en el suelo, así como del crecimiento de las plantas.
El criterio es definido desde la interacción del régimen de humedad (número de días consecutivos o acumulados en que su sección control está seca, o sea humedad retenida a más de 15 bares o húmeda <15 bares, pero mayor a 0) y el drenaje natural definido como la velocidad y el grado de eliminación de agua del suelo por la escorrentía y el flujo a través del suelo a los espacios subterráneos (UJTL 1984, USDA 1961).

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

La condición de humedad de los suelos se relaciona con las características climáticas de la zona y con las clases texturales dominantes en el suelo. Es un indicador de la disponibilidad de agua para las plantas.
La importancia de este parámetro radica en que para plantaciones forestales no se contempla la infraestructura de riego, por lo tanto, la disponibilidad natural de agua en el suelo es clave para el desarrollo de las plantas.
Los regímenes de humedad údico y ústico se determinan como aptitud alta, ya que dependiendo de la especie se obtiene un buen desarrollo dentro de estos dos ambientes. Los drenajes de condiciones extremas de humedad



por exceso (pobre y muy pobre) se excluyen, al igual que por defecto (régimen arídico), porque requieren grandes obras de adecuación de tierras, inducidas al drenaje en el primer caso y de riego para el segundo.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

La mayoría de las unidades cartográficas de suelos en los estudios generales, representan Asociaciones, por lo tanto se califica la más extensa condición de drenaje y régimen de humedad dentro de las mismas, esto quiere decir que en la unidad existen sectores con cuyo drenaje o régimen de humedad pueden permitir el desarrollo de plantaciones comerciales, cuando la calificación excluye la unidad, o con sectores que no permiten las plantaciones si la calificación es favorable a la unidad.

VALOR DE PONDERACIÓN DEL CRITERIO

0,061

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

El proceso de evaluación del criterio de humedad de suelos se realizó a partir de la información de la capa de geopedología unificada para todo el país. En los casos que no tienen definida alguna o ambas condiciones de humedad dentro de la capa de geopedología, se complementaron interpretando la clasificación taxonómica de los suelos presentes en las unidades cartográficas.
Su evaluación se abordó desde la relación entre el régimen de humedad y el drenaje natural como propiedades que se aproximan a la disponibilidad hídrica, a la escala de trabajo 1:100.000. Se considera para plantaciones forestales como rango óptimo o A1 en disponibilidad de humedad de los suelos aquellos con régimen de humedad údico o ústico y drenaje bueno; en la calificación de A2 aquellos suelos con régimen de humedad údico o ústico y drenaje natural moderado o excesivo; en marginal de aptitud o A3 los suelos con régimen de humedad údico o ácuico y drenaje natural imperfecto y No aptos aquellos suelos con régimen de humedad ácuico, perácuico o arídico y drenaje natural pobre o muy pobre.



RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Drenaje/ Régimen	Údico	Ústico	Arídico	Ácuico	Perácuico
Bueno	A1	A1	N1	N1	N1
Excesivo	A1	A3	N1	N1	N1
Moderado	A2	A2	N1	N1	N1
Imperfecto	A3	A3	N1	A3	N1
Pobre	N1	A3	N1	N1	N1
Muy pobre	N1	N1	N1	N1	N1

DESCRIPCIÓN DEL RESULTADO

Las tierras con aptitud alta (A1) corresponden a la mayor parte del país, con suelos bien drenados y con buen contenido de humedad; también se incluyen algunos sectores con procesos de encharcamientos e inundaciones leves que no alcanzan a afectar las plantaciones. Estas zonas representan el 82,00% del territorio colombiano.

Con aptitud media (A2) se encuentran áreas con drenajes naturales excesivo y moderado en régimen údico y moderado en régimen ústico y equivalen al 1,35% del país. Con aptitud baja (A3) se hallan zonas con drenajes excesivos, imperfecto pobre y moderado en régimen ústico e imperfecto en régimen údico que corresponden al 7,53% del territorio colombiano.

Las zonas que no se consideran aptas (N1) corresponden a los suelos mal drenados que se encuentran en los planos de inundación de los grandes ríos, especialmente el Putumayo, Caquetá, Guainía, Meta, Magdalena, Casanare, Cauca, Atrato, entre otros y, sectores depresionales como el sur de Casanare y Arauca, la Costa Pacífica, la Depresión Momposina y la Ciénaga Grande de Santa Marta; representan el 14% del país. También cubre las áreas denominadas no suelo: afloramientos y misceláneos rocosos, tierras de cárcavas, misceláneos erosionados, cuerpos de agua y centros urbanos.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- UJTL. 1984. Los levantamientos agrológicos y sus aplicaciones múltiples. Bogotá.
- IGAC. 2010. Instructivo para los levantamientos de suelos (Manual de códigos). Bogotá. 119p. Uso interno.
- IGAC. 2013. Capa de geopedología unificada del territorio colombiano, a escala 1:100.000. Bogotá.
- IGAC. 1990. Propiedades físicas de los suelos. Bogotá.





Criterio: Humedad de los suelos

TIPO DE UTILIZACIÓN FORESTAL (TUF)	Plantaciones Forestales Comerciales
COMPONENTE FÍSICO–SUBCOMPONENTE	Suelos
CRITERIO	Disponibilidad de nutrientes
TIPO DE CRITERIO	Criterio de evaluación por rangos de aptitud

DEFINICIÓN

La disponibilidad de nutrientes hace referencia a la cantidad de nutrientes presentes en el suelo y sus interacciones debidas a las condiciones químicas predominantes. En la Zonificación para plantaciones forestales comerciales, el criterio se definió en función de las variables de fertilidad natural, pH o acidez y saturación de aluminio, las cuales son características del suelo relacionadas con la nutrición vegetal.

Las variables que componen el criterio se describen a continuación:

Fertilidad natural. La fertilidad de los suelos se relaciona con la cantidad de elementos para las plantas, su disponibilidad y relaciones adecuadas y, además con la ausencia de sustancias perjudiciales para las mismas. Para su calificación, el IGAC tiene una metodología en la cual relacionan los contenidos de los principales nutrientes, el contenido de carbono orgánico, la capacidad de intercambio catiónico y los niveles de saturación de bases y de aluminio. Los niveles de fertilidad usados en los estudios de suelos del IGAC (2008) se consignan en la siguiente tabla:

Clases por grado de fertilidad

Clase	Rango
Muy baja	≤ 3.6
Baja	3,7 – 5,1
Media	5,2 – 6.7
Alta	6,8 – 8.3
Muy alta	≥ 8,4



Saturación de Aluminio. Es la proporción de Al+3 en el complejo de cambio y en la solución del suelo. Proporción relativa de Aluminio con respecto a las bases intercambiables de un suelo. Se relaciona con la Acidez intercambiable debida a los iones Al+++ y H+ intercambiables (desplazables) con una sal neutra (KCl IN). También incluye pequeñas cantidades de Hierro, Manganeso y Zinc intercambiables (IGAC. 1979).

La saturación de Aluminio es una característica importante para las especies forestales, ya que en altos valores es toxica y genera efectos fisiológicos no deseables como la bifurcación o el enanismo. Las clases de saturación de aluminio se tomaron de la metodología de clasificación de las tierras por su capacidad de uso (IGAC 2008), cuyos rangos se citan a continuación.

Clases de Saturación de Aluminio

Saturación	Clase
0-30	Baja
30-60	Media
60-90	Alta
>90	Muy alta

PH o acidez del suelo. El valor de pH es la concentración del ion H+ en solución que determina la acidez del suelo. El IGAC (2008) en el Manual codificado de reconocimiento de suelos, clasifica el pH de la siguiente manera.

Clases por rango de valores de pH

pH	Clase
< 3.5	Ultra ácido
3.5 – 4.4	Extremadamente ácido
4,5 – 5,0	Muy fuertemente ácido
5,1 – 5,5	Fuertemente ácido
5,6 – 6,0	Moderadamente ácido
6,1 – 6,5	Ligeramente ácido
6.6 – 7.3	Neutro
7,4 – 7,8	Ligeramente alcalino
7,9 – 8,4	Moderadamente alcalino
8,5 – 9,0	Fuertemente alcalino
> 9,0	Muy fuertemente alcalino

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

El pH del suelo tiene una importancia determinante para la disponibilidad de los iones nutritivos, lo que incide directamente en el crecimiento vegetal afectando principalmente:

- La disponibilidad de los nutrientes. Valores extremos de pH pueden provocar la precipitación de ciertos nutrientes permaneciendo en forman no disponibles para las plantas.

- Al proceso fisiológico de absorción de nutrientes por parte de las raíces. Todas las especies vegetales presentan unos rangos característicos de pH en los que su absorción es ideal, fuera de este rango la absorción radicular se dificulta y si los valores de pH son extremos, puede verse deteriorado el sistema radical o presentarse toxicidades debidas a la excesiva absorción de elementos fitotóxicos (Aluminio).

- La actividad microbiana indispensable en la transformación de elementos que se presentan en formas no asimilables hacia otras que sí lo son.



La importancia del criterio de disponibilidad de nutrientes en la Zonificación Forestal para Plantaciones Comerciales a escala 1:100.000, reside en que la principal fuente de suministro de nutrientes es el suelo, pero como sus reservas son generalmente insuficientes para cubrir la demanda de la especie, deben ser complementadas o corregidas con la aplicación de enmiendas adecuadas que permitan asegurar que la plantación disponga de los nutrientes necesarios para alcanzar los máximos rendimientos.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

Debido a que la mayoría de las unidades cartográficas de suelos en la escala 1:100.000 son Asociaciones, se califica la más extensa condición dentro de la misma unidad en cada una de las variables que componen el criterio; es decir que dentro de la unidad existen áreas de diferentes tamaños que tienen una condición ya sea de Fertilidad, Saturación de Aluminio y pH diferente a la mayoría, lo que puede estar generalizando una unidad dentro de un rango de aptitud.

Sin embargo, es importante aclarar que éste criterio no presenta exclusiones por lo que no se estaría castigando ninguna unidad.

VALOR DE PONDERACIÓN DEL CRITERIO

0,048

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

El criterio disponibilidad de nutrientes, se construyó a partir de la información re-clasificada de las variables de Fertilidad natural, Saturación de Aluminio y pH que proporcionaba la base de datos del Mapa Integrado de Geopedología a nivel nacional escala 1:100.000 que fue suministrado por el IGAC.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

La calificación de este criterio se realizó a partir de la evaluación individual de cada una de las variables y luego se utilizó un árbol de decisión que se presenta a continuación:

Variable	A1	A2	A3	N1
Fertilidad natural	Muy alta, alta, media	Baja, muy baja		
Saturación de Aluminio	Bajo	Medio	Alto y Muy alto	
pH	5,6 - 7,3	5,1 - 5,5; 7,4-7,8	4,6 - 5,0; 7,9 - 8,4	< 4,5 ; >8,4
	Moderadamente ácido, Ligeramente ácido, Neutro	Ligeramente alcalino, Fuertemente ácido	Muy fuertemente ácido; Moderado alcalino	Ultra ácido, Extremadamente ácido, Muy fuertemente alcalino

Fertilidad	Saturación de Al	PH	Aptitud de disponibilidad de nutrientes
A1	A1	A1	A1
		A2	A2
		A3	A3
		N1	N1
	A2	A1	A2
		A2	A2
		A3	A3
		N1	N1
	A3	A1	A3
		A2	A3
		A3	A3
		N1	N1
A2	A1	A1	A2
		A2	A2
		A3	A3
		N1	N1
	A2	A1	A2
		A2	A2
		A3	A3
		N1	N1
	A3	A1	A3
		A2	A3
		A3	A3
		N1	N1



DESCRIPCIÓN DEL RESULTADO

La espacialización del criterio estableció que el país tiene 6'960.030 ha. aptas (A1) para la actividad forestal comercial frente a 31'635.126 ha. con aptitud media (A2), 71'588.252 ha. con aptitud baja y 3'888.715 ha. no aptas (N1).

Las áreas aptas se encuentran ubicadas en los departamentos del Tolima, Antioquia, Santander y el cinturón que componen los departamentos de la costa Caribe. La aptitud media se encuentra en mayor proporción en los departamentos de Cundinamarca, Tolima, Huila, Córdoba, Sucre, Bolívar, Magdalena y César.

Aproximadamente el 62,76%del país tiene una aptitud baja, lo que implica que al momento de establecer una plantación forestal deben realizarse enmiendas para corregir el pH y disminuir la saturación de Aluminio y contemplar un Plan de Fertilización que le aporte los nutrientes necesarios a la planta con el fin de obtener un buen desarrollo y por ende mejorar su productividad.

Las zonas de exclusión (N1) son muy pocas y principalmente están asociadas a suelos sulfatados ácidos presentes en los departamentos de Sucre, Bolívar, Córdoba, Boyacá y Valle del Cauca, y a suelos sódicos y calcáreos ubicados principalmente en el departamento de La Guajira.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- USDA. 1961. Land-Capability Classification. Agriculture Handbook No. 210. USA.
- IGAC. 1979. Propiedades químicas de los suelos. 2ª Edición. Bogotá.
- IGAC. 2010. Metodología de clasificación de las tierras por su capacidad de uso. (Uso interno).
- IGAC. 2010. Instructivo para los levantamientos de suelos (Manual de códigos). Bogotá. 119p. Uso interno.
- IGAC. 2013. Capa de geopedología unificada del territorio colombiano, a escala 1:100.000. Bogotá.





Elaboró UPRA 2014, con base en IGAC. 1979. Propiedades químicas de los suelos. 2ª Edición.
USDA. 1961. Land-Capability Classification. Agriculture Handbook.
IGAC. 2013. Capa de geopedología unificada del territorio colombiano, a escala 1:100.000.
IGAC. 2010. Metodología de clasificación de las tierras por su capacidad de uso.
IGAC. 2010. Instructivo para los levantamientos de suelos.
IGAC, 2012, Cartografía Básica, escala 1: 100.000.

MINAGRICULTURA upra TODOS POR UN NUEVO PAÍS PAZ EQUIDAD EDUCACIÓN

Criterio: Disponibilidad de nutrientes

TIPO DE UTILIZACIÓN FORESTAL (TUF)	Plantaciones Forestales Comerciales
COMPONENTE FÍSICO–SUBCOMPONENTE	Suelos
CRITERIO	Grado de erosión
TIPO DE CRITERIO	Criterio de evaluación por rangos de aptitud

DEFINICIÓN

La erosión es un proceso de degradación física e integral que consiste en el desgaste de la superficie de la tierra por el desprendimiento y transporte del suelo y de otros materiales a través de la acción del agua en movimiento y el viento. Los grados de erosión reflejan la intensidad actual y la afectación en superficie por los procesos de erosión. En la siguiente tabla se presentan las distintas clases y su definición según USDA (SSS- USDA 2010, IDEAM 2010).

Grados de erosión

Grado	Descripción
No hay	Pérdidas no significativas de material de suelo
Ligero	Pérdida del 25% del horizonte superficial
Moderado	Pérdida del 75% del horizonte superficial
Severo	Pérdida de parte del horizonte B
Muy severo	Pérdida de la totalidad del horizonte B

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

El criterio de grado de erosión de suelos se traduce en pérdida de superficie productiva, disminución de la productividad del sitio y generación de sedimentos que alteran por consecuencia la calidad de las aguas. Para una Plantación Forestal comercial se requiere que el grado de erosión sea inferior a ligera o moderada, porque la pérdida del suelo afecta la profundidad de enraizamiento y anclaje e influye en la extracción de nutrientes, que perjudica el establecimiento y crecimiento normal de los árboles.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

Hasta el 2013 la información de erosión a 1:100.000 solamente se tiene para la cuenca hidrográfica Magdalena – Cauca. El resto del país tiene información 1:500.000 de 1998 (IGAC) y 2001 (IDEAM). La zona de la Guajira requirió ajustes por interpretación con imágenes de sensores remotos.

VALOR DE PONDERACIÓN DEL CRITERIO

0,017

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

El proceso metodológico para la evaluación de este criterio consistió en la revisión de los requerimientos de las especies utilizadas en plantaciones forestales comerciales en cuanto a estado de los suelos por erosión, la susceptibilidad para degradación y la conservación de los suelos. Se realizó una revisión de información sobre mapas de erosión del país y se contó con información reciente a escala 1:100.000 del área hidrográfica Magdalena – Cauca y de los mapas de erosión nacional 1:500.000 del IGAC (1998) y del IDEAM (2001). En algunas zonas, se ajustó y mejoró la resolución por medio de interpretación de imágenes de sensores remotos.

El mapa de erosión fue re-clasificado de acuerdo a los rangos definidos para la zonificación para plantaciones forestales comerciales: Muy severa y severa como No apta, moderada como A2 y ligera o sin erosión como A1. Se tuvo como premisa que la actividad forestal comercial requiere de buenas condiciones de conservación de suelos y que zonas con pérdidas considerables del perfil de suelos deberán destinarse a procesos de restauración y recuperación.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Este criterio tiene los siguientes rangos de aptitud:

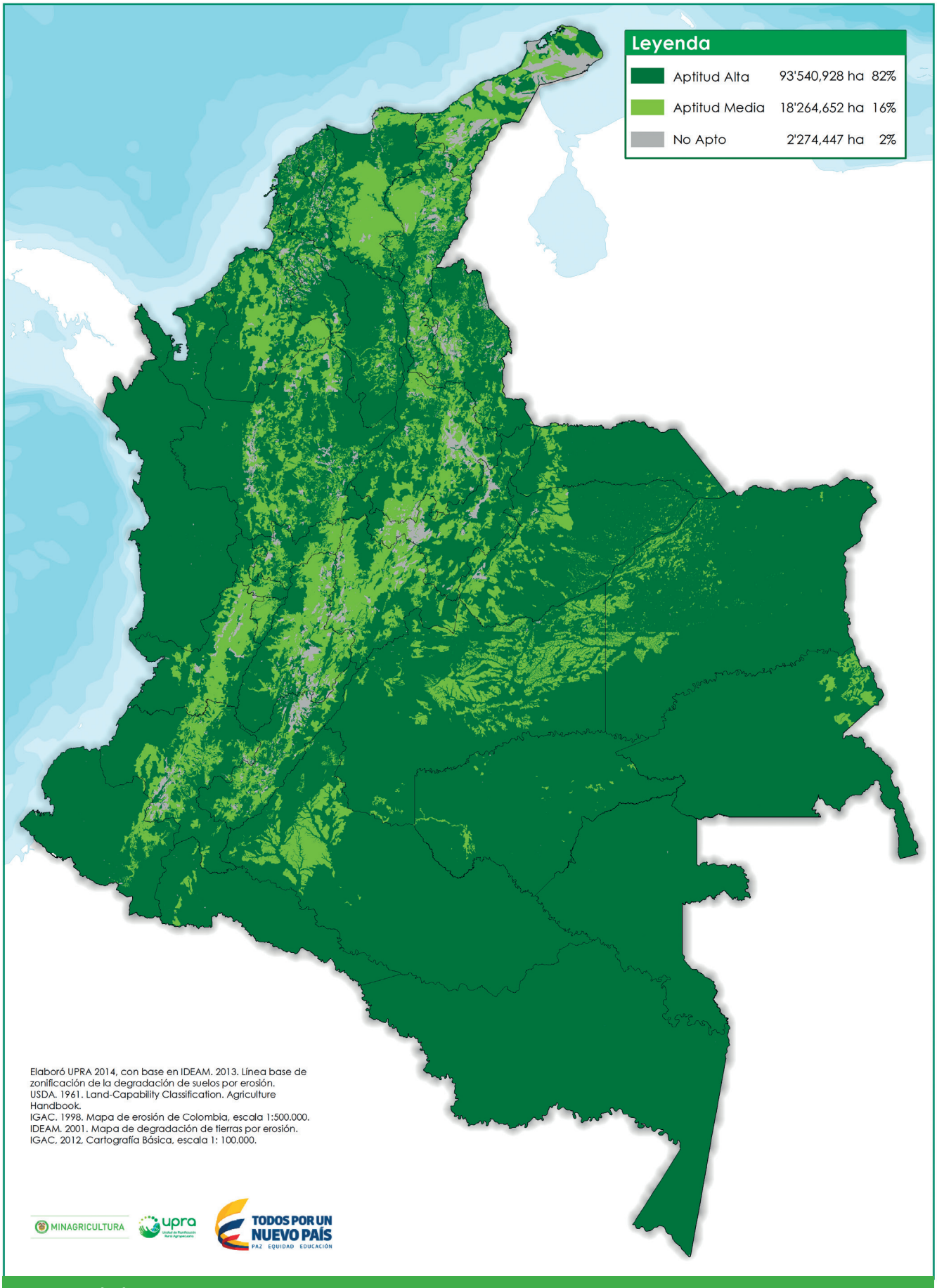
Aptitud Alta (A1)	0-1; sin erosión, sin evidencia, ligera
Aptitud Media (A2)	2; moderada
Aptitud Baja (A3)	N/A
No Apto (N1)	3 y 4; severa y muy severa

FUENTES DE INFORMACIÓN

- IDEAM. 2013. Línea base de zonificación de la degradación de suelos por erosión. Avance Magdalena – Cauca. En construcción y revisión.
- IGAC. 1998. Mapa de erosión de Colombia, escala 1:500.000.
- IDEAM. 2001. Mapa de degradación de tierras por erosión. Uso interno.
- USDA. 1961. Land-Capability Classification. Agriculture Handbook No. 210. USA.



ZONIFICACIÓN PARA PLANTACIONES FORESTALES CON FINES COMERCIALES



Elaboró UPRA 2014, con base en IDEAM. 2013. Línea base de zonificación de la degradación de suelos por erosión.
USDA. 1961. Land-Capability Classification. Agriculture Handbook.
IGAC. 1998. Mapa de erosión de Colombia, escala 1:500.000.
IDEAM. 2001. Mapa de degradación de tierras por erosión.
IGAC, 2012. Cartografía Básica, escala 1: 100.000.

MINAGRICULTURA upra TODOS POR UN NUEVO PAÍS PAZ EQUIDAD EDUCACIÓN

Criterio: Grado de erosión

TIPO DE UTILIZACIÓN FORESTAL (TUF)	Plantaciones Forestales Comerciales
COMPONENTE FÍSICO–SUBCOMPONENTE	Suelos
CRITERIO	Pendiente
TIPO DE CRITERIO	Criterio de evaluación por rangos de aptitud

DEFINICIÓN

La pendiente corresponde a la inclinación de un terreno respecto a un plano horizontal que pasa por su base. Se expresa como un gradiente calculado en grados sexagexima-les o centesimales o porcentaje y en términos trigonométricos corresponde a la tangente del ángulo formado entre el declive y su co-rrespondiente horizontal.

La pendiente de un terreno se calcula como gradiente -de manera estricta- o en sentido amplio -como una forma sintética del relieve (SSS- USDA 2010). El aspecto de la pendien-te, su forma y gradiente se manejó de acuer-do con los rangos adoptados por el IGAC (2010), según la siguiente tabla:

Clases de gradiente de la pendiente del terre-no y su rango en porcentaje

Código	Clase Simple	%
sn	A nivel	0–1
sa	Plana	0–3
sl	Ligeramente plana	1–3
sb	Ligeramente inclinada	3–7
sc	Moderadamente inclinada	7–12
sd	Fuertemente inclinada	12–25
se	Ligeramente escarpada o L. empinada	25–50
sf	Moderadamente escar-pada o M. empinada	50–75
sg	Fuertemente escarpada o F. empinada	> 75

Código	Clase Simple	%
a	Plana	0–3
b	Ligeramente ondulada	3–7
c	Moderadamente ondu-lada	7–12
d	Fuertemente ondulada	12–25
c	Ligeramente quebrada	7–12
d	Moderadamente que-brada	12–25
e	Fuertemente quebrada	25–50
e	Ligeramente escarpada	25–50
f	Moderadamente escar-pada o M. empinada	50–75
g	Fuertemente escarpada o F. empinada	> 75

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

La pendiente es con la profundidad efec-tiva del suelo el criterio más importante del componente físico al ser determinantes en la decisión de establecer una Plantación Fores-tal. El establecimiento y mantenimiento de la plantación requieren de prácticas silvicultura-les que se dificultan a medida que aumenta la pendiente, haciéndose a su vez menor la operación de maquinaria. En pendientes pro-nunciadas el árbol efectúa una fuerza de re-sistencia para evitar su volcamiento reperecu-tiendo en una menor calidad de la madera.

Del mismo modo, las plantaciones densas en condiciones normales generan mayor som-bra y en algunos casos la caída de hojas no permite el crecimiento del sotobosque, que



en una alta pendiente podría favorecer la escorrentía superficial y la erosión.

En este sentido, las pendientes mayores del 75%, se excluyen para este tipo de utilización forestal; las pendientes entre 50-75% se consideran con baja aptitud y entre 12-50 media aptitud. Las pendientes por debajo del 12% son las más aptas para este tipo de uso forestal.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

El proceso de generación el mapa de pendiente se basó en cálculos y análisis espaciales a partir del SRTM de 30 metros y el modelo de elevación. Se recomienda ajustar el modelo con el fin de obtener mayor aproximación a la realidad del terreno, en particular en pendientes superiores al 50%.

VALOR DE PONDERACIÓN DEL CRITERIO

0,107

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

El proceso utilizado para la generación de la capa de pendientes por rangos fue automatizado por medio del uso de funciones de SIG, a partir de DEM SRTM de 30 metros. Se usaron los rangos tradicionales utilizados por el IGAC para los estudios de suelos.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Este criterio tiene los siguientes rangos de aptitud:

Aptitud Alta (A1)	<12%
Aptitud Media (A2)	12 y 50%
Aptitud Baja (A3)	50 y 75%
No Apto (N1)	>75%

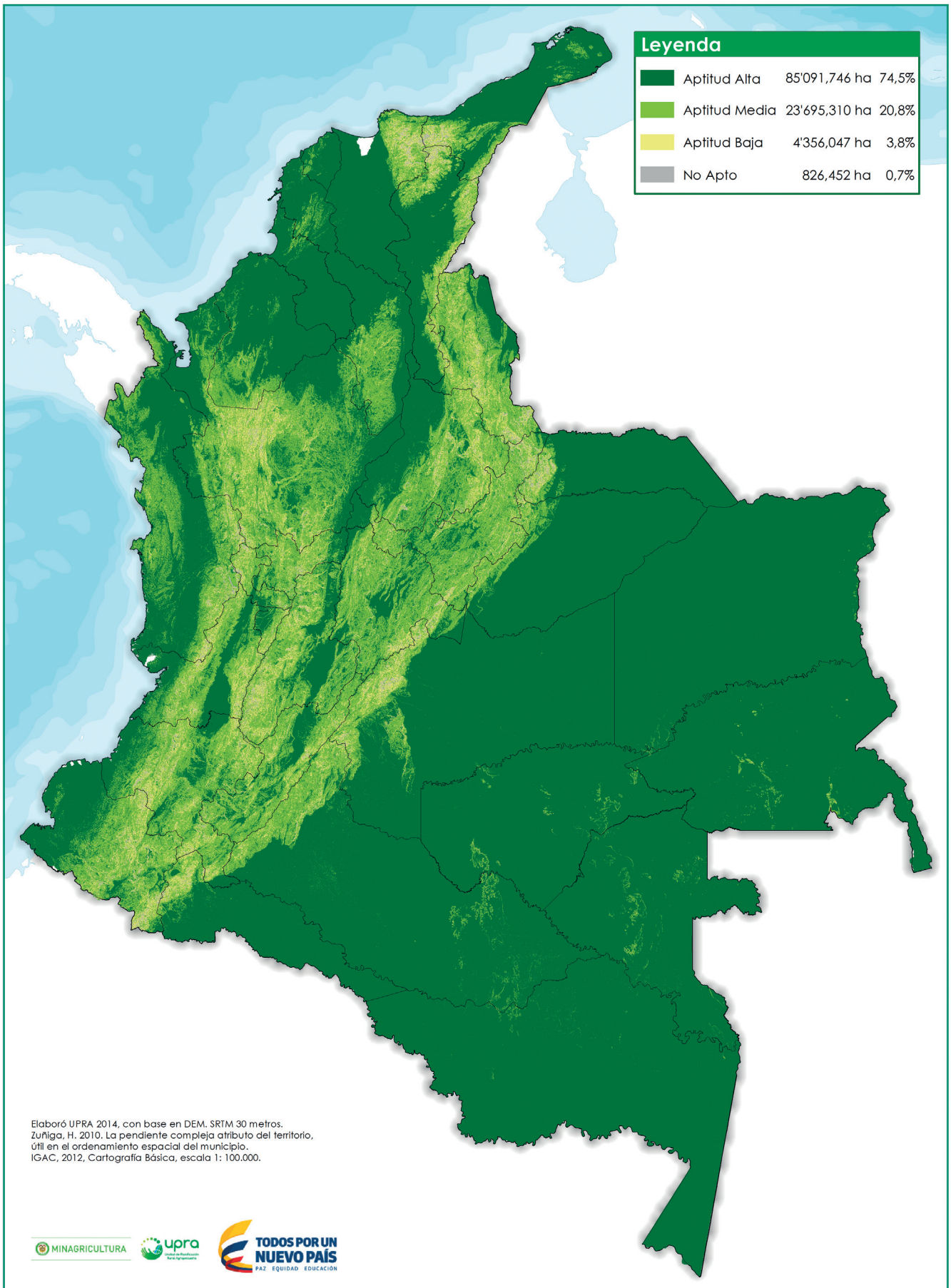
DESCRIPCIÓN DEL RESULTADO

La zona andina, junto con la Sierra Nevada de Santa Marta son los sectores con mayores pendientes en Colombia, donde las zonas con pendientes mayores de 75% comprenden cerca de 282.815 hectáreas (0.7%) y se ubican en los escarpes de las tres cordilleras particularmente la Oriental. Estas zonas son de exclusión para las plantaciones forestales con fines comerciales.

Las zonas con baja y media aptitud comprenden gran parte de la región andina del país, y corresponden a 3,8% en A3 y 20,8% en A2. El resto del país, o sea el 74,5% tiene pendientes inferiores al 12% y son clase A1 para este criterio.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- IGAC, modelo digital de terreno, resolución espacial de 30 metros.
- Zuñiga, H. 2010. La pendiente compleja atributo del territorio, útil en el ordenamiento espacial del municipio. Bogotá.



Criterio: Pendiente

TIPO DE UTILIZACIÓN FORESTAL (TUF)	Plantaciones Forestales Comerciales
COMPONENTE FÍSICO–SUBCOMPONENTE	Morfodinámica/Amenazas
CRITERIO	Susceptibilidad a las inundaciones y/o encharcamientos
TIPO DE CRITERIO	Criterio de evaluación por rangos de aptitud

DEFINICIÓN

La inundación es causada por el ascenso del nivel de las aguas ya sea de una corriente hídrica o de aguas confinadas a sectores que normalmente están secos. El encharcamiento se da cuando el nivel de las aguas causantes se retira y el agua no drena, sino que permanece en el lugar. Este ocurre en zonas cóncavas a los lados de las corrientes hídricas (basines o cubetas) y en áreas depresionales de las partes altas (bajos o depresiones).

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

La predisposición de los terrenos para ser inundados y permanecer encharcados puede afectar el desarrollo de las plantaciones más aún si se considera que la afectación es mayor cuando se tiene en cuenta el tiempo que dura.
La tolerancia a las inundaciones y al encharcamiento por parte de las plantas depende de cada especie, de tal forma que en la evaluación de la zonificación para plantaciones forestales, se incluye su análisis sin pretender excluir las zonas inundables, solamente es una advertencia, porque no se puede predecir la duración del evento que es la causante de los daños en las plantaciones.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

En el mapa geopedológico no se encuentran todas las fases por inundación o encharcamientos, por lo tanto se complementa con la condición de régimen de humedad de los suelos que proporciona el contenido taxonómico de las unidades cartográficas de suelos.

VALOR DE PONDERACIÓN DEL CRITERIO

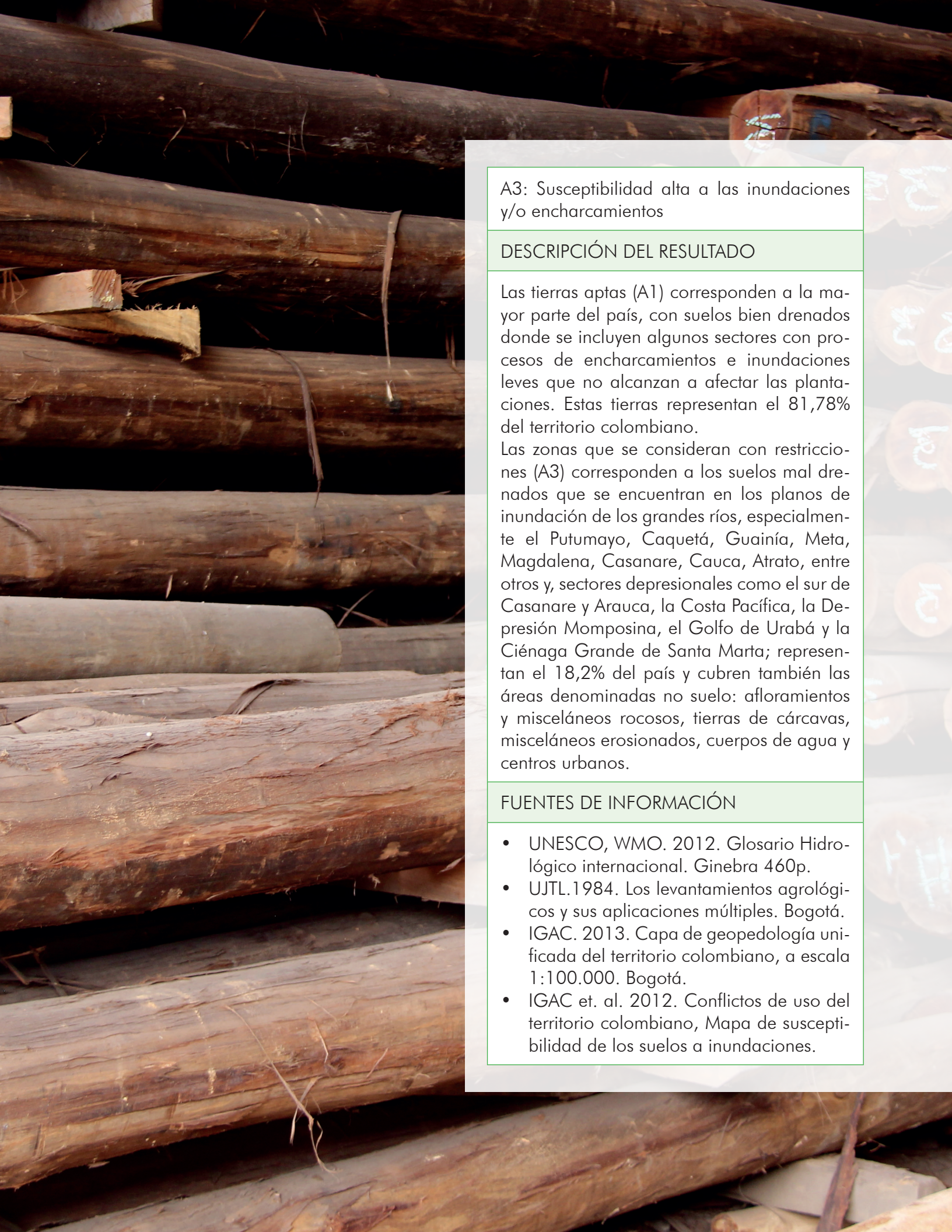
0,011

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

Se tomaron como base las fases por inundación y encharcamientos de la capa de geopedologia unificada del territorio colombiano (IGAC, 2013). En los casos donde las unidades cartográficas de suelos no tenían dicha fase el criterio se calificó interpretando el contenido taxonómico y su porcentaje dentro de las unidades cartográficas.
El mapa de susceptibilidad a las inundaciones y encharcamientos constituye una alerta que indica que en ciertas zonas son necesarias algunas obras estructurales encaminadas a mejorar el drenaje.
Existen casos como el sur del departamento de Casanare y de Arauca, donde es imposible detener las inundaciones en la estación invernal ya que el ascenso del nivel del río Meta represa los ríos que descienden de la cordillera. En la zona bananera de Urabá, la posibilidad de inundación no se elimina en su totalidad con la construcción de drenajes debido a que muchas plantaciones están por debajo del nivel de base del río Carepa.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

A1: Susceptibilidad baja a las inundaciones y/o encharcamientos



A3: Susceptibilidad alta a las inundaciones y/o encharcamientos

DESCRIPCIÓN DEL RESULTADO

Las tierras aptas (A1) corresponden a la mayor parte del país, con suelos bien drenados donde se incluyen algunos sectores con procesos de encharcamientos e inundaciones leves que no alcanzan a afectar las plantaciones. Estas tierras representan el 81,78% del territorio colombiano.

Las zonas que se consideran con restricciones (A3) corresponden a los suelos mal drenados que se encuentran en los planos de inundación de los grandes ríos, especialmente el Putumayo, Caquetá, Guainía, Meta, Magdalena, Casanare, Cauca, Atrato, entre otros y, sectores depresionales como el sur de Casanare y Arauca, la Costa Pacífica, la Depresión Momposina, el Golfo de Urabá y la Ciénaga Grande de Santa Marta; representan el 18,2% del país y cubren también las áreas denominadas no suelo: afloramientos y misceláneos rocosos, tierras de cárcavas, misceláneos erosionados, cuerpos de agua y centros urbanos.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- UNESCO, WMO. 2012. Glosario Hidrológico internacional. Ginebra 460p.
- UJTL.1984. Los levantamientos agrológicos y sus aplicaciones múltiples. Bogotá.
- IGAC. 2013. Capa de geopedología unificada del territorio colombiano, a escala 1:100.000. Bogotá.
- IGAC et. al. 2012. Conflictos de uso del territorio colombiano, Mapa de susceptibilidad de los suelos a inundaciones.

ZONIFICACIÓN PARA PLANTACIONES FORESTALES CON FINES COMERCIALES



Elaboró UPRA 2014, con base en UNESCO, WMO. 2012. Glosario Hidrológico internacional.
UJTL.1984. Los levantamientos agrológicos y sus aplicaciones múltiples.
IGAC. 2013. Capa de geopedología unificada del territorio colombiano, a escala1:100.000.
IGAC, 2012, Cartografía Básica, escala 1: 100.000.

MINAGRICULTURA upra TODOS POR UN NUEVO PAÍS PAZ EQUIDAD EDUCACIÓN

Criterio: Susceptibilidad a las inundaciones y/o encharcamientos

TIPO DE UTILIZACIÓN FORESTAL (TUF)	Plantaciones Forestales Comerciales
COMPONENTE FÍSICO–SUBCOMPONENTE	Morfodinámica/Amenazas
CRITERIO	Susceptibilidad por deslizamientos
TIPO DE CRITERIO	Criterio de evaluación por rangos de aptitud

DEFINICIÓN

La susceptibilidad a deslizamientos se define como la probabilidad de ocurrencia de procesos de movimientos en masa en el terreno. Los deslizamientos son movimientos fuertes de suelo o roca que deslizan, moviéndose respecto al sustrato, sobre una o varias superficies de roturas netas al superarse la resistencia al corte de estas superficies; las masas generalmente se desplazan en conjunto, comportándose como una unidad en su recorrido. Los movimientos de ladera o deslizamientos constituyen un riesgo geológico de origen natural o inducido, que debe considerarse a la hora de tomar decisiones para el establecimiento de plantaciones forestales comerciales.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

El criterio de Susceptibilidad por deslizamientos debe ser considerado dentro de la zonificación forestal comercial, por ser un riesgo presente en un área determinada que puede o no ocurrir durante el turno de la plantación forestal. Sin embargo, por tratarse de la probabilidad de una ocurrencia, los rangos de calificación de la aptitud no excluyen ninguna zona.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

La escala de la fuente de información es 1:500.000

VALOR DE PONDERACIÓN DEL CRITERIO

0,010

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

El mapa de Susceptibilidad a los deslizamientos fue generado por el IDEAM e Ingeominas (hoy SGC) a partir de un modelo que involucra variables de pendiente, material geológico, tectónica, suelos y cobertura vegetal. El modelo utiliza en general información escala 1:500.000 y para efectos del proyecto, la información se usó conforme su origen, e decir sin ninguna modificación. El mapa se reclasifico en tres rangos de calificación:

- Susceptibilidad Muy alta y Alta, que corresponden a baja aptitud (A3).
- Susceptibilidad Media que corresponden a media aptitud (A2).
- Susceptibilidad Baja y Muy baja que corresponden a alta aptitud (A1).
- Por ser un ejercicio de probabilidad no se tiene en cuenta excluyente, o sea No apta.





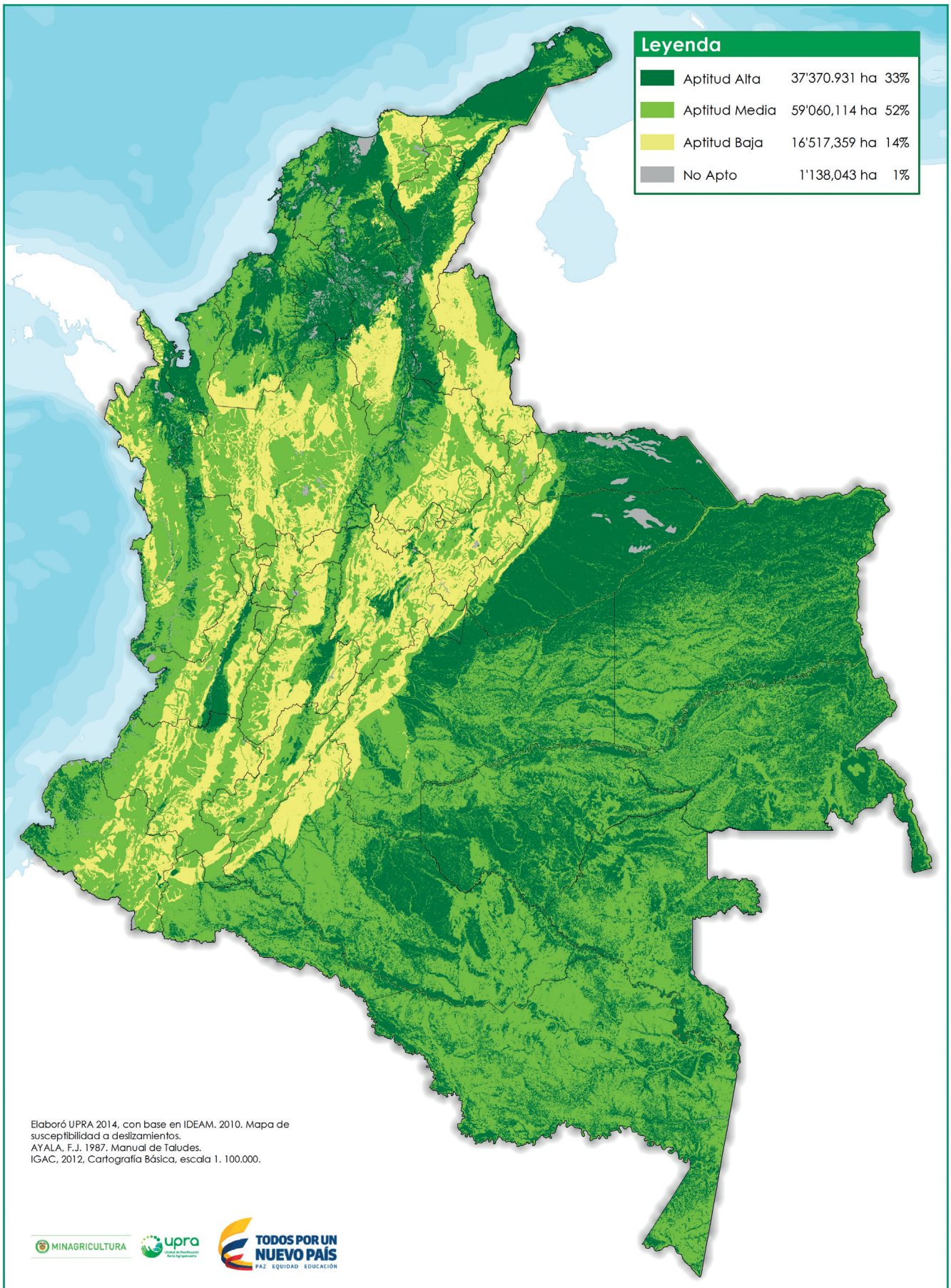
DESCRIPCIÓN DEL RESULTADO

Conforme a los rangos establecidos, se encontró que para el criterio de susceptibilidad por deslizamientos, el 33% del territorio nacional (37.370.931 ha.), es Apto para establecer Plantaciones Forestales porque tiene una probabilidad muy baja y baja de presentar deslizamientos. Los departamentos que presentan una menor probabilidad de ocurrencia de deslizamientos en su extensión son Amazonas, Casanare, San Andrés, Vaupés, Arauca, Putumayo, Sucre y Magdalena. Un 52% (59.060.113 ha.) está dentro de la categoría de aptitud media.

Dentro de las áreas con baja aptitud se encuentran 16.517.359 ha. (14%), las cuales se ubican en parte de los departamentos de Risaralda, Huila, Nariño, Cauca y Antioquia, Cundinamarca, Norte de Santander, Caldas, Boyacá y Tolima.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- IDEAM. 2010. Mapa de susceptibilidad a deslizamientos.
- AYALA, F.J. 1987. Manual de Taludes. Serie: Geotecnia. I.G.M.E. Madrid.



Criterio: Susceptibilidad por deslizamientos

TIPO DE UTILIZACIÓN FORESTAL (TUF)	Plantaciones Forestales Comerciales
COMPONENTE FÍSICO–SUBCOMPONENTE	Morfodinámica/Amenazas
CRITERIO	Amenaza volcánica
TIPO DE CRITERIO	Criterio de exclusión técnica

DEFINICIÓN

La amenaza hace referencia a cualquier evento que pueda causar daño, en este caso a un evento volcánico potencialmente destructivo que puede afectar un área determinada. En esencia, la amenaza volcánica no tiene en cuenta si hay o no población o bienes o actividades productivas alrededor del volcán.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

La evaluación de la amenaza volcánica en el país, es un insumo necesario y básico ya que en el caso de presentarse una erupción volcánica, no solo acabaría con la plantación forestal establecida, sino sobre la vida, bienes, economía y sociedad, alternado significativamente el desarrollo de una región. Los principales efectos de una actividad volcánica son arrasamiento e incendio de los elementos expuestos en su trayectoria, oscurecimiento y dificultades respiratorias por partículas finas suspendidas en el aire, que afecta el crecimiento vegetal de las especies forestales, destrucción de vegetación, cultivos y de las estructuras existentes a lo largo de su trayectoria, entre otros.

De tal manera que se determina que la única medida encaminada a mitigar este posible impacto es no establecer plantaciones forestales en el área de influencia directa e indirecta de un volcán activo. En este sentido, las zonas con amenaza volcánica alta son excluyente para plantaciones forestales comerciales.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

La escala de la información de origen es 1:500.000

VALOR DE PONDERACIÓN DEL CRITERIO

N/A

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

Se parte del ejercicio realizado por Ingeominas para cada uno de los volcanes activos del país, definiéndose las zonas con amenazas directas e indirectas. Se establecieron los siguientes rangos de aptitud:

Aptitud alta (A1): Zona sin amenaza
No Apto (N1): Zona de amenaza alta

DESCRIPCIÓN DEL RESULTADO

Conforme a los rangos establecidos, se puede decir que el 99,91% del territorio nacional no presenta amenaza por tipo volcánico, clasificándose dentro del criterio de alta aptitud (A1). Únicamente el 0.08% (95.211,9 ha.), presenta un alta amenaza volcánica clasificándose como No apto (N1).

En Colombia hay catorce volcanes activos, de los cuales, cinco registran altos niveles de sismicidad, de flujo de lava y de emisión de cenizas con alto riesgo, por lo que sus áreas de influencia no pueden ser aptas para el establecimiento de Plantaciones Forestales por el carácter destructor del evento, pese a que la influencia de las cenizas volcánicas ayudan en la formación de suelos fértiles.



Las principales áreas No Aptas por amenaza volcánica son el Volcán Nevado de Santa Isabel, ubicado entre los límites de los departamentos de Risaralda, Caldas y Tolima; los Volcanes Nevado del Tolima, Cerro Bravo y Cerro Machín, ubicados en el departamento del Tolima; el Volcán Nevado del Ruiz ubicado entre los límites de los departamentos de Caldas y Tolima, los Volcanes Puracé y Sotará ubicados en el departamento del Cauca; el Nevado del Huila ubicado entre los departamentos de Cauca, Huila y Tolima, los Volcanes Dona Juana, Azufral, Cumbal y Galeras ubicados en el departamento de Nariño.

De acuerdo con lo anterior, tenemos que los departamentos que presentan un porcentaje de extensión restringida para establecer Plantaciones Forestales por la presencia de áreas con influencia volcánica son: Tolima (45,88%), Cauca (15,6%), Caldas (14.46%), Nariño (12,47%), Huila (5.48%) y en menos proporción Cundinamarca con un 1,31%.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- INGEOMINAS. 2003. Memoria Explicativa del Mapa de Amenaza Volcánica del Cerro Machín. Bogotá.
- INGEOMINAS, 2010. Mapas de amenazas volcánicas de los principales volcanes del país. Bogotá

ZONIFICACIÓN PARA PLANTACIONES FORESTALES CON FINES COMERCIALES



Criterio: Amenaza Volcánica

TIPO DE UTILIZACIÓN FORESTAL (TUF)	Plantaciones Forestales Comerciales
COMPONENTE	Socioecosistémico
CRITERIO	Aptitud por coberturas antropicas
TIPO DE CRITERIO	Criterio de ponderación

DEFINICIÓN

El criterio busca mostrar de forma clara el grado de aptitud de las coberturas frente a la actividad forestal comercial, tomando como premisa cuál es la cobertura actual y la posibilidad real de un cambio de ésta, de forma complementaria se inserta un componente ambiental, a través de la inclusión en el análisis de la capa de biomas del mapa nacional de ecosistema continentales y marinos de Colombia; el cual permite ampliar el análisis de las coberturas, reconociendo así que la cobertura por sí sola no determina la aptitud, sino que ésta depende en gran medida de las características e importancia del bioma con el cual se asocie la cobertura.

IMPORTANCIA DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

La aptitud de las coberturas antrópicas para la actividad forestal comercial, proporciona información fundamental acerca del uso de las coberturas antrópicas, permite identificar las zonas con aptitud para el establecimiento de plantaciones, así como clasificar las áreas de acuerdo con su uso. La evaluación de este criterio favorece las coberturas herbáceas y de pastizales, como las zonas de mayor aptitud para el establecimiento de plantaciones forestales y se castigan en rango de aptitud las áreas de producción de alimentos, como un recurso que salvaguarda la seguridad alimentaria.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

El principal limitante identificado es que la clasificación de CORINE Land Cover -CLC, en algunos casos engloba las coberturas de forma muy general, con la consiguiente pérdida de información que ello supone para la gestión del territorio a escala regional. Igualmente, el periodo de análisis de la información la cual corresponde a imágenes del periodo 2005-2009, presentando cambios importantes en algunos sectores de pais de mayor dinámica.

VALOR DE PONDERACIÓN DEL CRITERIO

Según ejercicio del Proceso Analítico Jerárquico el peso de la variable es de 0.054.

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

Metodológicamente el proceso realizado consiste en realizar una "intersección" entre la capa de coberturas de CORINE Land Cover y la capa de biomas del mapa nacional de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. Como se mencionó anteriormente, cada una de las unidades de la cobertura de la tierra fue reclasificada en A1, A2, A3 o N1, dicha reclasificación depende del 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), no es viable el establecimiento de plantaciones forestales comerciales.

Para la reclasificación de las unidades de cobertura de la tierra, se tomaron en cuenta los diferentes niveles jerárquicos de la leyenda: el primero que considera las categorías de cobertura del territorio más grandes: Superficies Artificiales, Áreas Agrícolas, Bosques y áreas seminaturales, Zonas Húmedas y Cuerpos de agua (IDEAM, 2008).

El segundo nivel, utilizado para escalas comprendidas entre 1:500.000 y 1:1.000.000, y del tercer hasta el sexto nivel, empleados para estudios a escala 1:100.000.
De forma complementaria se consideraron los biomas identificados en el mapa nacional de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia, que según el IDEAM et al (2007) corresponden a tres grandes biomas: gran bioma del desierto tropical, gran bioma del bosque seco tropical y gran bioma del bosque húmedo tropical, a su vez cada uno posee sus respectivos tipos de biomas ya sea zonobioma, orobioma o pedobioma.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Unidades de coberturas de la tierra escala 1:100.000, empleadas para la reclasificación del criterio Aptitud por cobertura

UNIDAD DE COBERTURA	GRADO DE APTITUD
1. TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS	
1.1. Zonas urbanizadas	
1.1.1 Tejido urbano continuo	N1
1.1.2 Tejido urbano discontinuo	N1
1.2.1 Zonas industriales y comerciales	N1
1.2.2 Red vial ferroviaria	N1
1.2.3 Zonas portuarias	N1
1.2.4 Aeropuertos	N1
1.2.5 Obras hidráulicas	N1
1.3.1 Zonas de extracción minera	N1
1.3.1.2 Explotación de hidrocarburos	N1
1.3.1.6 Explotación de sal	N1
1.3.2 Zonas de disposición de residuos	N1
1.4.1 Zonas verdes urbanas	N1
1.4.2 Instalaciones recreativas	N1
2. TERRITORIOS AGRÍCOLAS	
2.1. Cultivos transitorios	
2.1.1 Otros cultivos transitorios	A3



UNIDAD DE COBERTURA	GRADO DE APTITUD
2.1.2.1 Arroz	A2
2.1.2.2 Maíz	A2
2.1.3.1 Algodón	A1
2.1.4.1 Cebolla	A3
2.1.4.2 Zanahoria	A3
2.1.5.1 Papa	A3
2.2. Cultivos permanentes	
2.2.1 Cultivos permanentes herbáceos	
2.2.1.1 Otros cultivos permanentes herbáceos	A3
2.2.1.2 Caña	A2
2.2.1.2.1 Caña	A2
2.2.1.2.2 Caña	A2
2.2.1.3 Plátano y banano	A2
2.2.2 Cultivos permanentes arbustivos	
2.2.2.1 Otros cultivos permanentes arbustivos	A3
2.2.2.2 Café	A3
2.2.2.3 Cacao	A3
2.2.3 Cultivos permanentes arbóreos	

UNIDAD DE COBERTURA	GRADO DE APTITUD
2.2.3.1 Otros cultivos permanentes arbóreos	A3
2.2.3.2 Palma de aceite	A1
2.2.4 Cultivos agroforestales	A2
2.2.5 Cultivos confinados	N1
2.3. Pastos	
2.3.1 Pasto limpios	A1, A2 y A3
2.3.2 Pastos arbolados	A2 y A3
2.3.3 Pastos enmalezados	A1, A2 y A3
2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	
2.4.1 Mosaico de cultivos	A3
2.4.2 Mosaico de pastos y cultivos	A2
2.4.3 Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	A3
2.4.4 Mosaico de pastos con espacios naturales	A3
2.4.5 Mosaico de cultivos y espacios naturales	A3
3. BOSQUES Y AREAS SEMINATURALES	
3.1. Bosques	N1
3.1.1 Bosque denso	N1
3.1.1.1.1 Bosque denso alto de tierra firme	N1
3.1.1.1.2 Bosque denso alto inundable	N1
3.1.1.1.2.1 Bosque denso alto inundable heterogéneo	N1
3.1.1.1.2.3 Palmares	N1
3.1.1.2.1 Bosque denso bajo de tierra firme	N1
3.1.1.2.2 Bosque denso bajo inundable	N1
3.1.2 Bosque abierto	N1
3.1.2.1.1 Bosque abierto alto de tierra firme	N1
3.1.2.1.2 Bosque abierto alto inundable	N1
3.1.2.2.1 Bosque abierto bajo de tierra firme	N1
3.1.2.2.2 Bosque abierto bajo inundable	N1
3.1.3 Bosque fragmentado	N1
3.1.3.1 Bosque fragmentado con pastos y cultivos	N1
3.1.3.2 Bosque fragmentado con vegetación secundaria	N1
3.1.4 Bosque de galería y ripario	N1
3.1.5 Plantación forestal	A1, A3
3.1.5.2 Plantación de latifoliadas	A1
3.2. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	
3.2.1.1 Herbazal denso	
3.2.1.1.1 Herbazal denso de tierra firme	A3, N1
3.2.1.1.1.1 Herbazal denso de tierra firme no arbolado	A2, A3, N1

UNIDAD DE COBERTURA	N1GRADO DE APTITUD
3.2.1.1.1.2 Herbazal denso de tierra firme arbolado	A3, N1
3.2.1.1.1.3 Herbazal denso de tierra firme con arbustos	A3, N1
3.2.1.1.2 Herbazal denso inundable	N1
3.2.1.1.2.1 Herbazal denso inundable no arbolado	N1
3.2.1.1.2.2 Herbazal denso inundable arbolado	N1
3.2.1.1 Herbazal denso	
3.2.1.2.1 Herbazal abierto arenoso	N1
3.2.1.2.2 Herbazal abierto rocoso	N1
3.2.2.1 Arbustal denso	N1
3.2.2.2 Arbustal abierto	N1
3.2.2.2.1 Arbustal abierto esclerofilo	N1
3.2.2.2.2 Arbustal abierto mesofilo	N1
3.2.3 Vegetación secundaria o en transición	A3, N1
3.2.3.1 Vegetación secundaria alta	N1
3.2.3.2 Vegetación secundaria baja	A3, N1
3.3. Áreas abiertas, sin o con poca vegetación	
3.3.1 Zonas arenosas naturales	N1
3.3.1.1 Playas	N1
3.3.1.2 Arenales	N1
3.3.1.3 Campos de dunas	N1
3.3.2 Afloramientos rocosos	N1
3.3.3 Tierras desnudas y degradadas	N1
3.3.4 Zonas quemadas	A3, N1
3.3.5 Zonas glaciares y nivales	N1
4. AREAS HUMEDAS	
4.1. Áreas húmedas continentales	
4.1.1 Zonas pantanosas	N1
4.1.2 Turberas	N1
4.1.3 Vegetación acuática sobre cuerpos de agua	N1
4.2. Áreas húmedas costeras	
4.2.1 Pantanos costeros	N1
4.2.2 Salitral	N1
4.2.3 Sedimentos expuestos en baja mar	N1
5. SUPERFICIES DE AGUA	
5.1. Aguas continentales	N1
5.1.1 Ríos	N1
5.1.2 Lagunas, lagos y ciénagas naturales	N1
5.1.3 Canales	N1

UNIDAD DE COBERTURA	N1GRADO DE APTITUD
5.1.4 Cuerpos de agua artificiales	N1
5.1.4.1 Embalses	N1
5.1.4.2 Lagunas de oxidación	N1
5.1.4.3 Estanques para acuicultura continental	N1
5.1. Aguas marítimas	
5.2.1 Lagunas costeras	N1
5.2.2 Mares y océanos	N1
5.2.3 Estanques para acuicultura marina	N1



DESCRIPCIÓN DEL RESULTADO

Una vez espacializado el criterio, se estableció que solamente el 15% del país se encuentra en aptitud A1, mientras que más del 64% es incompatible con la actividad forestal. La siguiente tabla muestra la distribución de áreas de acuerdo con la aptitud de las coberturas antrópicas para la actividad forestal comercial.

Distribución de áreas de acuerdo a la aptitud de las coberturas antrópicas para la actividad forestal comercial.

Código	Descripción	Área (ha.)
A1	Aptitud alta para actividad forestal comercial	7.722.896
A2	Aptitud media para actividad forestal comercial	7.839.983
A3	Aptitud baja para actividad forestal comercial	23.202.701
N1	No apto para actividad forestal comercial	75.353.336



La mayor parte de las áreas aptas para la actividad forestal comercial se localizan en la región Andina y en el Caribe, mientras que las áreas con aptitud baja se localizan en la Orinoquía colombiana. Se observa que la aptitud media no tiene un área representativa, por el contrario esta diseminada por todo el país. Las áreas no aptas para la actividad forestal se localizan principalmente en la Amazorinoquía, el Pacífico Colombiano y la Guajira.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- AGUILERA, I. MONTEAGUDO, S. Et al. 2007. Madrid, España, 2007 [citado octubre 21, 2013]. El nivel 3 de la nomenclatura Corine y la pérdida de representatividad de algunas clases importantes en el CLC06 de la C.A. Aragón. Disponible en http://www.aet.org.es/congresos/xiii/cal99.pdf
- IDEAM, 2010. Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá, D. C., 72p
- IDEAM, IGAC, IAvH, Invemar, I. Sinchi e IIAP. 2007. 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 John 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.

ZONIFICACIÓN PARA PLANTACIONES FORESTALES CON FINES COMERCIALES



Criterio: Aptitud por coberturas antropicas

TIPO DE UTILIZACIÓN FORESTAL (TUF)	Plantaciones Forestales Comerciales
COMPONENTE	Socioecosistémico
CRITERIO	Integridad Ecológica (IE)
TIPO DE CRITERIO	Variable de ponderación

DEFINICIÓN

La integridad ecológica es la capacidad de un sistema ecológico de soportar y mantener una comunidad de organismos, cuya composición de especies, diversidad y organización funcional son comparables con los hábitats naturales dentro de una región particular.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

La integridad ecológica aproxima el estado de conservación de un área determinada, permite establecer el grado de salud y naturalidad de los ecosistemas o paisajes, y por tanto su vocación como área de conservación, su orientación hacia la restauración, o por el contrario, su vocación hacia la producción comercial.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

La mayor parte de la información disponible da cuenta de criterios estructurales

VALOR DE PONDERACIÓN DEL CRITERIO:

0,03

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

Corresponde a una elaboración propia de este trabajo, a partir del componente estructural de los ecosistemas debido a la disponibilidad de información. Para la escala de trabajo 1:100.000 a nivel nacional, se escogieron los siguientes indicadores como medida de la salud de los ecosistemas o estado de conservación:

- Conectividad estructural de las coberturas naturales (CECN)
- Índice de Naturalidad por subzonas hidrográficas (INAT)
- Áreas de concentración de especies sensibles en el territorio (ACES)

$$IE = a(CECN) + b(\%NAT) + c(ACES)$$

La IE varía inversamente proporcional con la aptitud forestal comercial, de tal modo que entre mayor IE, la actividad de reforestación comercial es una actividad menos compatible, toda vez que el proceso productivo, y en especial la fase de extracción constituye una alteración que pone en riesgo la integridad en ecosistemas que se deseen conservar.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Se establecerán los siguientes rangos de IE, que se relacionan con la aptitud para la reforestación comercial:

Descripción	Código
Integridad ecológica muy baja	A1
Integridad ecológica baja y moderada	A2
Integridad ecológica alta	A3
Integridad ecológica muy alta	N1
N/A	N2

DESCRIPCIÓN DEL RESULTADO

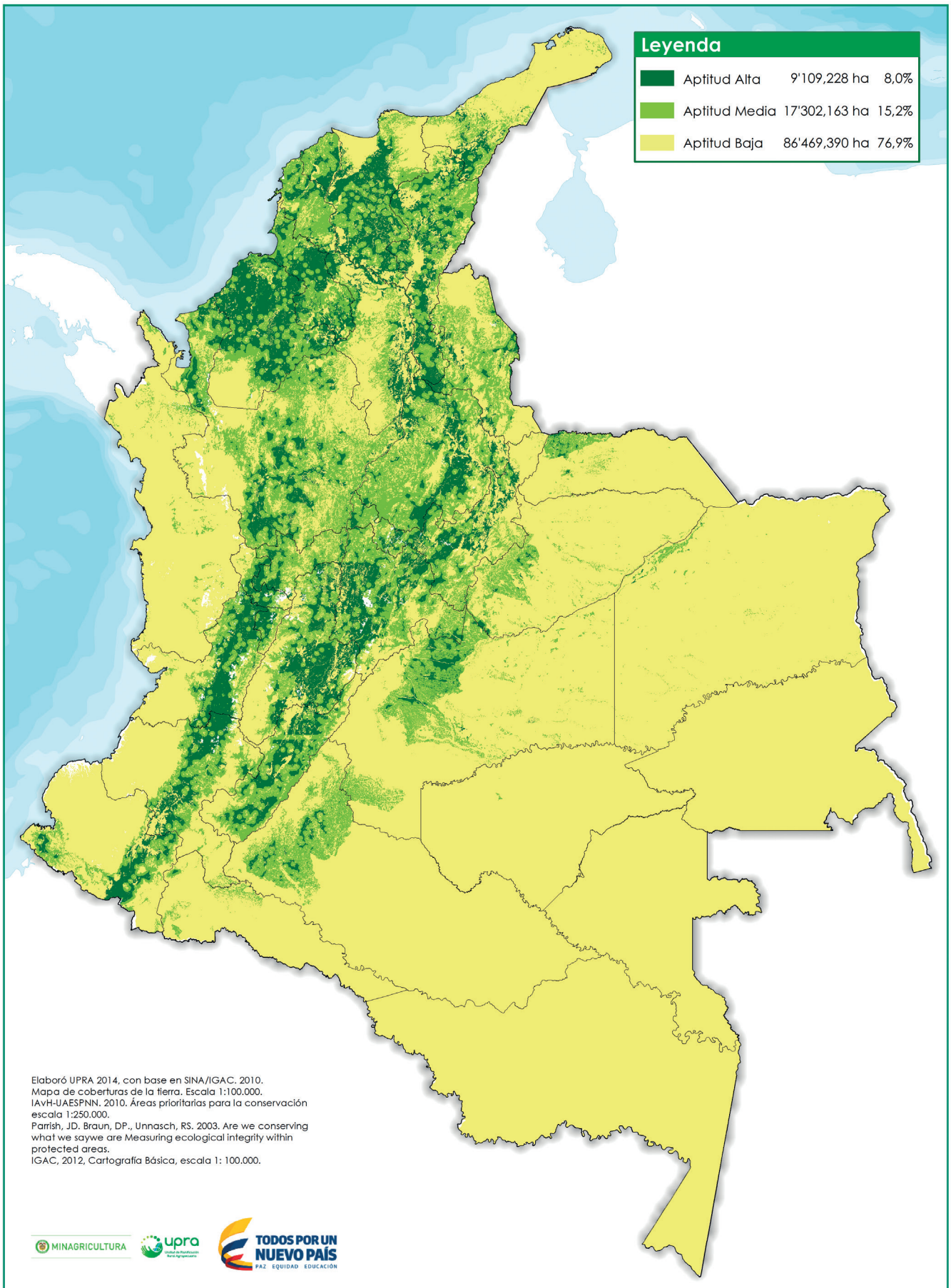
Se identifican tres grandes bloques con moderada y baja IE, en los valles interandinos de los ríos Magdalena y Cauca, en la altillanura orinocense y en las sabanas de la región Caribe, las cuales determinan las áreas de mayor aptitud (zonas de aptitud A1 y A2) para reforestación comercial y establecimiento de grandes núcleos forestales.

Por su parte, las áreas de mayor Integridad Ecológica están en el Chocó biogeográfico, la Amazonia, la llanura estacional inundable orinocense y las partes altas de las montañas, donde se encuentran las coberturas naturales, las áreas más conectadas, los municipios con mayor índice de naturalidad, y el mayor número de áreas de áreas con concentración de especies sensibles, por lo que de acuerdo con este criterio, la aptitud para reforestación comercial ha de ser baja.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- IDEAM. et. al. 2012. Mapa de coberturas de la tierra 2005-2009. Escala 1:100.000
- DANE. Mapa de división político administrativa de Colombia
- IAvH, UAESPNN. 2010. Áreas prioritarias para la conservación. Escala 1:250.000
- Parrish, 2007, Mackey s.f.; cabildo Verde, s.f. Documento de conceptualización.





Criterio: Integridad Ecológica (IE)

TIPO DE UTILIZACIÓN FORESTAL (TUF)	Plantaciones Forestales Comerciales
COMPONENTE	Socioecosistémico
CRITERIO	Amenazas de incendios de la cobertura vegetal
TIPO DE CRITERIO	Criterio de ponderación

DEFINICIÓN

El peligro de ocurrencia de incendios se refiere a la existencia de condiciones ambientales y combustibles, favorables para el inicio y desarrollo de un incendio, tales como temperatura elevada, humedad relativa baja, sequía, velocidad del viento alta, entre otros.

Este criterio permite medir la probabilidad que un área cualquiera se vea afectada por un incendio de la cobertura vegetal y como puede esta posibilidad afectar en mayor o en menor medida el desarrollo de plantaciones forestales.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

Entre los riesgos que de forma recurrente sufren los entornos naturales y antrópicos se destacan los derivados de los incendios de la cobertura vegetal, los cuales en su mayor parte presentan un origen antrópico y su recurrencia además de poner en grave peligro a personas y bienes, puede afectar gravemente a la cobertura vegetal provocando efectos indeseables como la pérdida de biodiversidad, la erosión de suelos, severos procesos de desertificación, merma de recursos hídricos, colmatación de embalses e inundaciones, entre otros (IDEAM – CONIF, 2009). En Colombia, las áreas boscosas, en determinadas épocas del año son altamente vulnerables a la ocurrencia de incendios forestales, razón por la cual, se deben identificar las áreas de mayor riesgo, con el fin de medir la probabilidad de que una futura plantación forestal comercial se vea afectada por estos eventos.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

La principal limitante es la escala del mapa, la cual es 1:500.000. Por tanto la información cartográfica pierde exactitud debido al tamaño de los pixeles.

VALOR DE PONDERACIÓN DEL CRITERIO

0.011

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

El criterio Amenaza de incendios de la cobertura vegetal se construyó con base en el mapa total de incendios de la cobertura vegetal, el cual relaciona variables como cobertura vegetal, precipitación, temperatura, vientos, incidencia de incendios de la cobertura vegetal, pendientes, brillo solar y la susceptibilidad de la cobertura vegetal. Este mapa tiene por objeto identificar el grado de amenaza por incendios de la cobertura vegetal que posee el país (IDEAM – CONIF, 2009).

Entendiendo como amenaza total de incendios de la cobertura vegetal el peligro latente que representa la posible manifestación de este tipo de fenómenos, esta amenaza se expresa como la probabilidad de que un evento de este tipo se presente con una cierta intensidad, en un sitio específico y en un tiempo determinado. Las categorías expresan el grado de amenaza al que están expuestas los diferentes tipos de cobertura vegetal presentes en Colombia (IDEAM – CONIF, 2009): Muy Baja, Baja, Moderada, Alta y Muy Alta.

Este criterio considera que ninguna zona del país tiene baja aptitud o es excluyente, ya que la amenaza de incendios de la cobertura vegetal, puede mantenerse bajo control siguiendo las medidas técnicas adecuadas, las cuales deben estar planteadas en los Planes de Establecimiento y Manejo Forestal en el caso del que el propietario de la plantación sea un beneficiario del CIF. En el caso de las grandes empresas reforestadoras, estas cuentan con planes de prevención, control y mitigación de incendios de la cobertura vegetal.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Categoría amenaza	Código	Descripción
Muy Baja	A1	Apto para actividad forestal comercial
Baja		Apto para actividad forestal comercial
Moderada		Apto para actividad forestal comercial
Alta	A2	Moderadamente apto para actividad forestal comercial
Muy Alta		Moderadamente apto para actividad forestal comercial

DESCRIPCIÓN DEL RESULTADO

Se encontró que el país tiene 90.983.575 ha aptas para la actividad forestal comercial frente a la amenaza de incendios (A1) y 22.622.925 ha con aptitud media (A2).

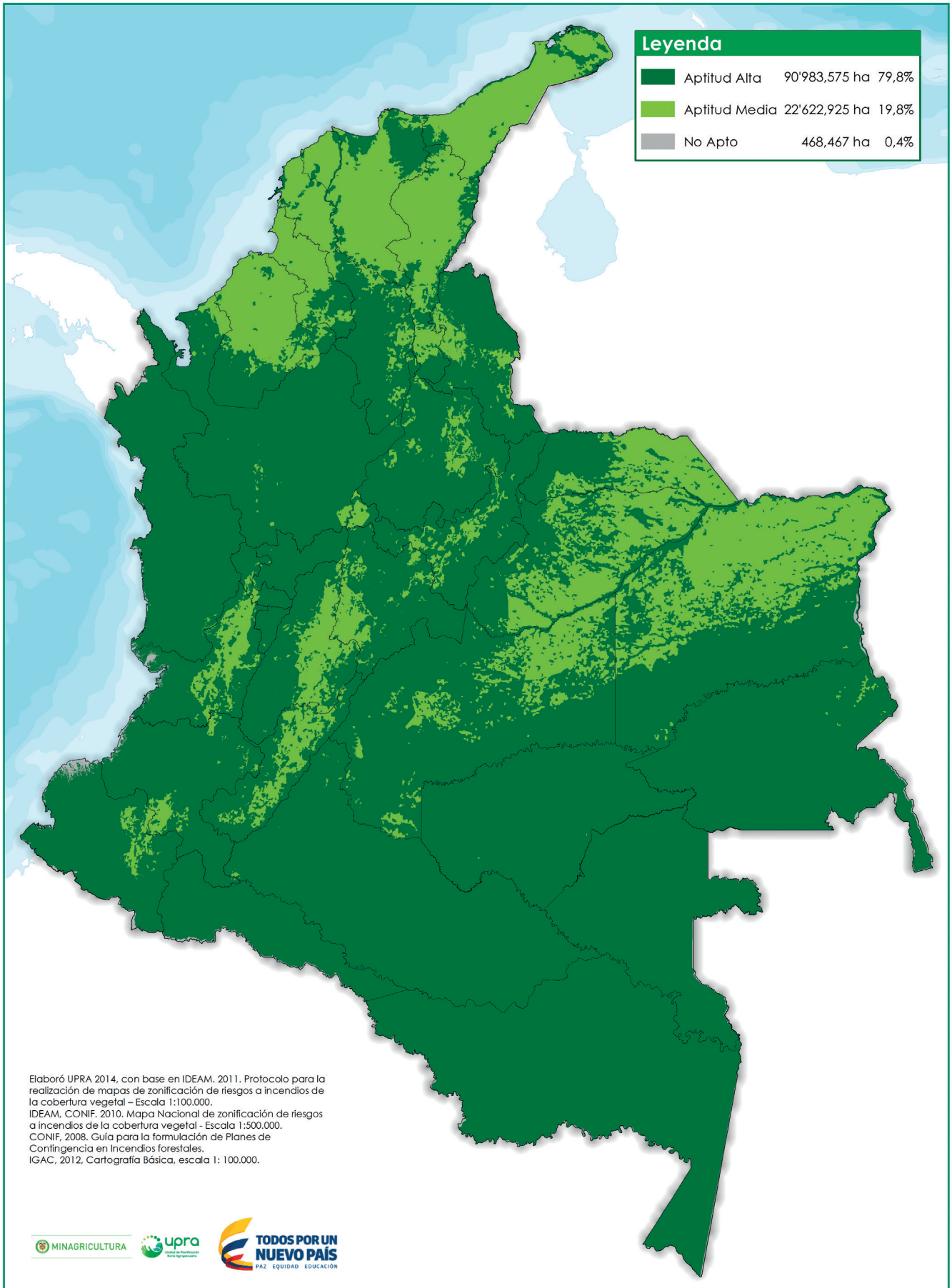
Gran parte del área de Huila, Tolima, Valle del Cauca, Arauca, Casanare, Vichada y en menor proporción en el Meta, así como la mayor parte de la región Caribe, están localizados en áreas de aptitud A2. La mayor parte del área de Antioquia, Caldas, Chocó, Cauca, Putumayo, Caquetá, Amazonas, Vaupés, Guaviare, Guainía y Santander, se ubican en áreas de aptitud A1.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- IDEAM. 2011. Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal - Escala 1:100.000 Bogotá, D. C. 109 pág.
- IDEAM, CONIF. 2010. Mapa Nacional de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal - Escala 1:500.000 Bogotá, D. C.
- CONIF, 2008. Guía para la formulación de Planes de Contingencia en Incendios forestales.



ZONIFICACIÓN PARA PLANTACIONES FORESTALES CON FINES COMERCIALES



Elaboró UPRA 2014, con base en IDEAM. 2011. Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal – Escala 1:100.000.
IDEAM, CONIF. 2010. Mapa Nacional de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal - Escala 1:500.000.
CONIF, 2008. Guía para la formulación de Planes de Contingencia en Incendios forestales.
IGAC, 2012, Cartografía Básica, escala 1: 100.000.

MINAGRICULTURA upra TODOS POR UN NUEVO PAÍS PAZ EQUIDAD EDUCACIÓN

Criterio: Amenazas de incendios de la cobertura vegetal

TIPO DE UTILIZACIÓN FORESTAL (TUF)	Plantaciones Forestales Comerciales
COMPONENTE	Socioecosistémico
CRITERIO	Ecosistemas estratégicos
TIPO DE CRITERIO	Exclusión técnica

DEFINICIÓN

Los ecosistemas estratégicos son aquellos que juegan un papel fundamental en el sostenimiento vital de los procesos naturales, sociales, económicos, ecológicos o de otra índole, como por ejemplo las fuentes de agua o alimentos. La utilidad de los diferentes ecosistemas, y por ende su carácter como ecosistema estratégico, se basa en que proveen ciertos servicios indispensables para la vida.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

Los ecosistemas estratégicos constituyen la muestra mínima vital de cada ecosistema, que de acuerdo con Márquez (2003) permite garantizar la prestación de los servicios ecosistémicos para sostener los procesos vitales en una unidad territorial, por tanto deben considerarse irreemplazables.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

Los ecosistemas estratégicos muestran una marcada dependencia respecto a la demanda de servicios ecosistémicos, que varía en función de la densidad poblacional, por lo cual varían sensiblemente a través del tiempo en función de la presión del hombre.

Algunos indicadores como las zonas óptimas para cultivos presentan cartografía en escala 1:500.000, y otros, como la densidad poblacional, se presentan en escala territorial municipal, lo que constituye una generalización importante.

No se obtuvo información cartográfica de las áreas de recarga de acuíferos, por lo cual se requiere complementar este criterio de exclusión técnica.

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

El carácter de estratégico representa una relación entre la oferta y la demanda de bienes y servicios ambientales. Por tanto, a partir de la información disponible, se planteó la utilización del mapa de oferta ambiental, así como las coberturas de páramos, subpáramos, nacimientos de agua, zonas de recarga de acuíferos, rondas hídricas, bosques, humedales y sabanas, áreas de provisión alimenticia, en contraste con la densidad poblacional municipal.

ESTRAT = *f* ((oferta ambiental, coberturas, nacimientos, rondas) /densidad poblacional municipal)

Algunos de los atributos constitutivos de este criterio (rondas y áreas de recarga) se consideraron dentro de las máscaras de exclusiones normativas, por lo cual no fueron tenidas en cuenta.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Por considerarse una variable de exclusión técnica, los valores de aptitud corresponden a áreas no estratégicas (A1) y áreas estratégicas (N1).

Descripción	Código
Áreas no estratégicas	A1
N/A	A2
N/A	A3
Ecosistemas estratégicos: páramos, subpáramos, nacimientos de agua, zonas de recarga de acuíferos, rondas hídricas, bosques, humedales y sabanas, áreas de provisión alimenticia	N1
N/A	N2

PRINCIPALES RESULTADOS

Se excluyen las áreas correspondiente a la franjas de páramo en las tres cordilleras y la Sierra Nevada de Santa Marta, los bosques de galería de la Orinoquía y Amazonía, así como los humedales y meandros de la región Pacífica y el Urabá antioqueño.

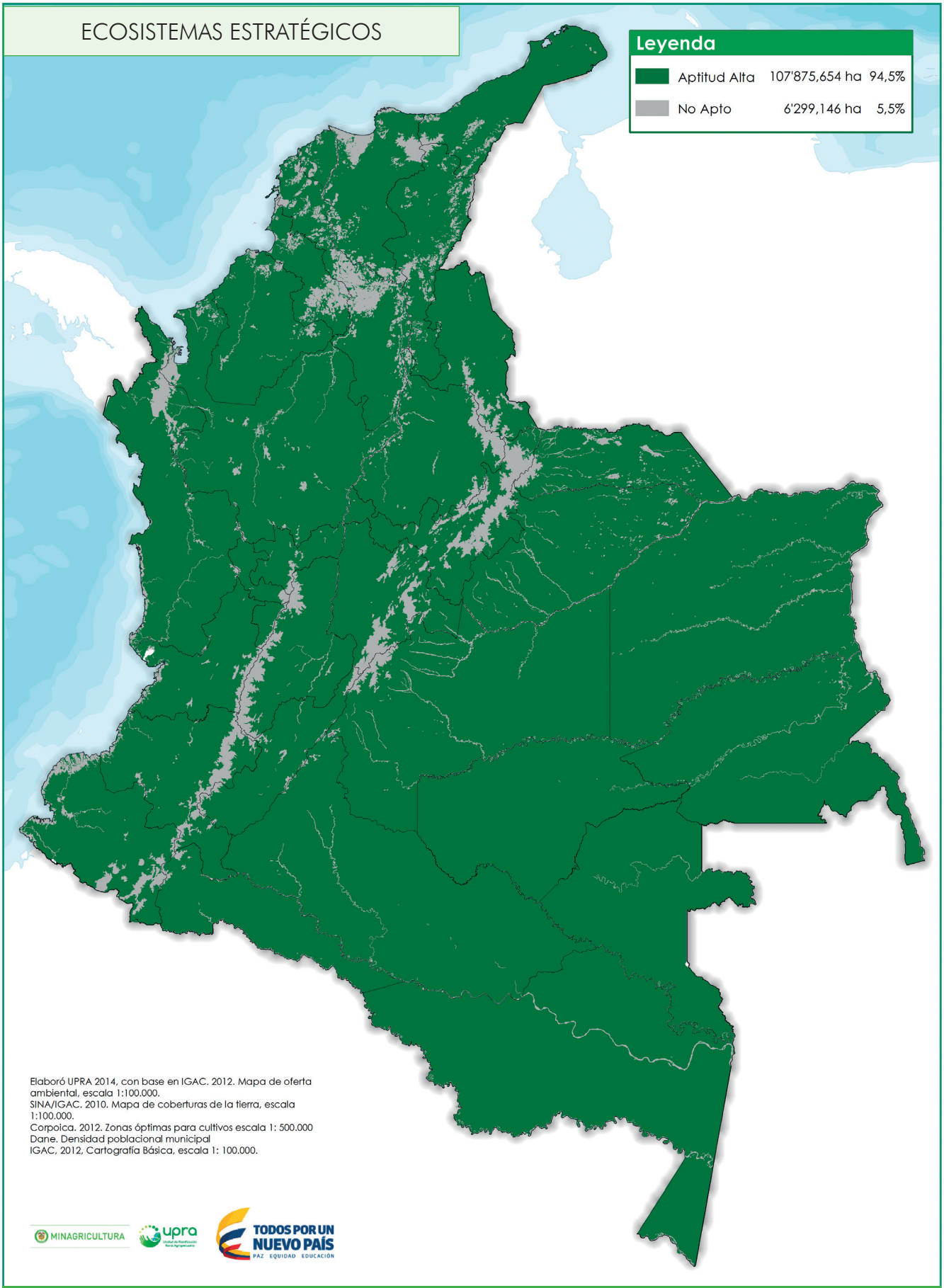
FUENTES DE INFORMACIÓN

Elaboración propia, a partir de la siguiente información:

- IGAC. 2012. Mapa de oferta ambiental. Escala 1:100.000
- IDEAM. et. al. 2012. Mapa de coberturas de la tierra 2005-2009. Escala 1:100.000
- Corpoica. 2012. Zonas óptimas para cultivos Escala 1: 500.000
- Dane. Densidad poblacional municipal



ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS



Elaboró UPRA 2014, con base en IGAC. 2012. Mapa de oferta ambiental, escala 1:100.000.
SINA/IGAC. 2010. Mapa de coberturas de la tierra, escala 1:100.000.
Corpoica. 2012. Zonas óptimas para cultivos escala 1: 500.000
Dane. Densidad poblacional municipal
IGAC, 2012, Cartografía Básica, escala 1: 100.000.

MINAGRICULTURA upra TODOS POR UN NUEVO PAÍS PAZ EQUIDAD EDUCACIÓN

Criterio: Ecosistemas estratégicos

TIPO DE UTILIZACIÓN FORESTAL (TUF)	Plantaciones Forestales Comerciales
COMPONENTE	Socioecosistémico
CRITERIO	Áreas protegidas del SINAP
TIPO DE CRITERIO	Exclusión normativa

DEFINICIÓN

Las áreas protegidas del SINAP constituyen el elemento central que contribuye a los objetivos de conservación de la biodiversidad en el país.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

Para los propósitos de la zonificación de la reforestación comercial, 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.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

Existen categorías de áreas protegidas, como los Distritos de Manejo Integrado, que en un nivel marginal y de acuerdo con su Plan de Manejo Ambiental permitirían la actividad de reforestación en sistemas agroforestales en la sub-zona de producción. No obstante, se requeriría la zonificación interna de cada área protegida para identificar rangos de compatibilidad marginal, la cual no está disponible, por lo que a la escala de trabajo se asigna el nivel máximo de restricción a todas las categorías de protección.

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

Corresponde a la identificación de los polígonos declarados como áreas protegidas públicas o privadas mediante registro en el RUNAP.

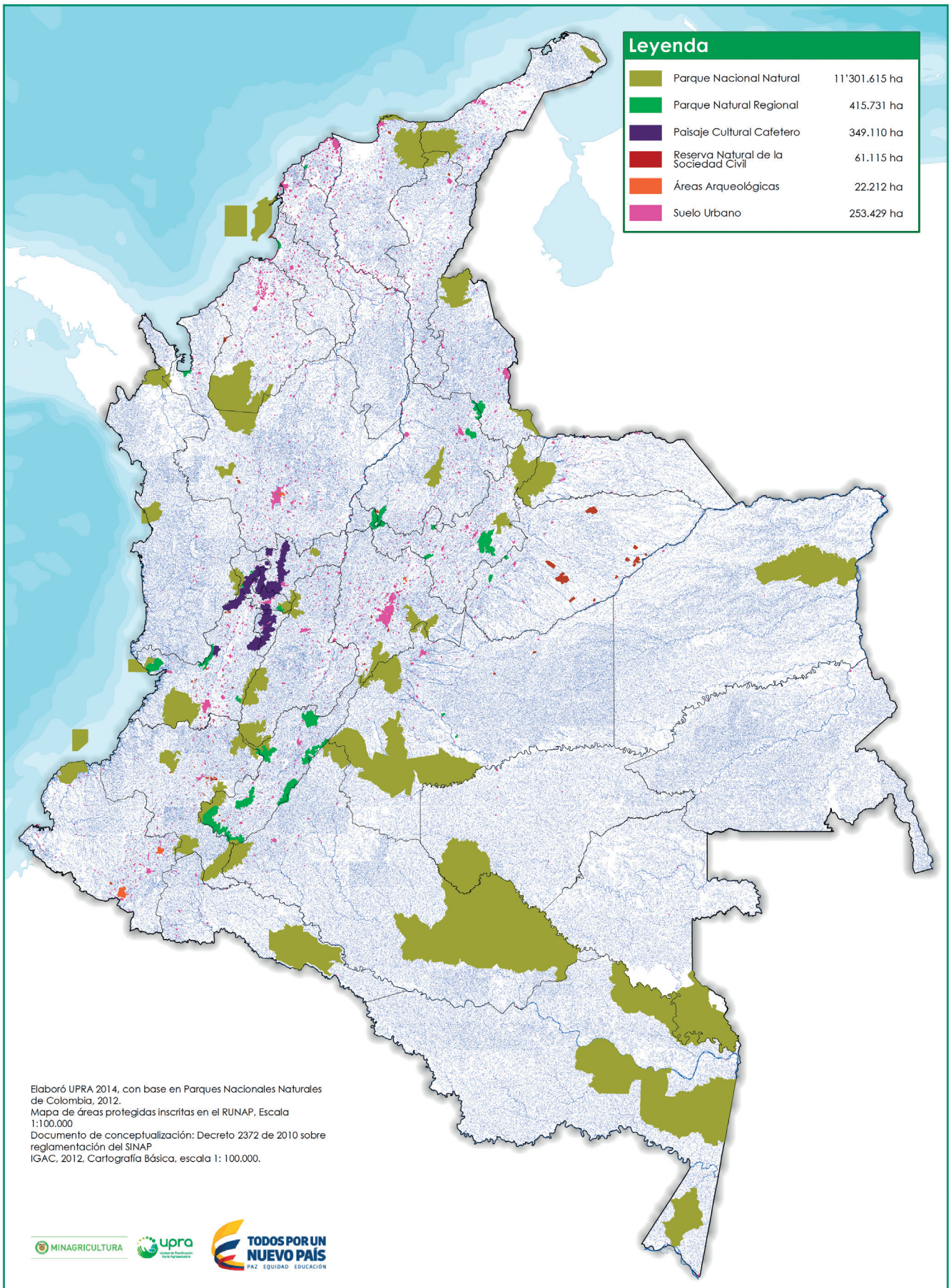
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Por tratarse de una variable de exclusión normativa, los valores de aptitud corresponden a áreas no protegidas las áreas de aptitud alta (A1) y áreas protegidas las áreas sin aptitud legal (N2).

Descripción para el TUF Forestal Comercial	Código
Áreas no protegidas del SINAP	A1
Áreas protegidas del SINAP: SPNN (Parques Nacionales Naturales, Reserva Natural, Área Natural Única, Santuarios de Fauna y Flora, Vía parque), Reservas forestales protectoras, parques naturales regionales, Distritos de Manejo Integrado, Áreas de Recreación, Distritos de Conservación de Suelos, Reservas de la Sociedad Civil	N2

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Parques Nacionales Naturales de Colombia. 2012. Mapa de áreas protegidas inscritas en el RUNAP. Escala 1:100.000
- Documento de conceptualización: Decreto 2372 de 2010 sobre reglamentación del SINAP.



Elaboró UPRA 2014, con base en Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2012.
Mapa de áreas protegidas inscritas en el RUNAP, Escala 1:100.000
Documento de conceptualización: Decreto 2372 de 2010 sobre reglamentación del SINAP
IGAC, 2012, Cartografía Básica, escala 1: 100.000.

MINAGRICULTURA upra TODOS POR UN NUEVO PAÍS PAZ EQUIDAD EDUCACIÓN

Criterio: Áreas protegidas del sinap

TIPO DE UTILIZACIÓN FORESTAL (TUF)	Plantaciones Forestales Comerciales
COMPONENTE	Socioecosistémico
CRITERIO	Reconocimientos Internacionales (RINT1)
TIPO DE CRITERIO	Exclusión normativa

DEFINICIÓN

Son áreas de humedales reconocidas internacionalmente por su importancia para la conservación de la biodiversidad de aves migratorias (Sitios Ramsar), y áreas con altas concentraciones de especies de aves en algún nivel de amenaza o endemismo (AICAS). Los sitios Ramsar están cobijados por la Ley 357 de 1997, en tanto que cerca del 50% de las 116 AICAS corresponden con áreas protegidas incluidas en el Decreto 2372 de 2010.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

Por tratarse de áreas protegidas o que representan compromisos con convenciones internacionales a las cuales se han adherido los gobiernos nacionales, representan exclusiones normativas de obligatorio cumplimiento de acuerdo con la normatividad nacional, por lo que constituyen el máximo nivel de restricción al uso.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

La cartografía de AICAS y sitios Ramsar se encuentra en escala cartográfica 1:500.000.

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

Corresponde a la identificación de los polígonos declarados como áreas de importancia internacional por la convención Ramsar, y aquellas AICAS cubiertas por áreas protegidas públicas o privadas mediante registro en el RUNAP.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Por tratarse de una variable de exclusión normativa, los valores de aptitud corresponden sin importancia internacional reconocida (A1) y áreas con importancia internacional reconocida Ramsar y AICAS que se traslapan con áreas protegidas del RUNAP (N2).

Descripción	Código
Áreas no reconocidas internacionalmente	A1
AICAS que se traslapan con APs	N2
RAMSAR: Sistema Delta Estuario del Río Magdalena, Ciénaga Grande de Santa Marta. Laguna de La Cocha, Delta del Río Baudó, Sistema Lacustre de Chingaza, Complejo de Humedales Laguna del Otún	N2

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Parques Nacionales Naturales de Colombia. 2012. Mapa de áreas protegidas inscritas en el RUNAP. Escala 1:100.000
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (antes MAVDT). 2008. Mapa de sitios Ramsar. Escala 1:500.000.
- IAvH. Sf. Mapa de AICAS. Escala 1:500.000
- Documento de conceptualización: Decreto 2372 de 2010 sobre reglamentación del SINAP, Documento de AICAS y Sitios Ramsar declaradas en Colombia, Ley 357 de 1997.

TIPO DE UTILIZACIÓN FORESTAL (TUF)	Plantaciones Forestales Comerciales
COMPONENTE	Socioecosistémico
CRITERIO	Reconocimientos Internacionales (RINT2)
TIPO DE CRITERIO	Condicionante normativa

DEFINICIÓN

Las Reservas de la Biósfera son áreas reconocidas internacionalmente como de especial importancia para la humanidad por su riqueza, singularidad e importancia ecológica. Las Reservas de la Biósfera, a pesar de tener el prestigio internacional, no están respaldadas por una figura de protección de carácter normativo, por lo que no se consideran como una exclusión.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

Por tratarse de áreas que representan compromisos con convenciones internacionales a las cuales se han adherido los gobiernos nacionales, representan condicionantes normativos pues su cumplimiento es voluntario y no tiene un soporte de acuerdo con la normatividad nacional, por lo cual no hay restricción al uso.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

La cartografía de Reservas de la Biosfera se encuentra en escala cartográfica 1:500.000.

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

Corresponde a la identificación de los polígonos declarados como áreas de importancia internacional por la convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural de la UNESCO.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Por tratarse de una variable condicionante normativa, los valores de aptitud corresponden sin importancia internacional reconocida (A1) y áreas con importancia internacional reconocida como Reservas de la Biosfera (C1).

Descripción	Código
Áreas no reconocidas internacionalmente	A1
Cinturón andino, El Tuparro, Sierra Nevada de Santa Marta Ciénaga Grande de Santa Marta Seaflower	C1

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Mapa de Reservas de la Biosfera. Fuente Invemar. Escala 1:500.000
- Documento de conceptualización: Subportal de Biodiversidad y Ecosistemas del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, www.minambiente.gov.co

TIPO DE UTILIZACIÓN FORESTAL (TUF)	Plantaciones Forestales Comerciales
COMPONENTE	Socioecosistémico
CRITERIO	Deforestación en los últimos 5 años
TIPO DE CRITERIO	Exclusión legal

DEFINICIÓN

Este criterio permite examinar el proceso de deforestación en el país (2005-2010), mediante el análisis del tipo Bosque/No Bosque; asimismo es útil para interpretar el cambio de coberturas boscosas a otros tipos de coberturas de la tierra.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

La Ley 139 de 1994, por la cual se crea el Certificado de Incentivo Forestal, establece como una de las condiciones para otorgar el Incentivo que los suelos en que se harán las nuevas plantaciones no se encuentran, ni lo han estado en los últimos cinco años, con bosques naturales, de acuerdo con los sistemas probatorios que defina el reglamento.

De acuerdo con lo anterior, se establece que para adelantar un proceso de zonificación de áreas aptas para plantaciones forestales, se deben identificar zonas que han perdido su cobertura natural (bosques) en los últimos 5 años, por tanto el criterio deforestación en los últimos 5 años cobra relevancia ya que es excluyente. Las zonas que se identifican con esta problemática deben tener un manejo especial para su restauración.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

Como limitante del criterio se encontró que solo aplica para la implementación del Decreto 139 de 1994, ya que la condicionante solo se menciona en esta norma; por tanto cualquier plantación forestal que no esté sujeta al CIF, no se vería restringida.

De otra parte se determinó que debido a las condiciones de seguridad del país, hay regiones agropecuarias que han sido abandonadas por un largo tiempo, en dichas zonas se han iniciado procesos de regeneración natural, estos casos requieren un análisis particular y local que no puede verse en la escala del presente estudio. Para tener en cuenta esta variable, es necesaria su actualización periódica para mantener la información de los cambios de la cobertura boscosa actualizada.

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

La cuantificación de la deforestación histórica en Colombia a escala nacional, realizada por el IDEAM, utiliza una leyenda de coberturas de la tierra (principalmente vegetales), constituida por 14 clases de cobertura de la Tierra y basada en la adaptación para Colombia de la leyenda de CORINE Land Cover -CLC Colombia-, en sus niveles I y II.

Para el desarrollo de la zonificación de áreas aptas para plantaciones forestales comerciales, se empleó el Mapa de cambio de coberturas Bosque/ No Bosque para el periodo 2005 -2010, Escala 1:100.000. El mapa permite identificar los siguientes ítems: Bosque Estable, No Bosque Estable, Deforestación, Regeneración y áreas sin Información. Para efectos del estudio realizado solo se tomaron en cuenta las categorías Bosque Estable y Deforestación.

Leyenda de coberturas de la Tierra utilizada para la estimación de Deforestación en Colombia

CLC Colombia			Análisis Deforestación
Nivel I	Nivel II	Nivel III	
Territorios Artificializados	Áreas urbanizadas y otras áreas astificializadas		No bosque
Territorios Agrícolas	Cultivos transitorios		No bosque
	Cultivos permanentes		No bosque
	Pastos		No bosque
	Áreas agrícolas heterogéneas (mosaicos)		No bosque
Áreas Naturales y Semi-Naturales	Bosques	Bosque natural	Bosque
		Plantación forestal	No bosque
	Áreas con vegetación herbacea y/o arbustiva	Áreas con vegetación herbácea	No bosque
		Áreas con vegetación arbustiva	No bosque
		Vegetación secunda-ria o en trancisión	No bosque
	Áreas abiertas sin o con poca vegetación	Zonas quemadas	No bosque
		Otras áreas sin vegetación	No bosque
Humedales	Vegetación acuática		No bosque
Superficies de Agua	Superficies de agua		No bosque

Fuente: Cabrera, et al. IDEAM, 2011[a]

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

El criterio DEFORESTACIÓN EN LOS ÚLTIMOS 5 AÑOS, corresponde a una exclusión de tipo técnico, por lo tanto su evaluación determinará si un área es apta o se excluye de la zonificación.

APTO	EXCLUYENTE
No Bosque	Áreas deforestadas



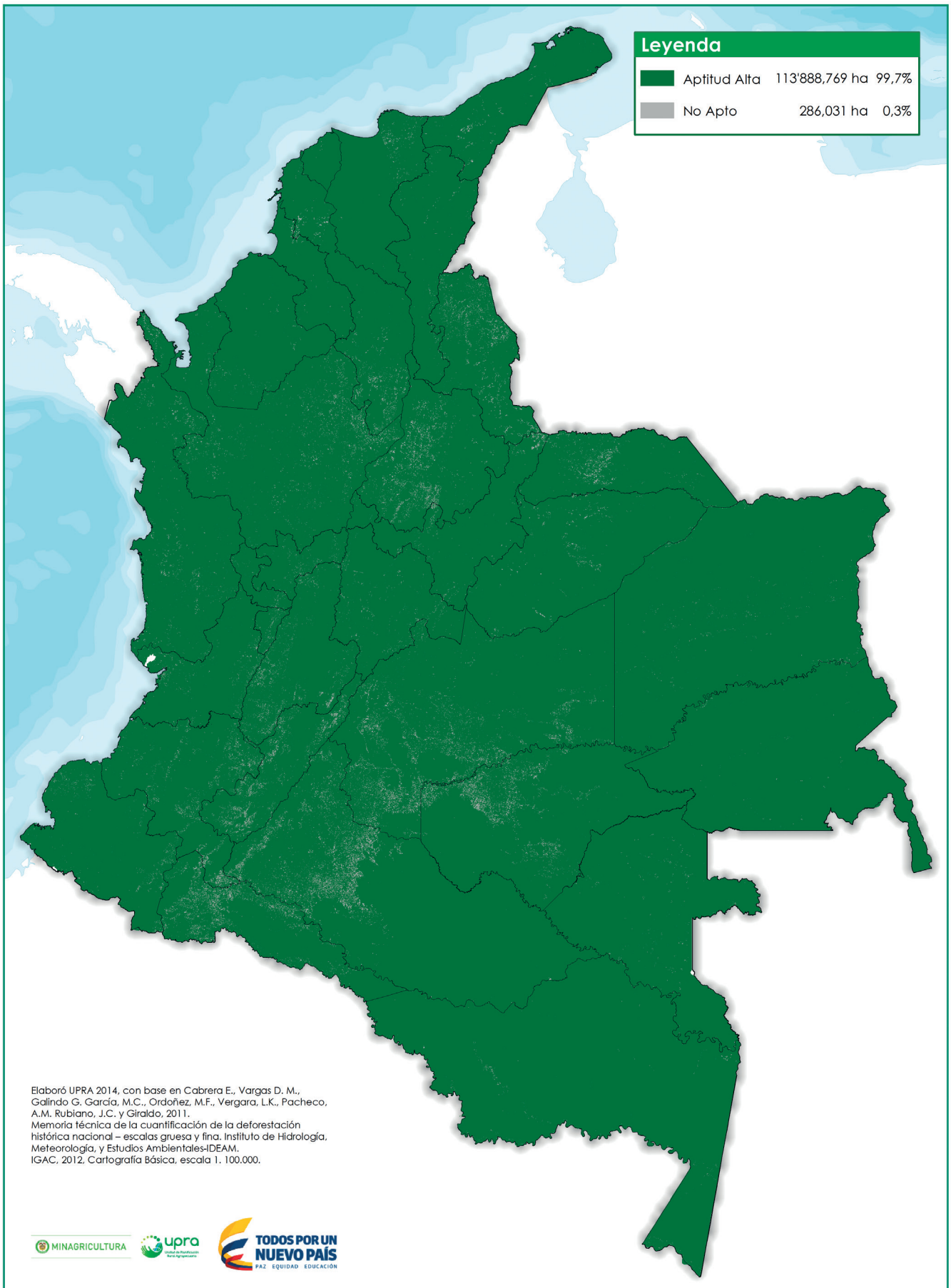
DESCRIPCIÓN DEL RESULTADO

Una vez obtenido el mapa de deforestación entre 2005-2010, el IDEAM estableció que en Colombia se han deforestado 286.031 hectáreas y que a 2010 el país contaba con 58.798.195,83 de hectáreas de Bosque Estable. El mapa muestra pequeños puntos, diseminados por todo el territorio nacional, lo que indica una tendencia hacia el deterioro de las masas boscosas existentes en el país.

La mayor parte de las áreas deforestadas en los últimos 5 años en Colombia, se localizan en Huila, Nariño, Putumayo, Meta, Tolima, Boyacá, Santander y Norte de Santander.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Cabrera E., Vargas D. M., Galindo G. García, M.C., Ordoñez, M.F., Vergara, L.K., Pacheco, A.M., Rubiano, J.C. y Giraldo, P. 2011. Memoria técnica de la cuantificación de la deforestación histórica nacional – escalas gruesa y fina. Instituto de Hidrología, Meteorología, y Estudios Ambientales-IDEAM-. Bogotá D.C., Colombia. 106 p.



Elaboró UPRA 2014, con base en Cabrera E., Vargas D. M., Galindo G. García, M.C., Ordoñez, M.F., Vergara, L.K., Pacheco, A.M. Rubiano, J.C. y Giraldo, 2011.
Memoria técnica de la cuantificación de la deforestación histórica nacional – escalas gruesa y fina. Instituto de Hidrología, Meteorología, y Estudios Ambientales-IDEAM.
IGAC, 2012. Cartografía Básica, escala 1. 100.000.

MINAGRICULTURA upra TODOS POR UN NUEVO PAÍS PAZ EQUIDAD EDUCACIÓN

Criterio: Deforestación en los últimos 5 años

ANEXO I: FICHAS METODOLÓGICAS DEL COMPONENTE SOCIOECONÓMICO

TIPO DE UTILIZACIÓN FORESTAL (TUF)	Plantaciones Forestales Comerciales
COMPONENTE	Socioeconómico
CRITERIO	Indicadores económicos
TIPO DE CRITERIO	Criterio de evaluación por rangos de aptitud

DEFINICIÓN

Constituye la dinámica en el comportamiento económico en los municipios del país generado por el Producto Interno Bruto -PIB y la irrigación de recursos de crédito forestal e incentivos CIF. Este comportamiento económico promueve la competitividad.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

El desempeño económico de un municipio constituye el entorno macroeconómico que influye en el desarrollo del negocio de las plantaciones forestales y que necesariamente conduce a la competitividad. Su inclusión dentro de la zonificación orienta al inversionista o agencias del Gobierno para la toma de decisiones regionales de política o de inversión. La aptitud competitiva es directamente proporcional al desempeño económico.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

Como la competitividad regional de plantaciones forestales con fines comerciales es multidimensional, esta categoría solo aporta la dimensión de desempeño económico, criterio que debe ser complementado con otras variables (sociales, infraestructura, etc.) para que se pueda tener una base integral de la competitividad.

VALOR DE PONDERACIÓN DEL CRITERIO:

0.023

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

La medición y espacialización del criterio contempló el análisis de tres variables: Producto interno bruto, valor promedio anual en millones de pesos de los créditos otorgados al sector forestal y un Índice compuesto determinado a partir de tres variables i) valor en millones de pesos, ii) hectáreas y iii) cantidad CIF 2008 a 2012.

El peso relativo que representa el PIB de cada uno de los municipios dentro de su departamento está dado por el DANE que relaciona 7 grupos de municipios que componen el grado de importancia municipal, con los cuales a su vez, se agrupan los índices de competitividad. Inicialmente se clasificaron las variables que componen el criterio considerando la aptitud competitiva (A1, A2 y A3) y asignándoles un valor de 1 a 3. Por ejemplo A1 = 1, A2 = 2 y A3 = 3 o viceversa dependiendo de la interpretación de la variable. El anterior procedimiento fue realizado con base en el criterio del experto y con un análisis de consistencia lógica y consistencia espacial de los resultados. Por ejemplo Bogotá D.C. debe tener el PIB municipal más alto del país y debe estar en aptitud A1. Posteriormente, se efectuó la suma de cada una de las variables, asignando unos rangos de competitividad del criterio establecidos por el especialista para obtener la aptitud competitiva de cada municipio.

Variables	Aptitud Competitiva			
	Indicador usado para medir competitividad	A1	A2	A3
Producto Interno Bruto municipal 2012, según grado de importancia económica municipal (millones de $)	Índice de competitividad (IC) con rangos entre 1 y 7. Se agrupa según grado de importancia económica que de acuerdo a DANE comprende los rangos de 1 a 7.	IC de los municipios agrupados en grados de importancia 1 y 2	IC de los municipios agrupados en grados de importancia 3 y 4	IC de los municipios agrupados en grados de importancia 5, 6 y 7
Valor promedio anual en millones de pesos 2008 a 2012 de los créditos otorgados al sector forestal	Índice de competitividad con rangos entre 1 y 0.	Créditos mayores a 250 millones con índices >= 0,10)	Créditos menores a 10 millones con índices menores o iguales a 0,0025	Municipios que no registran créditos porque no se han otorgado
Índice compuesto determinado a partir de tres variables i) valor en millones de pesos, ii) hectáreas y iii) cantidad CIF 2008 a 2012		Se reclasifican las aptitudes competitivas (A1, A2 y A3) de las tres variables, asignándoles valores entre 1 y 3 y posteriormente se suman. Índice con valores >=8	Se reclasifican las aptitudes competitivas (A1, A2 y A3) de las tres variables, asignándoles valores entre 1 y 3 y posteriormente se suman. Índice con valores entre 4 y 7	Se reclasifican las aptitudes competitivas (A1, A2 y A3) de las tres variables, asignándoles valores entre 1 y 3, y posteriormente se suman. Índice con valores <=3. Se incluyen también municipios que no registran CIF porque no se han otorgado.
CRITERIO Indicadores Económicos	Índice de competitividad con rangos entre 1 y 0	Se reclasifican las aptitudes competitivas (A1, A2 y A3) de las variables, asignándoles valores entre 1 y 3, para luego sumarlas y obtener un valor >=6	Se reclasifican las aptitudes competitivas (A1, A2 y A3) de las variables, asignándoles valores entre 1 y 3, para luego sumarlas y obtener valores entre 4 y 5	Se reclasifican las aptitudes competitivas (A1, A2 y A3) de las variables, asignándoles valores entre 1 y 3, para luego sumarlas y obtener valores <=3

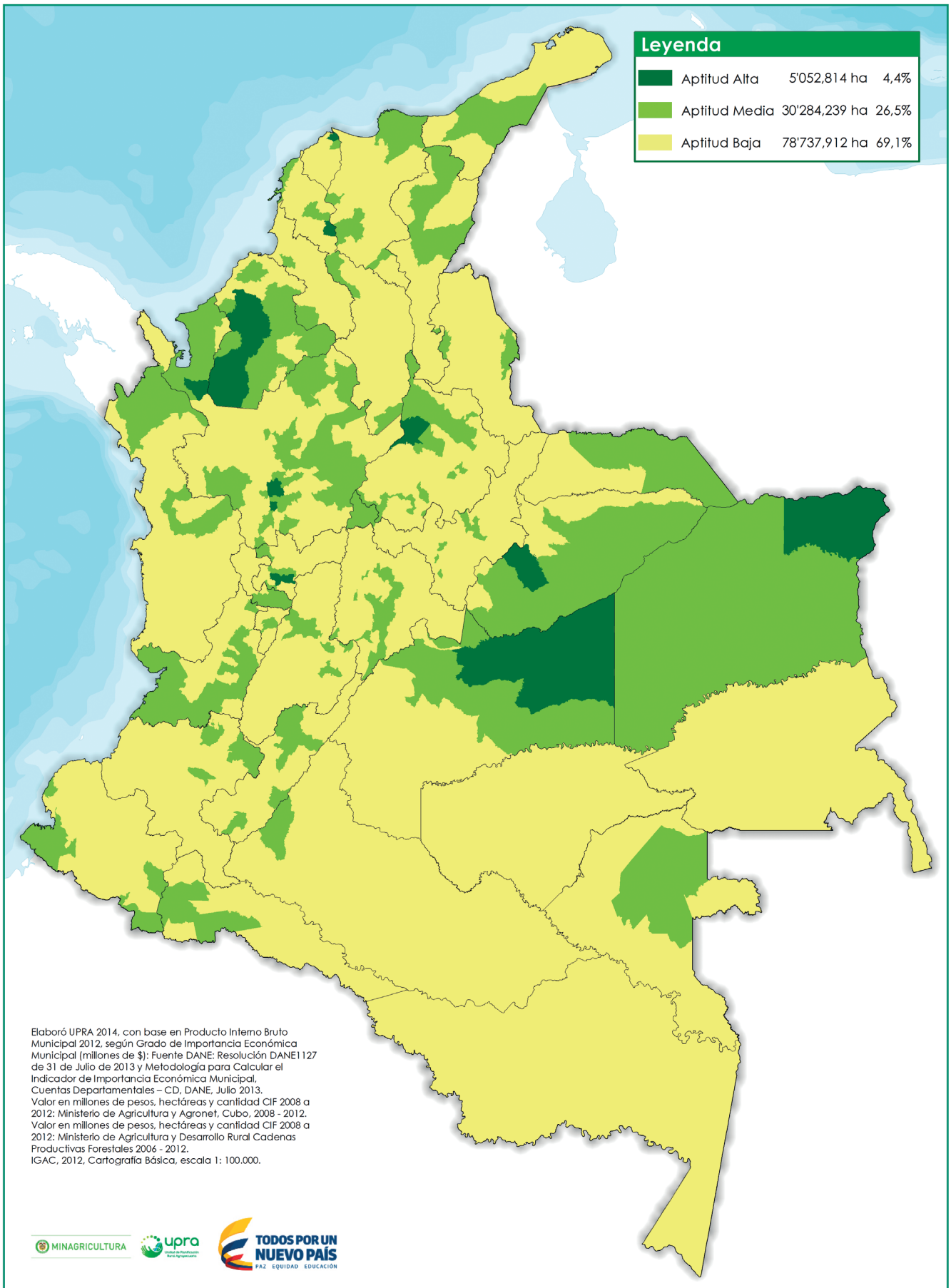


DESCRICPIÓN DEL RESULTADO

El 93% de los municipios registran valores bajos de competitividad respecto al PIB, al encontrarse en las categorías 5, 6 y 7, siendo los municipios de los departamentos de Vaupés y Guainía los de menos valor, mientras que Bogotá, Medellín, Cali, Cartagena, Barrancabermeja, Barranquilla, Bucaramanga, Puerto Gaitán, Villavicencio y Cúcuta son los 10 municipios con mayor competitividad dentro de la variable de PIB. El municipio de Zambrano (Bolívar) registra un valor alto en asignación de recursos de crédito, en relación con los demás municipios del país. Este municipio suma un total de $2.333 millones de pesos, en créditos otorgados. En síntesis el criterio de indicadores económicos muestra que aparte de Bogotá, La Primavera, Puerto Gaitán, Puerto López, Zambrano, Tuchín y Urrao tienen una aptitud alta.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- DANE, Julio 2013. Producto Interno Bruto Municipal 2012, según Grado de Importancia Económica Municipal (millones de $). Resolución DANE1127 de 31 de Julio de 2013 y Metodología para Calcular el Indicador de Importancia Económica Municipal, Cuentas Departamentales – CD, DANE, Julio 2013.
- Valor en millones de pesos, hectáreas y cantidad CIF 2008 a 2012: Ministerio de Agricultura y Agronet, Cubo, 2008 - 2012.
- Valor en millones de pesos, hectáreas y cantidad CIF 2008 a 2012: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural Cadenas Productivas Forestales 2006 - 2012.



Elaboró UPRA 2014, con base en Producto Interno Bruto Municipal 2012, según Grado de Importancia Económica Municipal (millones de $): Fuente DANE: Resolución DANE1127 de 31 de Julio de 2013 y Metodología para Calcular el Indicador de Importancia Económica Municipal, Cuentas Departamentales – CD, DANE, Julio 2013.
Valor en millones de pesos, hectáreas y cantidad CIF 2008 a 2012: Ministerio de Agricultura y Agronet, Cubo, 2008 - 2012.
Valor en millones de pesos, hectáreas y cantidad CIF 2008 a 2012: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural Cadenas Productivas Forestales 2006 - 2012.
IGAC, 2012, Cartografía Básica, escala 1: 100.000.

MINAGRICULTURA upra TODOS POR UN NUEVO PAÍS PAZ EQUIDAD EDUCACIÓN

Criterio: Indicadores económicos

TIPO DE UTILIZACIÓN FORESTAL (TUF)	Plantaciones Forestales Comerciales
COMPONENTE	Socioeconómico
CRITERIO	Costo de Tierras Rurales
TIPO DE CRITERIO	Criterio de evaluación por rangos de aptitud

DEFINICIÓN

Consiste en la determinación del valor de los predios rurales, obtenido mediante su avaluó catastral, el cual está en función de la sumatoria de ponderaciones del precio del valor intrínseco del suelo, de los cultivos, del bosques naturales y de las mejoras construidas sobre el suelo entre otros aspectos.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

La tierra es un factor que incide en las relaciones sociales, políticas y económicas que se dan dentro una nación y el acceso a ella es determinante para cualquier actividad económica. El análisis de costo de la tierra para la Zonificación de plantaciones forestales con fines comerciales, es importante en el proceso de toma de decisiones para el inversionista, proporcionándole elementos para adelantar eventuales transacciones comerciales relacionadas con el tema en el marco de la puesta en marcha de la actividad.

En el caso del valor de la hectárea, lo deseable es acceder a predios de menor valor, de modo que se incentive la inversión.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

Para este proyecto se trabajó con la información de avalúos catastrales y no con avalúos comerciales. El avalúo catastral consiste en la determinación del valor de los predios, obtenido mediante investigación y análisis estadístico del mercado inmobiliario.

El avalúo catastral de cada predio se determinará por la adición de los avalúos parciales practicados independientemente para los terrenos y para las edificaciones en él comprendidos. (IGAC, Resolución 70/2011, Art. 8°).

En aptitud A3, se incluyen los predios de municipios donde no existe información.

VALOR DE PONDERACIÓN DEL CRITERIO

0.094



METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

El criterio se evaluó por medio de la variable Valor promedio de hectárea en el municipio (ponderada por el número de predios según rangos de tamaño), la cual se obtuvo mediante el siguiente procedimiento:

Se calcula el cociente entre el valor del avalúo y el área total de los predios. Este valor se multiplica por el número de predios de cada rango y luego se suman todos. El total se divide en el número total de predios del municipio. En otros términos:

$$\frac{1}{n}\sum_{i}\frac{Avalúo}{Área}\,n_i$$

Donde i varía de 1 al número de rangos de tamaño de cada municipio, n_i es el número de predios en el rango i, y n es el número total de predios en el municipio.

En el caso del costo de la hectárea, lo deseable es acceder a predios de menor costo, de modo que se incentive la inversión porque es competitiva.

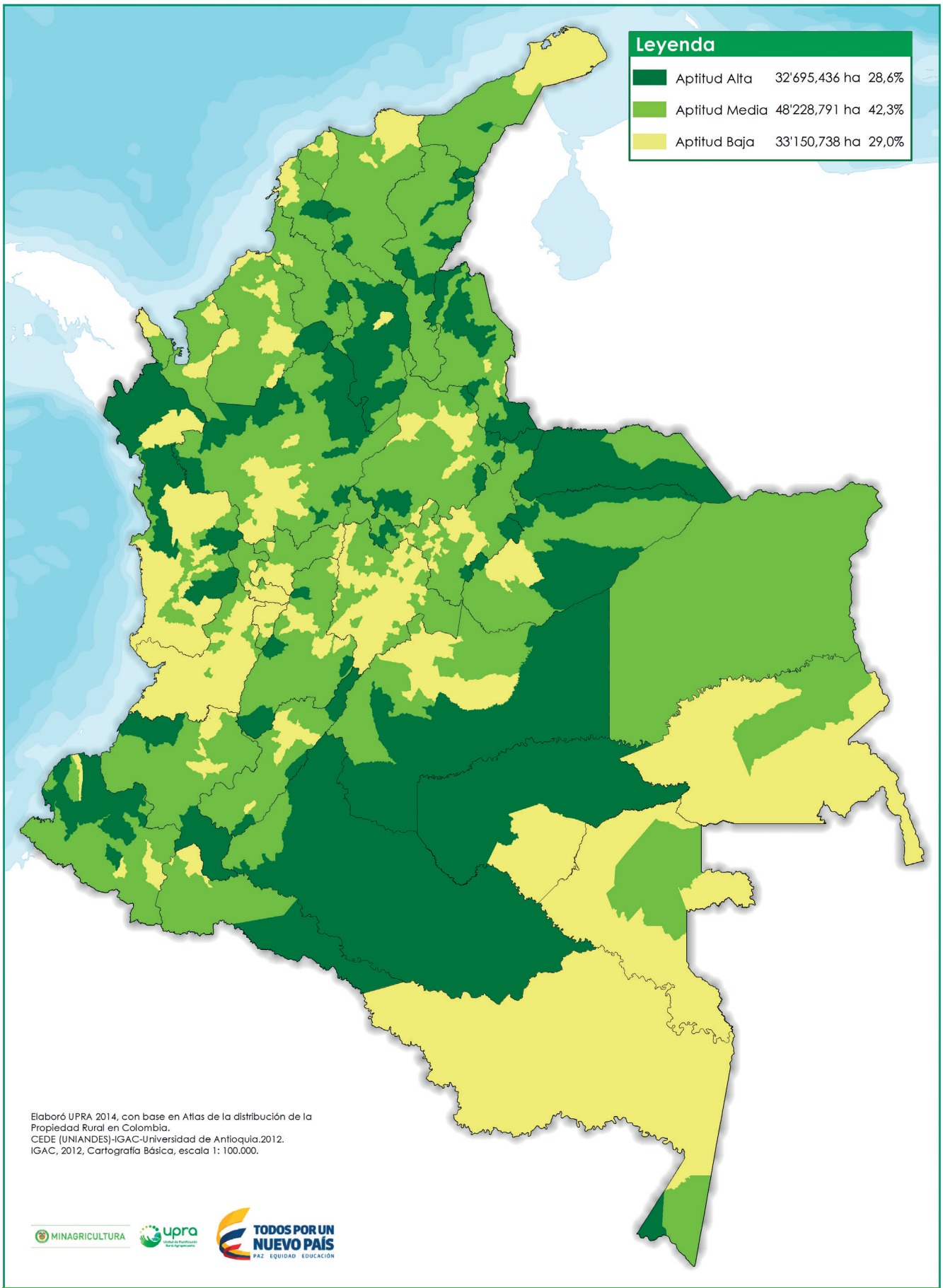


En este caso, para obtener los índices de competitividad de la variable se ordena de mayor a menor, de manera que los mayores índices de competitividad corresponden a los predios menos costosos.

En el siguiente cuadro se presenta el tratamiento metodológico del criterio Costo de Tierras Rurales.

Variable	Aptitud Competitiva			
	Indicador usado para medir competitividad	A1	A2	A3
Valor promedio de hectárea en el municipio (ponderada por el número de predios según rangos de tamaño)	Índice de Competitividad con rangos entre 1 y 0	Se incluyen los valores de los Índices de competitividad asignando valores mayores a 0,998, que corresponden a los predios menos costosos	Se incluyen los valores de los Índices de competitividad asignando valores entre 0,998 a 0,986, que corresponden a predios medianamente costosos	Se incluyen los valores de los Índices de competitividad asignando valores menores a 0,986, que corresponden a predios altamente costosos. También se incluyen los predios de municipios en los cuales el registro es cero, es decir no hay predios en circulación comercial.

ZONIFICACIÓN PARA PLANTACIONES FORESTALES CON FINES COMERCIALES



Criterio: Costo de tierras rurales



DESCRICIÓN DE RESULTADOS

Los costos por hectárea más altos del país los registran solamente cuatro municipios (0.4%): Chía ($162 millones), Envigado ($165 millones), La Estrella ($230 millones) y Cajicá ($ 258 millones), los restantes municipios (99.6%) no superan los $9 millones por hectárea, siendo las tierras menos costosas se ubican en Cravo Norte (Arauca), Vigía del Fuerte (Antioquia) y Francisco Pizarro (Nariño).

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Atlas de la distribución de la Propiedad Rural en Colombia. CEDE (UNIANDES)-IGAC-Universidad de Antioquia. 2012.

TIPO DE UTILIZACIÓN FORESTAL (TUF)	Plantaciones Forestales Comerciales
COMPONENTE	Socioeconómico
CRITERIO	Distribución y tamaño de tierras rurales
TIPO DE CRITERIO	Criterio de evaluación por rangos de aptitud

DEFINICIÓN

La distribución de los predios, es la forma como se relacionan los propietarios con los predios rurales, a través de una función de tenencia que permite establecer una estructura, identificando los rangos de tamaño de los predios y la frecuencia de propietarios en estos rangos. Dentro de los rangos se puede identificar el microfundio, el minifundio, pequeña, mediana y gran propiedad, y estructuras unimodales, bimodales o multimodales (UPRA, Proyecto de Análisis de Distribución de la Propiedad Rural, 2013).

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

El análisis de la distribución de la propiedad rural es determinante para cualquier actividad económica, ya que puede incidir en las políticas de tierras promoviendo el uso eficiente y la sostenibilidad económica, ecológica y social del territorio. Para el caso de las plantaciones forestales con fines comerciales, su análisis es importante ya que existe una relación implícita entre la estructura de la propiedad y la posibilidad de adelantar plantaciones forestales con fines comerciales, donde se considera que la oferta de predios de mayor extensión favorece el desarrollo de la actividad desde el punto de vista de la productividad, la rentabilidad y competitividad.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

No se dispone de información de tenencia de la tierra, lo que constituye un problema estructural del país para la toma de decisiones en esta temática.

La información de baldíos no se encuentra disponible en formato cartográfico, lo que imposibilita contemplar esta variable en la escala de trabajo actual. Debido a que la información más actualizada que considera rangos de tamaño de la propiedad disponible para Antioquia corresponde al año 2009, se toma éste año para todo el país, de modo que los resultados sean coherentes para los 1078 municipios de los que se dispone de información con coherencia aceptable.

VALOR DE PONDERACIÓN DEL CRITERIO

0.027

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

El criterio se evaluó por medio de las dos variables siguientes:

- Porcentaje de área de los mayores predios en el municipio
- Porcentaje del número de los mayores predios en el municipio.

Para la primera, el cálculo consiste en dividir el área que corresponde a los predios de mayor tamaño según los rangos de tamaño de cada municipio, sobre el área total de predios en el municipio. Resultado, en términos porcentuales, que se obtiene por cada uno de los municipios del país y al que se le aplica el Índice de Competitividad.

Para la segunda, el cálculo consiste en dividir el número de predios de mayor tamaño según los rangos de tamaño de cada municipio, sobre el número total de predios del municipio.

Resultado, en términos porcentuales, que se obtiene por cada uno de los municipios del país y al que se le aplica el Índice de Competitividad.

Una vez obtenidos los índices de competitividad de cada variable, se realiza un promedio de estos, para obtener el Índice Promedio de Competitividad de Predios Grandes, según avalúo catastral 2009 así:

Índice de Competitividad del porcentaje de área de los mayores predios en el municipio/ Índice de Competitividad de porcentaje del número de los mayores predios en el municipio.

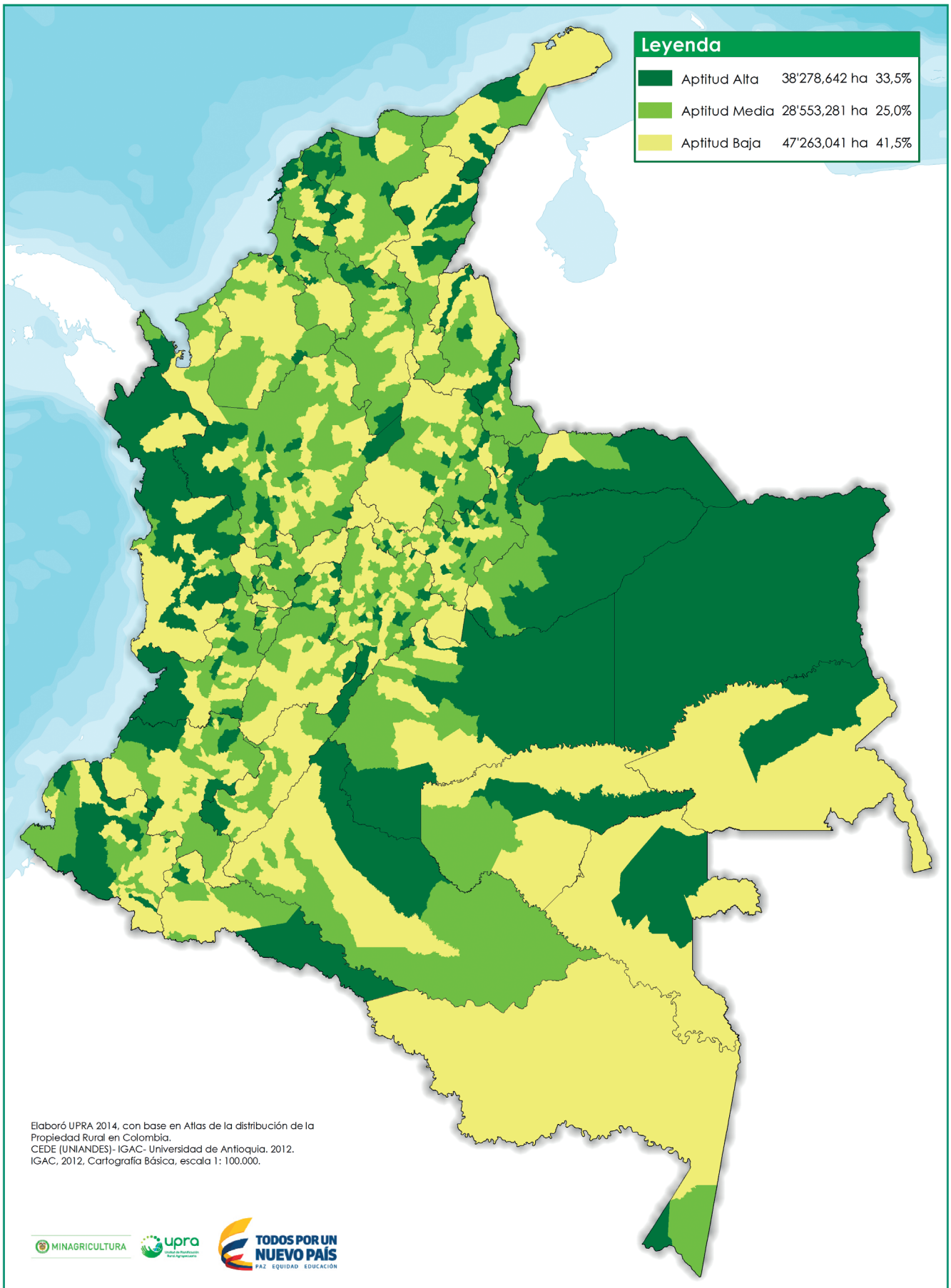
El número de rangos de cada municipio puede variar, de modo que lo que se considera grande para algunos municipios, no necesariamente se refiere a los predios más grandes de todo el país. Hay municipios en los que el mayor rango de tamaño se refiere a predios de pequeña o mediana propiedad.

Resulta competitivo, para el productor forestal, disponer de los predios de mayor extensión, por ello las variables se ordenan de menor a mayor. A mayor valor del Índice de Competitividad, será señal de mayor participación de los predios más grandes en cada municipio y mayor número de ellos, lo que refleja una mayor aptitud competitiva.

En el siguiente cuadro se presenta el tratamiento metodológico del criterio Distribución y tamaño de la tierra rural.

Variables	Aptitud Competitiva			
	Indicador usado para medir competitividad	A1	A2	A3
Índice Promedio de Competitividad de Predios Grandes	Índice de Competitividad con rangos entre 1 y 0.	Se promedian los valores de los Índices de competitividad de: Porcentaje de predios áreas grandes y porcentaje de número de predios de áreas grandes, para obtener el Índice Promedio de Competitividad de Predios Grandes, del cual se seleccionan, en este rango, los valores mayores a 0,0655	Se promedian los valores de los Índices de competitividad de: Porcentaje de predios áreas grandes y porcentaje de número de predios de áreas grandes, para obtener el Índice Promedio de Competitividad de Predios Grandes, del cual se seleccionan, en este rango, los valores entre 0,02213 y 0,0655	Se promedian los valores de los Índices de competitividad de: Porcentaje de predios áreas grandes y porcentaje de número de predios de áreas grandes, para obtener el Índice Promedio de Competitividad de Predios Grandes, del cual se seleccionan, en este rango, los valores menores a 0,02213. También se incluyen los predios de municipios en los cuales el registro es cero, es decir no hay predios en circulación comercial.

ZONIFICACIÓN PARA PLANTACIONES FORESTALES CON FINES COMERCIALES



Elaboró UPRA 2014, con base en Atlas de la distribución de la Propiedad Rural en Colombia.
CEDE (UNIANDES)- IGAC- Universidad de Antioquia. 2012.
IGAC, 2012, Cartografía Básica, escala 1: 100.000.

MINAGRICULTURA upra TODOS POR UN NUEVO PAÍS PAZ EQUIDAD EDUCACIÓN

Criterio: Distribución y tamaño de tierras rurales



DESCRIPCION DE RESULTADOS

Nariño, Alto Baudó, Villarrica, Cumaribo, Mapiripán, Inírida, Tame, López, Padilla y Palmar de Varela. Igualmente se destacan algunos municipios de la Orinoquía, Putumayo, Caquetá, Chocó y otras zonas, que ofrecen precios competitivos, a diferencia de la zona andina y ciertos sectores de la Costa Caribe donde la aptitud competitiva es baja y media.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Atlas de la distribución de la Propiedad Rural en Colombia. CEDE (UNIANDES)-IGAC-Universidad de Antioquia. 2012.

TIPO DE UTILIZACIÓN FORESTAL (TUF)	Plantaciones Forestales Comerciales
COMPONENTE	Socioeconómico
CRITERIO	Infraestructura y logística
TIPO DE CRITERIO	Criterio de evaluación por rangos de aptitud

DEFINICIÓN

Integra el análisis de aspectos como la disponibilidad y cercanía de infraestructura vial y fluvial para el transporte de la producción forestal de plantaciones comerciales, así como la cercanía puertos, centros de transformación de la madera y cobertura de energía.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

Uno de los aspectos más relevantes para analizar la competitividad es la disponibilidad de infraestructura, que se relaciona con la eficiencia de los mercados y permite que las cadenas productivas crezcan en forma sostenida, facilitando la interacción entre las unidades económicas y sociales. Particularmente, el criterio se enfoca en la cercanía de las plantaciones forestales comerciales a zonas con alta competitividad en materia de infraestructura y logística disminuyendo los costos de inversión por transporte de la madera a los centros de procesamiento.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

No se contempla dentro del criterio la infraestructura propia del sector forestal como por ejemplo los viveros. Las distancias a la infraestructura vial y fluvial no tienen incluido el costo de desplazamiento ni tampoco las superficies de fricción tales como las pendientes o características abióticas adversas.

Tampoco existen estudios consolidados que definan los rangos de distancias entre las posibles zonas aptas para plantaciones y algún tipo de infraestructura portuaria y fluvial, por lo cual con la información disponible se están elaborando los respectivos buffer.

VALOR DE PONDERACIÓN DEL CRITERIO

0.103

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

La categoría de Infraestructura se compone de 5 variables:

- Cercanía vial: de acuerdo al tipo de vía se le asigna un radio de influencia que va de 0 a 15 km, siendo las vías tipo 1,2,3 las más competitivas y las vías tipo 5 las que menos opción de competitividad ofrecen al sector forestal.
- Cercanía fluvial (ríos navegables): se asigna un área de influencia que va de 0 a 15 Km, siendo las zonas más cercanas a río las de mayor competitividad.
- Cercanía a puertos marítimos y fluviales: según el tipo de puerto se asigna el radio de influencia y la calificación de competitividad, siendo las áreas cercanas a los puertos marinos con un radio inferior a 50 km las de mayor competitividad. Para puertos fluviales se considera dada su distribución espacial con moderada competitividad.
- Distancia desde centros de transformación hacia zonas potencialmente aptas para plantaciones forestales con fines comerciales: áreas cercanas en un radio inferior a 70 Km a centros de transformación se consideran con alta competitividad y con radios mayores a 150 km con baja competitividad.

- Interconexión eléctrica municipal: se consideran zonas interconectadas y sin conexión.

Cada variable fue clasificada en función de la asignación de valores de acuerdo a cada categoría de aptitud competitiva obteniéndose el mapa correspondiente: A1:3, A2:2 y A3:1

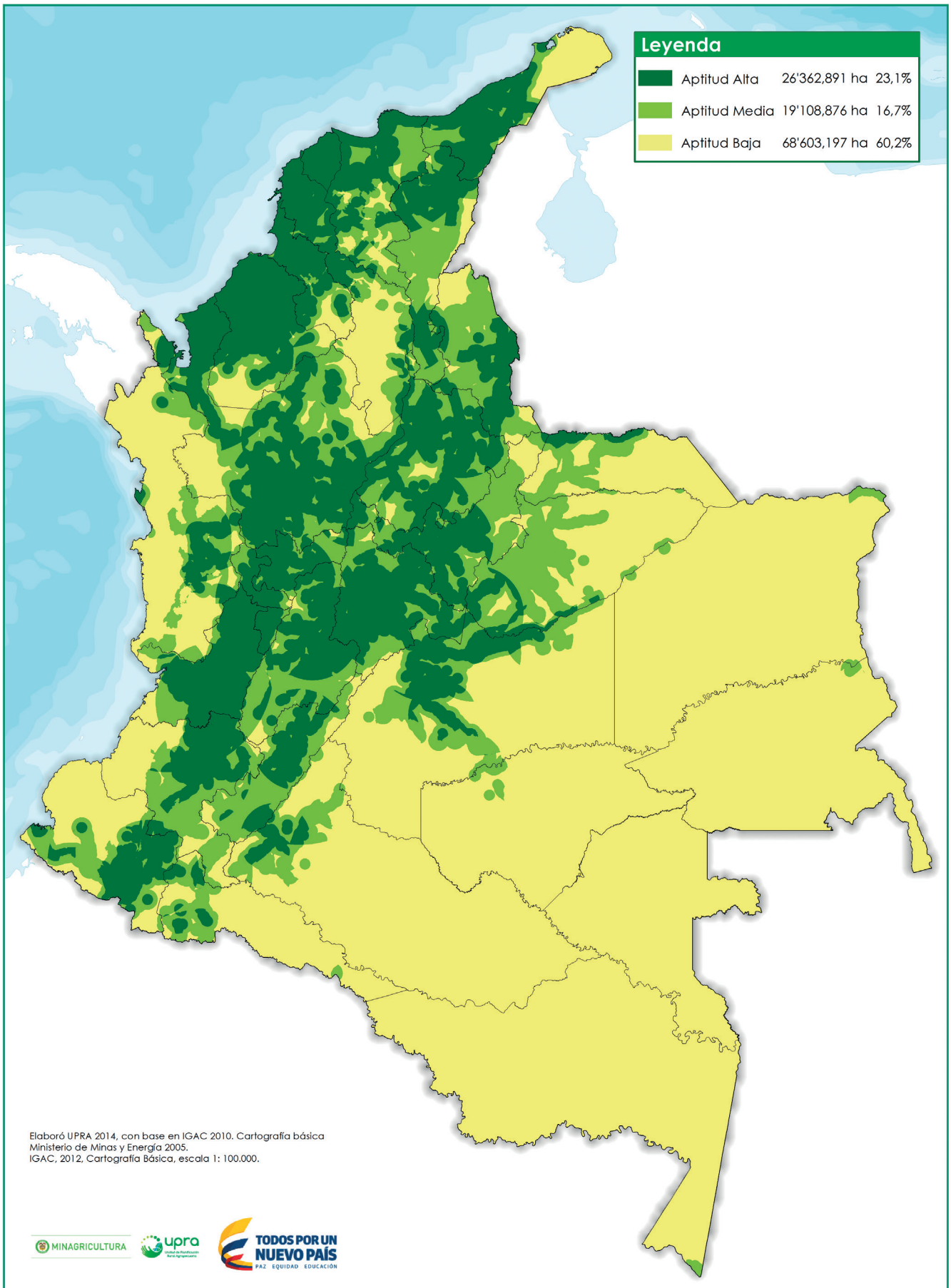
Para el mapa final del criterio, los mayores pesos corresponden a cercanía vial, seguido de cercanía a centros de transformación de madera; las demás variables tuvieron la misma importancia. Posteriormente, se realiza un proceso de reclasificaron de las áreas donde valores A1: > 10. A2: 7 y 9. A3: < 6 obteniéndose el mapa final del criterio.

Variables	Aptitud Competitiva		
	A1	A2	A3
Cercanía vial	Vías tipo 1,2 y 3 con un radio menor a 8 Km	Vías tipo 1,2 y 3 con un radio entre 8 y 15 Km	Mayor a 15 km
		Vías tipo 4 con un radio menor a 7 km	
Cercanía fluvial	Con un radio menor a 8 Km	Con un radio de 7 Km después de A1	
Cercanía a puertos marítimos y fluviales	Puertos marítimos un radio menor a 50 Km	de 50 a 150 km del puerto marítimo	Mayor a 150 km
		Puertos fluviales con un radio menor a 50 Km	Mayor a 50 km
Cercanía a centros de transformación de madera	Hasta 70 km del centro de transformación	de 70 a 150 Km del centro de transformación	150 Km en adelante, del centro de transformación
Interconexión eléctrica	Municipios interconectados	Municipios sin Conexión	Municipios sin información

FUENTES DE INFORMACIÓN

- IGAC 2010. Cartografía básica
- Ministerio de Minas y Energía 2005

ZONIFICACIÓN PARA PLANTACIONES FORESTALES CON FINES COMERCIALES



Criterio: Infraestructura y logística

TIPO DE UTILIZACIÓN FORESTAL (TUF)	Plantaciones Forestales Comerciales
COMPONENTE	Socioeconómico
CRITERIO	Mercado laboral
TIPO DE CRITERIO	Criterio de evaluación por rangos de aptitud

DEFINICIÓN

Comprende la disponibilidad de mano de obra y ocupación en los municipios, al igual que los niveles de educación superior y tasas de alfabetización existentes. Todo lo cual conduce a la competitividad. El énfasis de este criterio es mostrar los factores que tienen incidencia ya sea positiva o negativa para la incorporación de mano de obra a plantaciones forestales con fines comerciales.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

Para efectos del estudio, el acceso a mano de obra es un aspecto muy importante para quienes estén interesados en el desarrollo de proyectos forestales en cualquier escala. Además de la disponibilidad también es importante el nivel de educación y cualificación de los empleados.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

El país no dispone de tasas de desempleo por municipio, y metodológicamente no es plausible extrapolar los datos de las principales ciudades del país al resto del territorio. En términos de migraciones, los estudios son a escala departamental.

VALOR DE PONDERACIÓN DEL CRITERIO

0,033



METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

La evaluación, medición y calificación de las variables y criterio presentados, se resuelve mediante el cálculo de indicadores que permiten medir la competitividad en cada variable por municipio.

En el siguiente cuadro se puede observar el proceso metodológico de evaluación del criterio Mercado laboral:

Se reclasifican numéricamente las variables considerando la aptitud competitiva (A1, A2 y A3) de cada una de ellas, asignándoles un valor de 1 a 3: A1 = 1, A2 = 2 y A3 = 3 o viceversa de acuerdo a la interpretación de la variable. Con base en el criterio del experto se visualizaran los resultados (consistencia lógica y consistencia espacial), asignado los rangos del criterio a partir de una suma de las diferentes variables.

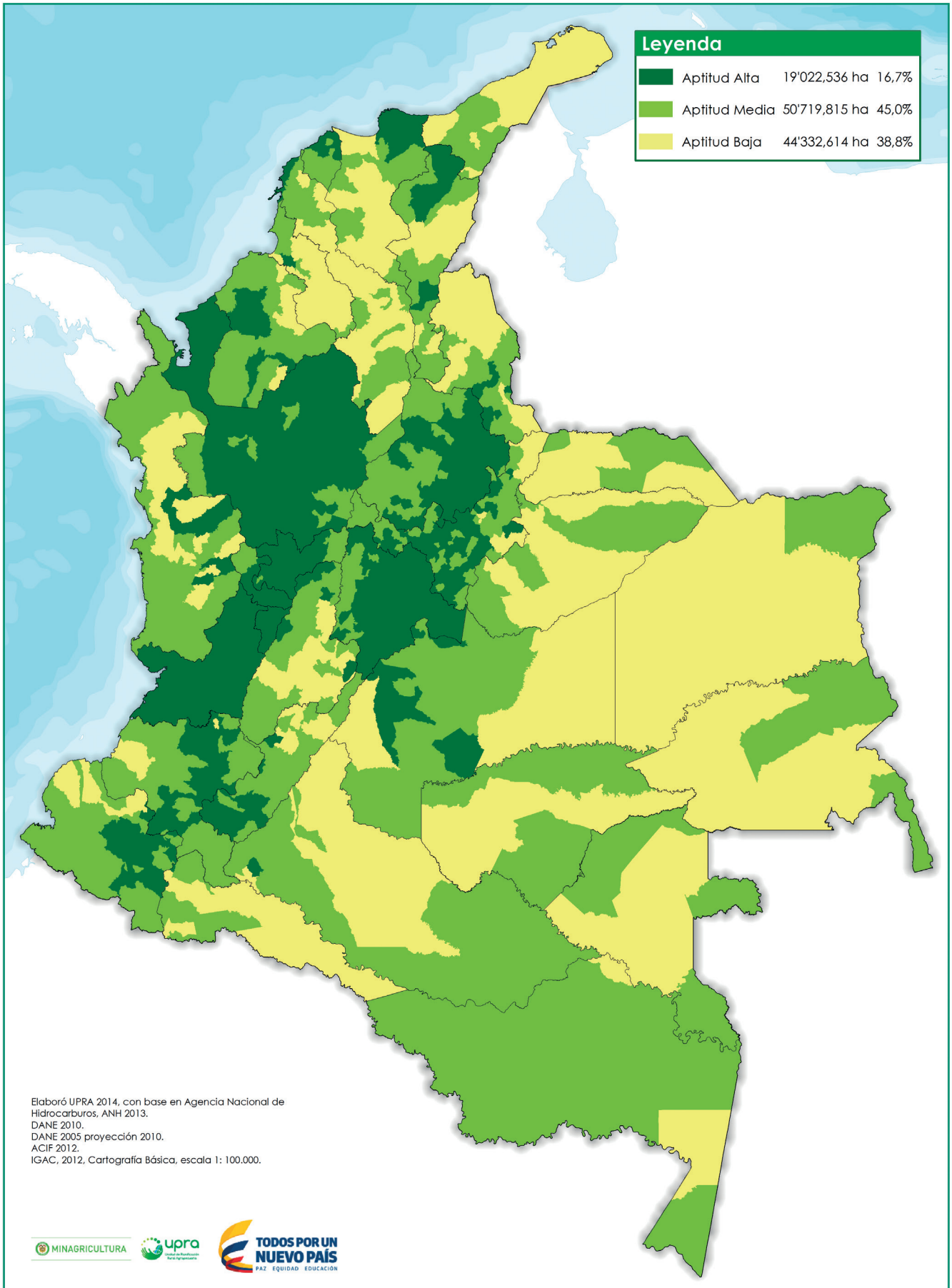
Variables	Aptitud Competitiva			
	Indicador usado para medir competitividad	A1	A2	A3
Cercanía a centros petroleros (Áreas de influencia)	Competitividad con rangos entre 1 y 0.	Municipios sin influencia de centros petroleros se califican con 0,65	Municipios colindantes con centros petroleros se califican con 0,45	Municipios con explotación se califican con 0,25
Población Económicamente Activa (%)		Con índices PEA mayores a 40 (> 0.4)	Con índices PEA entre 27,7 y 40 (entre 0.2773 y 0.4)	Con índices PEA menores a 27,7(<= 0.2773) y sin información
Tasa de Alfabetización (%)		Con índices de alfabetismo mayores a 82,29 (>0.7624)	Con índices de alfabetismo entre 70,75 y 82,29 (entre 0.6076 y 0.7624)	Con índices de alfabetismo menores a 70,75(<= 0.6076)
Cobertura de profesionales y técnicos del sector forestal		Hay gran cobertura de técnicos y profesionales (> 0.66)	Existe cobertura de mínima de técnicos y profesionales (0,01 y 0, 66)	Solo hay cobertura de técnicos o no hay cobertura(<= 0,01)
CRITERIO Mercado Laboral	Índice de Competitividad con rangos entre 1 y 0.	Se reclasifican las aptitudes competitivas (A1, A2 y A3) de las variables, asignándoles valores entre 1 y 3, para luego sumarlas y obtener >=10	Se reclasifican las aptitudes competitivas (A1, A2 y A3) de las variables, asignándoles valores entre 1 y 3, para luego sumarlas y obtener entre 8 y 9	Se reclasifican las aptitudes competitivas (A1, A2 y A3) de las variables, asignándoles valores entre 1 y 3, para luego sumarlas y obtener <=7



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Agencia Nacional de Hidrocarburos ANH 2013.
- DANE 2010
- DANE 2005 proyección 2010
- ACIF 2012.

ZONIFICACIÓN PARA PLANTACIONES FORESTALES CON FINES COMERCIALES



Criterio: Mercado laboral

TIPO DE UTILIZACIÓN FORESTAL (TUF)	Plantaciones Forestales Comerciales
COMPONENTE	Socioeconómico
CRITERIO	Seguridad ciudadana
TIPO DE CRITERIO	Criterio de evaluación por rangos de aptitud

DEFINICIÓN

Analiza las condiciones que permitan identificar si existe un buen clima de inversión en relación con el orden público de la zona. Este criterio es de gran importancia, más teniendo en cuenta que es susceptible a decisiones tanto locales como nacionales, es decir, se afecta por circunstancias varias, relacionadas con el poder en diferentes escalas, las dinámicas sociales, económicas y culturales del territorio, además de aspectos macro, como puede ser un eventual proceso de paz exitoso.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

Uno de los factores que limita en gran medida la inversión en el sector rural es la seguridad ciudadana. Por lo tanto su análisis y seguimiento es fundamental, puesto que es un aspecto estructura para la formulación de proyectos productivos de tardío rendimiento.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

Debido a la fluctuación del fenómeno de orden público, la definición de periodos de tiempo para el análisis será un elemento de permanente discusión. Las cifras de eventos concretos no representan necesariamente las percepciones de los actores locales sobre aspectos de seguridad que aunque no sean numerosos, son de alto impacto frente a la sensación de seguridad que perciben comunidades, empresarios y agencias gubernamentales.

VALOR DE PONDERACIÓN DEL CRITERIO

0,032



METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

La evaluación, medición y calificación de las variables y criterio presentados, se resuelve mediante el cálculo de indicadores, que permiten medir la competitividad en cada variable por municipio. En el siguiente cuadro se puede observar el proceso metodológico de evaluación del criterio Seguridad Ciudadana:

Se reclasifican numéricamente las variables considerando la aptitud competitiva (A1, A2 y A3) de cada una de ellas, asignándoles un valor de 1 a 3: A1 = 1, A2 = 2 y A3 = 3 o viceversa de acuerdo a la interpretación de la variable. Con base en el criterio del experto se visualizaran los resultados (consistencia lógica y consistencia espacial), asignado los rangos del criterio a partir de una suma de las diferentes variables.

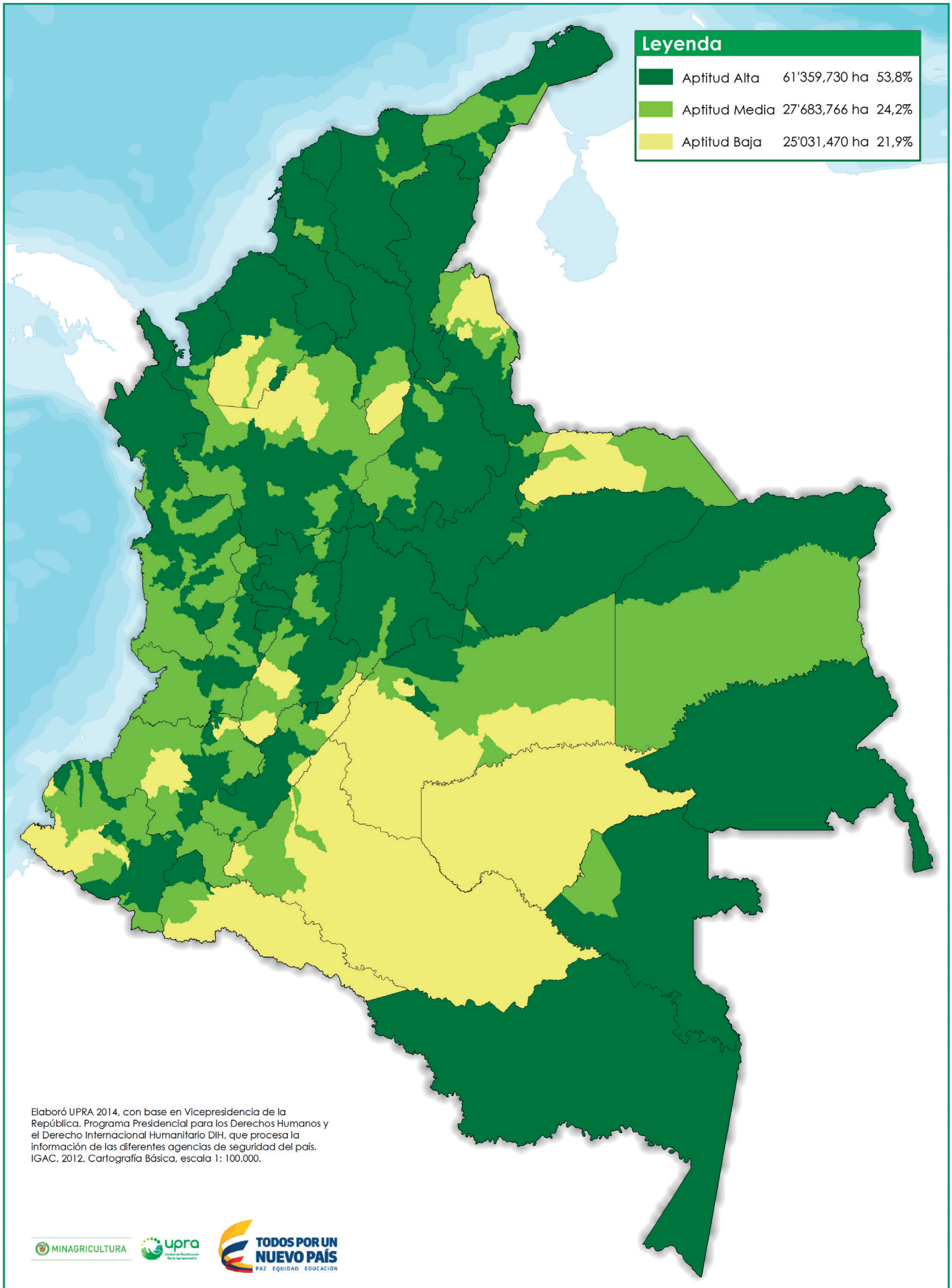
Variables	Aptitud Competitiva			
	Indicador usado para medir competitividad	A1	A2	A3
Promedio tasa de homicidios por municipio 2008 - 2012	Índice de Competitividad con rangos entre 1 y 0.	>0.95	entre 0.8 y 0.95	<= 0.79
Promedio acciones armadas por municipio 2008 - 2012		>0.95	entre 0.8 y 0.95	<= 0.79
Promedio accidentes e incidentes con minas antipersonas por municipio 2008 - 2012		>0.95	entre 0.8 y 0.95	<= 0.79
Promedio desplazamiento forzado - municipios expulsores 2008 - 2012		>0.95	entre 0.8 y 0.95	<= 0.79
CRITERIO Seguridad Ciudadana	Índice de Competitividad con rangos entre 1 y 0.	Se reclasifican numéricamente las aptitudes competitivas (A1, A2 y A3) de las variables, asignándoles números entre 1 y 3, para luego sumarlas y obtener >= 10	Se reclasifican numéricamente las aptitudes competitivas (A1, A2 y A3) de las variables, asignándoles números entre 1 y 3, para luego sumarlas y obtener entre 7 y 9	Se reclasifican numéricamente las aptitudes competitivas (A1, A2 y A3) de las variables, asignándoles números entre 1 y 3, para luego sumarlas y obtener <= 6



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Vicepresidencia de la República. Programa Presidencial para los Derechos Humanos y el Derecho Internacional Humanitario DIH, que procesa la información de las diferentes agencias de seguridad del país.

ZONIFICACIÓN PARA PLANTACIONES FORESTALES CON FINES COMERCIALES



Elaboró UPRA 2014, con base en Vicepresidencia de la República. Programa Presidencial para los Derechos Humanos y el Derecho Internacional Humanitario DIH, que procesa la información de las diferentes agencias de seguridad del país. IGAC, 2012, Cartografía Básica, escala 1: 100.000.

MINAGRICULTURA upra TODOS POR UN NUEVO PAÍS PAZ EQUIDAD EDUCACIÓN

criterio: Seguridad ciudadana

TIPO DE UTILIZACIÓN FORESTAL (TUF)	Plantaciones Forestales Comerciales
COMPONENTE	Socioeconómico
CRITERIO	Institucionalidad
TIPO DE CRITERIO	Criterio de evaluación por rangos de aptitud

DEFINICIÓN
Comprende la presencia institucional del Estado y la banca. Cuyo apoyo conduce a la competitividad, presentes en el nivel municipal.
IMPORTANCIA DEL CRITERIO
Identifica condiciones externas a la plantación, pero que tienen que ver directamente con el desempeño del entorno, en términos de oferta institucional con un enfoque preliminar al sector forestal.
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO
No se dispone de un indicador de asociatividad por municipio, y dicha información sería ideal para analizar de forma preliminar el grado de capital social a nivel municipal.
VALOR DE PONDERACIÓN DEL CRITERIO
0.013
METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN
La evaluación, medición y calificación de las variables y criterio presentados, se resuelve mediante el cálculo de indicadores, que permiten medir la competitividad en cada variable por municipio.



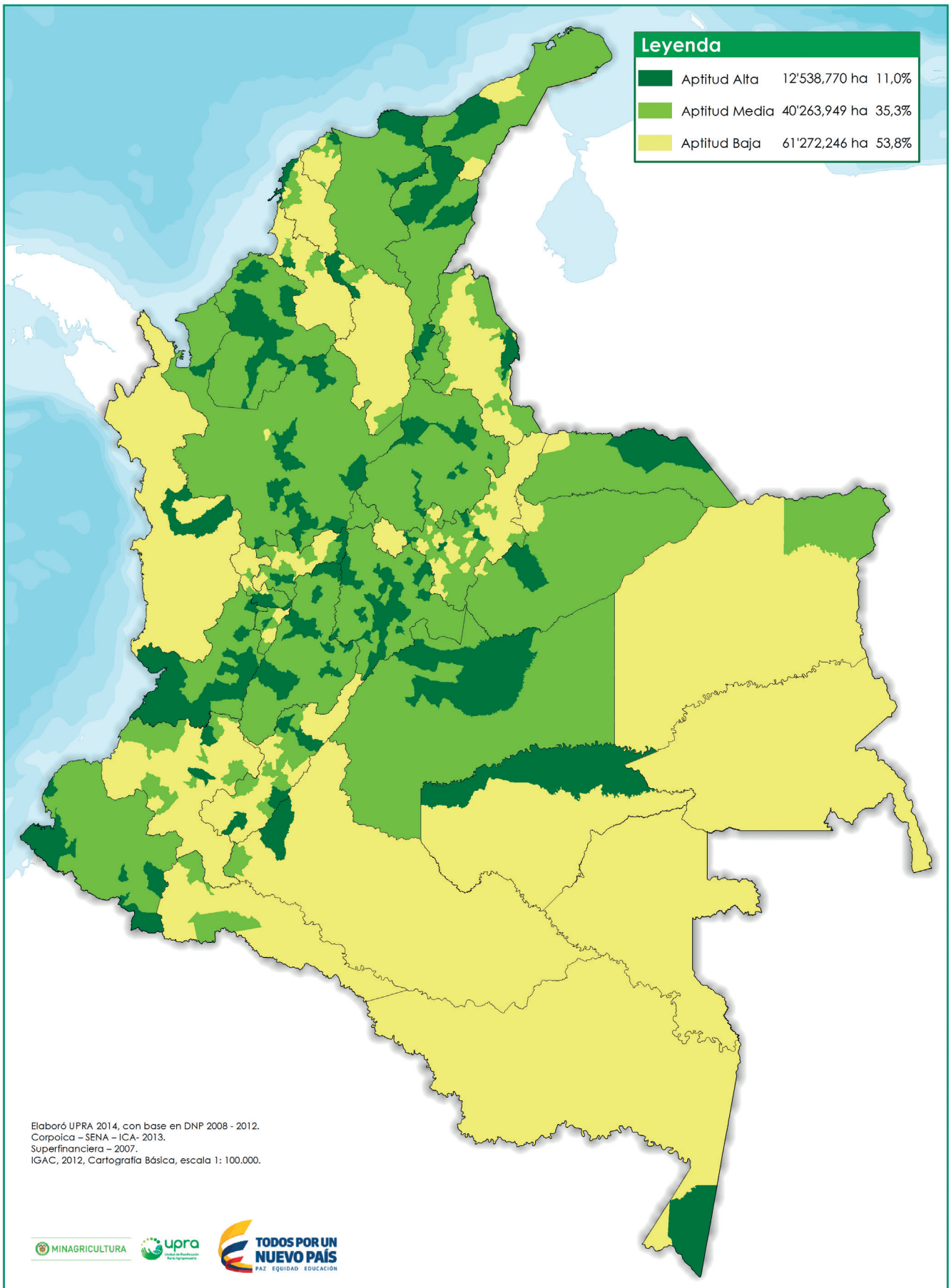
En el siguiente cuadro se puede observar el proceso metodológico de evaluación del criterio Institucionalidad.

Variables	Aptitud Competitiva			
	Indicador usado para medir competitividad	A1	A2	A3
Indicador de desempeño fiscal por municipio 2008 - 2012 (%)	Índice de Competitividad con rango entre 1 y 0.	>=0.6.	entre 0.3 y 0.59	<= 0.3
Presencia del SENA (influencia de la Entidad)	Cualitativo según concepto de influencia de la Entidad	Municipio que tiene SENA	Municipio en jurisdicción del SENA	
Presencia de ICA (influencia de la Entidad)	Cualitativo según concepto de influencia de la Entidad	Municipio que tiene ICA	Municipio en jurisdicción del ICA	
Presencia de CORPOICA (influencia de la Entidad)	Cualitativo según concepto de influencia de la Entidad	Departamentos que tienen sede	Departamentos en el área de influencia	Departamentos fuera del área de influencia.
Entidades bancarias por municipio (#)	Número de entidades bancarias	mayor a 15	entre 3 y 15	< 3
CRITERIO Institucionalidad	Según lo indicado en A1, A2 y A3	Se reclasifican numéricamente las aptitudes competitivas (A1, A2 y A3) de las variables, asignándoles números entre 1 y 3, para luego sumarlas y obtener >= 12	Se reclasifican numéricamente las aptitudes competitivas (A1, A2 y A3) de las variables, asignándoles números entre 1 y 3, para luego sumarlas y obtener 10 y 11	Se reclasifican numéricamente las aptitudes competitivas (A1, A2 y A3) de las variables, asignándoles números entre 1 y 3, para luego sumarlas y obtener <= 7

Se reclasifican numéricamente las variables considerando la aptitud competitiva (A1, A2 y A3) de cada una de ellas, asignándoles un valor de 1 a 3: A1 = 1, A2 = 2 y A3 = 3 o viceversa de acuerdo a la interpretación de la variable. Con base en el criterio del experto se visualizaran los resultados (consistencia lógica y consistencia espacial), asignado los rangos del criterio a partir de una suma de las diferentes variables.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- DNP 2008 - 2012.
- Corpoica – SENA – ICA- 2013
- Superfinanciera – 2007



Criterio: Institucionalidad

TIPO DE UTILIZACIÓN FORESTAL (TUF)	Plantaciones Forestales Comerciales
COMPONENTE	Socioeconómico
CRITERIO	Condiciones de vida
TIPO DE CRITERIO	Criterio de evaluación por rangos de aptitud

DEFINICIÓN

Es indicativo del desarrollo de las regiones ligado estrechamente al concepto de competitividad, al igual que contiene factores exógenos que han de una u otra manera, afectado su desarrollo, el ingreso real y la calidad de vida de la población.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

En términos de formulación de políticas públicas, es importante la identificación y priorización de las áreas con mayores índices de pobreza, en tanto permite el desarrollo de acciones diferenciales, acordes con los contextos y necesidades de las comunidades.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

Si bien la calidad de vida es un aspecto clave para la política pública, este mismo indicador visto desde el sector privado puede manejar varias interpretaciones: Al productor forestal no le puede interesar este criterio en su decisión de inversión pero si es una empresa que propende por la responsabilidad social se dará cuenta que mejores condiciones de vida son la resultante de una mejor competitividad: Mejores vías, mercados laborales disponibles y de buen nivel, mejor seguridad pública conducen a una mejor competitividad y por lo tanto evidencian niveles de vida más importantes.

VALOR DE PONDERACIÓN DEL CRITERIO

0,011



METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

La evaluación, medición y calificación de las variables y criterio presentados, se resuelve mediante el cálculo de indicadores, que permiten medir la competitividad en cada variable por municipio. En el siguiente cuadro se puede observar el proceso metodológico de evaluación del criterio Condiciones de vida.

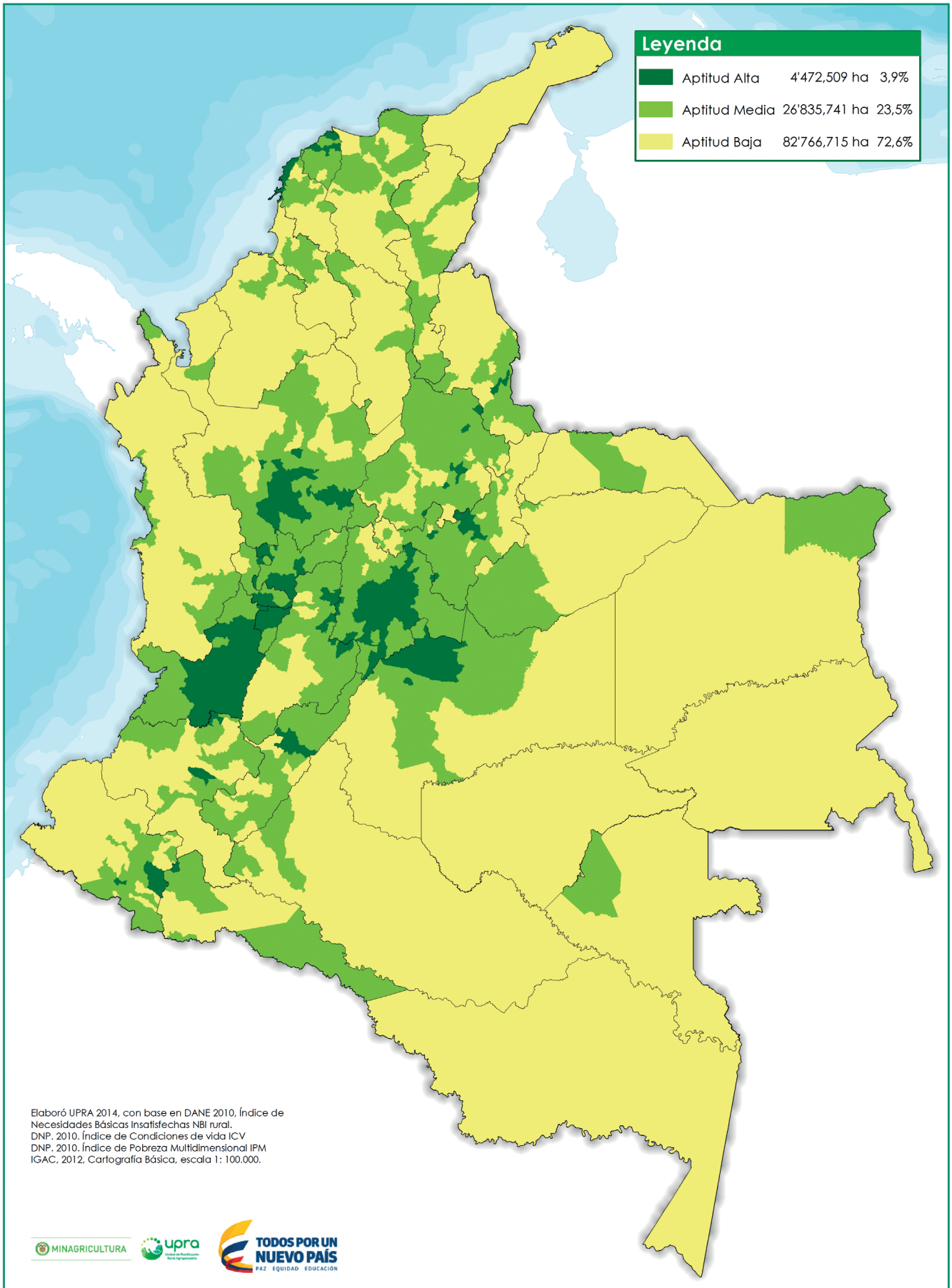
Se reclasifican numéricamente las variables considerando la aptitud competitiva (A1, A2 y A3) de cada una de ellas, asignándoles un valor de 1 a 3: A1 = 1, A2 = 2 y A3 = 3 o viceversa de acuerdo a la interpretación de la variable. Con base en el criterio del experto se visualizaran los resultados (consistencia lógica y consistencia espacial), asignado los rangos del criterio a partir de una suma de las diferentes variables.

Variables	Aptitud Competitiva			
	Indicador usado para medir competitividad	A1	A2	A3
Índice Necesidades Básicas Insatisfechas NBI rural	Índice de Competitividad con rangos entre 1 y 0.	Con índices NBI menores a 39,97 (>0.6)	Con índices NBI entre 39,97 y 66,35 (entre 0.3 y 0.6)	Con índices NBI mayores a 66,35 (< 0.3)
Índice de Condiciones de Vida ICV	Índice de Competitividad con rango entre 1 y 0.	Con índices ICV mayores a 60,94(>=0,7227)	Con índices ICV entre 48,97 y 60,94 (entre 0,5807 y 0,7227)	Con índices ICV menores a48,97 (<=0,5807)
Índice de Pobreza Multidimensional IPM	Índice de Competitividad con rango entre 1 y 0.	Con índices IPM menores a 64,51(>=0,462)	Con índices ICV entre 64,51 y 83,08 (entre 0,462 y 0,2196)	Con índices IPM mayores a 83,08 (<0,2196)
CRITERIO Condiciones de Vida	Índice de Competitividad con rangos entre 1 y 0.	Se reclasifican las aptitudes competitivas (A1, A2 y A3) de las variables, asignándoles valores entre 1 y 3, para luego sumarlas y obtener >= 8	Se reclasifican las aptitudes competitivas (A1, A2 y A3) de las variables, asignándoles valores entre 1 y 3, para luego sumarlas y obtener entre 5 y 7	Se reclasifican las aptitudes competitivas (A1, A2 y A3) de las variables, asignándoles valores entre 1 y 3, para luego sumarlas y obtener <= 4

FUENTES DE INFORMACIÓN

- DANE 2010. Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas NBI rural
- DNP. 2010. Índice de Condiciones de vida ICV
- DNP. 2010. Índice de Pobreza Multidimensional IPM

ZONIFICACIÓN PARA PLANTACIONES FORESTALES CON FINES COMERCIALES



Criterio: Condiciones de vida