Tabla de contenido

Índice de tablas....8
Índice de figuras....9
Lista de siglas y abreviaturas....10
Glosario....12
Introducción....15
1. Antecedentes....16
1.1. Alternativas productivas....16
2. Metodología....17
2.1. Marco conceptual....17
2.2. Marco metodológico....19
2.2.1. Método del más limitante....21
2.2.2. Método de árbol de decisión....21
2.2.3. Matriz de paso....21
2.2.4. Proceso Análisis Jerárquico (AHP)....22
3. Desarrollo Metodológico....23
3.1. Priorización y definición del TUT....23
3.2. Estructura componentes, criterios y variables....23
3.2.1. Componente físico....23
3.2.2. Componente socioecosistémico....25
3.2.3. Componente socioeconómico....44
3.3. Integración y ponderación....46
3.3.1. Resultados del Proceso de Análisis Jerárquico (AHP) por criterios y componentes 47
4. Resultados....50
4.1. TUT de elaboración completa....50
4.1.1. Aptitud para el TUT- Cultivo tecnificado de mora....50
5. Espacios con actores, retroalimentación y socialización....53
5.1. Aporte de actores en las reuniones....53
6. Conclusiones....57
Referencias....58

Anexos **61**

Anexo 1. Matriz de requerimientos 61

Anexo 2. Fichas Metodológicas 61

Índice de tablas

Tabla 1. Clases de aptitud.....18
Tabla 2. Matriz de paso.....21
Tabla 3. Escala de valoración de importancia proceso de análisis jerárquico (Saaty).....22
Tabla 4 Definición del TUT.....23
Tabla 5. Criterios y variables para el componente físico para el TUT de mora.....24
Tabla 6. Criterios y variables para el componente socioecosistémico para el TUT de mora 25
Tabla 7. Reservas forestales protectoras regionales del departamento de Caldas.....29
Tabla 8. DRMI con áreas de exclusión legal en el departamento de Caldas.....30
Tabla 9. DRMI con áreas condicionadas, en el departamento de Caldas.....35
Tabla 10. AICAS del departamento de Caldas.....41
Tabla 11 Criterios y variables para el componente socioeconómico para el TUT de mora44
Tabla 12. Métodos de integración de los criterios y componentes.....46
Tabla 13. Ponderación criterios físicos y socioecosistémicos método AHP TUT mora para el departamento de Caldas.....47
Tabla 14. Ponderación criterios socioeconómico método AHP TUT mora en el departamento de Caldas.....48
Tabla 15. Áreas de la zonificación de aptitud por municipio para el TUT de mora.....50
Tabla 16. Expertos que aportaron para la construcción del componente físico y socioecosistémico TUT mora.....53
Tabla 17. Expertos que aportaron para la construcción del componente socioeconómico TUT Mora.....54
Tabla 18. Observaciones de los expertos jornadas de validación componente físico y socioecosistémico.....54
Tabla 19. Observaciones de los expertos jornadas de validación componente socioeconómico.....55
Tabla 20. Resumen de las áreas con aptitud en el departamento de Caldas TUT de mora. 57
Tabla 21 Relación fichas metodológicas para el TUT de mora.....61

Índice de figuras

Figura 1. Modelo conceptual de evaluación de tierras....18
Figura 2 Diagrama metodológico general de evaluación de tierras....19
Figura 3. Esquema general de integración para obtener la aptitud....20
Figura 4. Exclusiones legales del departamento de Caldas....27
Figura 5. PNN del departamento de Caldas....28
Figura 6. Áreas de exclusión del SINAP en el departamento de Caldas....31
Figura 7. Ecosistemas estratégicos del departamento de Caldas....33
Figura 8. Condicionantes del departamento de Caldas....34
Figura 9. Áreas condicionadas del SINAP en el departamento de Caldas....37
Figura 10. Áreas de interés cultural del departamento de Caldas....38
Figura 11. Ecosistemas estratégicos en el departamento de Caldas....40
Figura 12. Áreas complementarias de conservación y desarrollo sostenible en el departamento de Caldas....42
Figura 13. Áreas de riesgo alto a los desastres naturales en el departamento de Caldas.43
Figura 14. Ponderación criterios físicos y socioecosistémicos método AHP TUT mora….48
Figura 15. Ponderación criterios socioeconómicos método AHP TUT mora en el departamento de Caldas....49
Figura 16. Mapa integrado de aptitud del TUT de mora....52
Figura 17. Resumen de las áreas con aptitud en el departamento de Caldas TUT de mora. 57

Lista de siglas y abreviaturas

AC	Áreas críticas para especies migratorias en agroecosistemas
ACES	Área de Concentración de Especies Sensibles en el Territorio
AICA	Áreas de Importancia para la Conservación de Aves
AHP	*Analytic Hierarchy Process* (proceso analítico jerárquico)
APC	Áreas Prioritarias de Conservación
CECN	Conectividad Estructural de las Coberturas Naturales
CIC	Capacidad de Intercambio Catiónico
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
DCS	Distrito de Conservación de Suelos
DEM	*Digital Elevation Model* (modelo digital de elevación)
DH	Disponibilidad Hídrica
DHR	Disponibilidad Hídrica Real
DMI	Distrito de Manejo Integrado
DNP	Departamento Nacional de Planeación
ETP	Evapotranspiración potencial
ETR	Evapotranspiración real
FAO	*Food and Agriculture Organization* (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación)
Finagro	Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario
IAvH	Instituto Alexander von Humboldt
IC	Índice de Competitividad
ICA	Instituto Colombiano Agropecuario
IDEAM	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
IE	Integridad Ecológica
IGAC	Instituto Geográfico Agustín Codazzi
INAT	Índice de naturalidad por subzonas hidrográficas
IPM	Índice de Pobreza Multidimensional
MADR	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural
Minagricultura	Ver MADR
MADS	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

PEA	Población Económicamente Activa
PET	Población en Edad de Trabajar
PIB	Producto Interno Bruto
PNN	Parques Nacionales Naturales de Colombia
PSI	Porcentaje de Sodio Intercambiable
RUNAP	Registro Único Nacional de Áreas Protegidas
SGC	Servicio Geológico Colombiano
SINA	Sistema Nacional Ambiental
SINAP	Sistema Nacional de Áreas Protegidas
SIG	Sistemas de información geográfica
SZH	Subzona hidrográfica
TUT	Tipo de Utilización de la Tierra
UPRA	Unidad de Planificación Rural Agropecuaria
USDA	*United States Department of Agriculture* (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos)

Glosario

Aptitud de la tierra: Potencial de establecimiento de un tipo de utilización de la tierra, resultado del análisis de combinaciones de criterios físicos, socioecosistémicos y socioeconómicos, enmarcados en una frontera agrícola (Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), 2013).

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

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

Criterio: Conjunto de requisitos, parámetros o variables que definen decisiones de aptitud de uso específico de un territorio rural (Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), 2019a, p. 15).

Enfoque ecosistémico: Uso sostenible de los bienes y servicios de los ecosistemas y el mantenimiento de la integridad ecológica como paradigma de conservación para el bienestar humano, en cuya visión las estrategias de gestión deben considerar tanto la dinámica en las diferentes escalas de la organización biológica como las relaciones e interacciones entre los sistemas ecológicos y sociales (Martín-López et al., 2009) (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), 2012).

Evaluación de tierras: Determinación y predicción del comportamiento de una porción de tierra usada para fines específicos, de acuerdo con sus aspectos físicos, económicos y sociales. Considera los aspectos económicos del uso propuesto, las consecuencias sociales para la gente del área y del país en general y las repercusiones, benéficas o adversas, para el medioambiente (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), 1976).

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

Exclusión legal: Zonas en las cuales, por mandato legal, no se permite el desarrollo de proyectos productivos del sector agropecuario (Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), 2019a, p. 19).

Índice de agua no retornada a la cuenca: Relación entre la huella total de la cuenca (multisectorial) y la disponibilidad de agua azul (oferta hídrica disponible año medio) para cada una (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), 2015).

Índice de regulación hídrica: Capacidad de retención de humedad de las cuencas, con base en la distribución de las series de frecuencias acumuladas de los caudales diarios (Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), 2019a, p. 19).

Tipo de utilización de la tierra (TUT): Uso específico que se describe a un nivel de detalle apropiado según la escala de evaluación de tierras, en términos de la producción, el contexto social y económico; sus principales características físicas, agronómicas y productivas, así como los costos y los ingresos generados por la actividad de producción (Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), 2019a).

Uso consuntivo: Requerimiento de agua neta para el arreglo de cultivos (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), 2010).

Uso eficiente del suelo rural: Armonización espacial o temporal de todos los usos del suelo en un área determinada, que garantiza el bienestar humano con el fin de alcanzar la sostenibilidad económica, social y ambiental del territorio (Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), 2014). En tal sentido, la eficiencia está referida tanto a la sostenibilidad integral como a la competitividad de los sistemas productivos (Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), 2015).

Frontera Agrícola: límite del suelo rural que separa las áreas donde se desarrollan las actividades agropecuarias, las áreas condicionadas y las áreas protegidas, las de especial importancia ecológica, y las demás áreas en las que las actividades agropecuarias están excluidas por mandato de la ley (Art. 1 Resolución 261 de 2018).

Introducción

En 2021 se firmó el convenio CO1.PCCNTR.2922550 entre la Gobernación de Caldas y la UPRA, bajo este convenio en 2022 se efectuó la zonificación de aptitud para naranja, limón Tahití, plátano y aguacate, así mismo la adopción de las zonificaciones nacionales de cacao, café, caña panelera, carne bovina, leche bovina y papa.

En 2023 se ha continuado con el proceso de zonificación de aptitud para mora, bajo la misma metodología de evaluación de tierras con fines agropecuarios a escala 1:100.000 de la UPRA aplicada en la vigencia 2022.

De igual forma que en el ejercicio anterior la documentación del proceso está conformada por el siguiente grupo de productos: un documento técnico o memoria; unos anexos integrados por la matriz de requerimientos con sus rangos de aptitud, las fichas metodológicas de variables, criterios y las estadísticas de aptitud por municipio.

La memoria contiene una síntesis de la metodología, los antecedentes de las apuestas productivas para Caldas, la definición del tipo de utilización de la tierra, la estructura de los componentes, los métodos de integración, los espacios de participación y los resultados finales con sus estadísticas y mapa de aptitud respectivo.

1. Antecedentes

1.1. Alternativas productivas

Con el apoyo de la UPRA en 2022 se realizó la priorización de alternativas productivas agropecuarias y diagnóstico de mercados para el Departamento de Caldas.

Producto del ejercicio y socialización con la Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural (S.A.D.R) se obtuvo una lista final que incluye: aguacate (Hass, pieles verdes, criollos), avicultura (engorde, postura, levante, traspatio), banano; bovinos (carne y leche), cacao, café, cannabis medicinal, caña de azúcar, caña panelera, caucho, cítricos (Limón variedad Tahití y pajarito; naranja variedad Valencia, Salustriana y tangelo; mandarina variedad Arrayana y Oneco), especies menores (apicultura, codornices), forestales y guadua, frijol (arbustivo y voluble), guanábana, guayaba duce, guayaba pera, habichuela, hortalizas (cilantro, lechuga, repollo, cebolla junca, pimentón), lulo, maíz tecnificado, mora, ovinos, papa negra, pasifloras (maracuyá, gulupa, granadilla), piscicultura (tilapia y trucha), porcicultura y tomate libre exposición e invernadero. De igual manera se generó un listado de productos promisorios como, mango, sábila, piña, flores y forrajes, uchuva, búfalos, iraca, fresa, plantas aromáticas medicinales y tomate de árbol (Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), 2022, p. 79).

Estos listados fueron producto de “análisis de estadísticas departamental y subregional, revisión de instrumentos de política pública y planificación territorial departamental, mesas de trabajo con S.A.D.R de la Gobernación de Caldas, con la UPRA y con criterio de selección en los resultados de los talleres” (Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), 2022, p. 79).

De la anterior priorización la S.A.D.R en 2023 seleccionó la alternativa de mora para ser objeto de zonificación de aptitud bajo la metodología establecida por la UPRA.

2. Metodología

2.1. Marco conceptual

La evaluación de tierras es “el proceso analítico que se establece el desempeño de la tierra para un uso especifico existente en una zona determinada” según (FAO 1990, 1985) citado en (Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), 2019a, p. 20).

Conceptualmente el proceso es un “análisis espacial que abarca los requerimientos de los tipos de uso que se van a evaluar[1], las características de las tierras[2] y adiciona temas integrales de análisis con enfoques socioecosistémico y socioeconómico”, con un rol de competitividad, sostenibilidad y competitividad (Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), 2019a, p. 20).

Con base en los anteriores enfoques la evaluación de tierras aborda y analiza tres componentes: el físico, el socioecosistémico y el socioeconómico (la estructura de estos componentes se detalla en el numeral 3.2), en cada componente se compara lo que requiere un tipo de utilización de tierras (TUT) frente a lo que ofrece el territorio, es decir, las unidades de tierras.

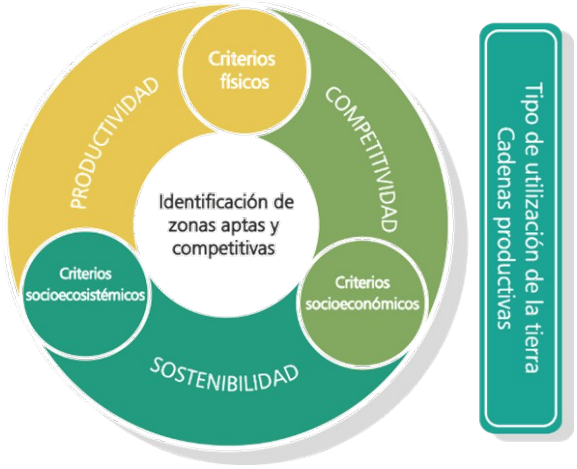
Después de analizar cada componente se continúa con un ejercicio de integración para así obtener la aptitud final[3]. En la Figura 1 se esquematiza el modelo conceptual.

[1] Hace referencia al TUT que es el uso especifico que se describe a un nivel de detalle apropiado según la escala de evaluación de tierras

[2] Principalmente las características físicas, suelo, clima

[3] Potencial de establecimiento de un tipo de utilización de la tierra, resultado del análisis de combinaciones de criterios físicos, socioecosistémicos y socioeconómicos, enmarcados en una frontera agrícola poner (Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), 2019a, p. 14)(Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), 2019a)

Figura 1. Modelo conceptual de evaluación de tierras



Fuente: (Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), 2017)

La aptitud se clasifica, dentro del proceso de evaluación de tierras, en cuatro categorías: alta, media, baja y no apto, las cuales se describen en la Tabla 1

Tabla 1. Clases de aptitud

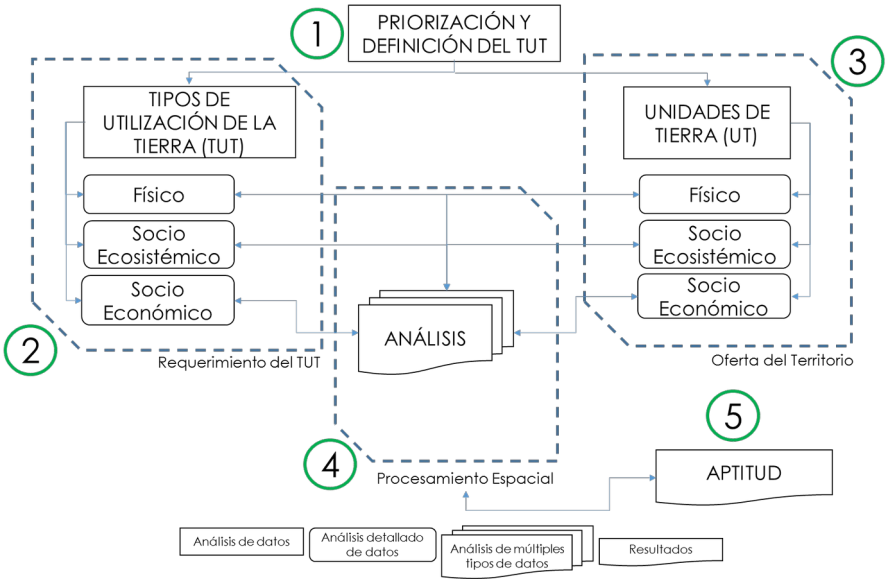
Categoría	Concepto
Alta	Presenta limitaciones menores para implementar el TUT permitiendo mantener la productividad y sostenibilidad recomendada con aptitudes sociales y económicas del área de estudio.
Media	Presenta limitaciones moderadas para implementar el TUT permitiendo con procesos de inversión moderados mantener la productividad del área de estudio con aptitudes sociales y económicas del área de estudio.
Baja	Presenta altas limitaciones para implementar el TUT con procesos de inversión variable, puede disminuir considerablemente la productividad del área de estudio con aptitudes limitadas desde lo social y económica del área de estudio.
No apto Técnico	Presenta condiciones marginales para la implementación del TUT, que afectan considerablemente la sostenibilidad y productividad.
No Apto legal	Restringe totalmente la aptitud del TUT por presentarse en zonas donde normativamente no puede realizarse usos agropecuarios.

Fuente: Adaptado de Monzón, 2004; Pineda, Machado, Casanova, y Viloria, 2006; UPRA, 2013, citado en (Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), 2019a, p. 31)

2.2. Marco metodológico

El proceso metodológico de la evaluación de tierras que permite obtener la aptitud de un TUT requiere cinco momentos: i). Priorización y definición del TUT, ii) Determinación de los requerimientos, iii) Oferta del territorio, iv) Procesamiento espacial, y v). Resultados; estos momentos se esquematizan en la Figura 2 y se explican a continuación.

Figura 2 Diagrama metodológico general de evaluación de tierras



Fuente: (Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), 2019a, p. 22)

El proceso inicia con la priorización y definición del TUT tomando como insumo el resultado o listado de apuestas productivas priorizadas para el departamento. Para la definición del TUT se tiene en cuenta: los propósitos agronómicos, económicos y sociales del TUT, y la narrativa describe formas de producción, especie, nivel de tecnificación, mercado objetivo, y escala de producción.

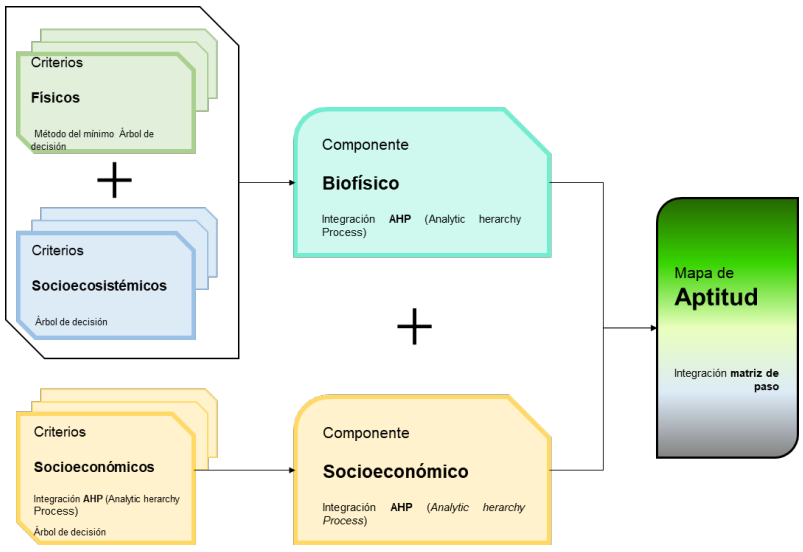
Cada componente está compuesto por criterios y estos a su vez por variables las cuales son la unidad básica sobre la cual se recopila información y se determinan los requerimientos necesarios para el establecimiento adecuado y eficiente del TUT.

Por cada componente se identifican las unidades de tierra existentes en la oferta del territorio, sobre estas unidades se recopila información secundaria de tipo oficial y en la medida de lo posible a escala detallada. La información de las unidades de tierra es comparada con los requerimientos del TUT.

Con base en la agrupación de las variables y criterios por cada componente y TUT se genera una estructura cartográfica o modelo sobre el cual se trabaja y se obtienen salidas gráficas de cada una de las variables; también se espacializan los criterios y componentes. Durante el proceso para obtener la aptitud es necesario aplicar diversos métodos de integración, esquematizado en la Figura 3, entre ellos figuran: el más limitante, el análisis jerárquico o AHP, y matriz de paso, los cuales serán abordados más adelante.

Dentro de las integraciones generadas se resaltan la fusión de los criterios físicos con los socioecosistémicos por el método de análisis jerárquico para obtener el componente biofísico, este nuevo componente a su vez se integra con el componente socioeconómico, empleando una matriz de paso que da como resultado un mapa de aptitud preliminar por TUT, a este mapa se le agregan las capas de exclusiones legales y condicionantes, de acuerdo a la versión vigente de frontera agrícola, obteniendo la aptitud final.

Figura 3. Esquema general de integración para obtener la aptitud



Fuente: Elaboración propia con base en la actualización de la Metodología de Evaluación de tierras con fines agropecuarios a escala general, (UPRA, 2019).

A continuación, se explican los métodos de integración que habitualmente se usan para obtener la aptitud.

2.2.1. Método del más limitante[4]

Este método toma la cualidad o característica más limitante[5] del TUT a evaluar, para ello se conforma una matriz, en las columnas se colocan las características o atributos (variables) por evaluar y en las filas la calificación de la aptitud para cada atributo; al final, en la columna de la derecha se califica la aptitud con base en el valor mínimo o el más limitante (Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), 2019b, p. 73).

2.2.2. Método de árbol de decisión

En este modelo jerárquico se califica el grado de aptitud: alta, media y baja para cada una de las variables, hasta que todas hayan sido evaluadas[6]. Luego, se suman las variables que componen el criterio (previo a esto se han asignado valores de 1 para la aptitud baja, 2 para la aptitud media y 3 para la aptitud alta). Finalmente, se categorizan las calificaciones resultado de la sumatoria. (Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), 2019b, p. 74).

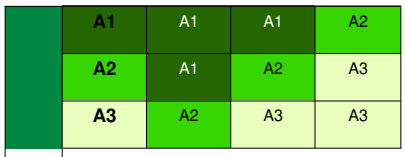
2.2.3. Matriz de paso

Método aplicado para obtener la aptitud final de la evaluación de tierras, para ello se emplea una matriz denominada “Matriz de paso”, de tamaño 3 x 3”, predeterminada por la UPRA, donde se comparan las clases de aptitud de los dos componentes, biofísico (físico y socioecosistémico) y socioeconómico, detalle en la Tabla 2

Tabla 2. Matriz de paso

	Socioeconómico			
		A1	A2	A3

[4] Usado para agrupar variables por criterio en el componente físico (Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), 2019a, p. 70)
[5] Basado en la adaptación de la Ley del mínimo del alemán Justus Von Liebig en 1855, (Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), 2019a, p. 73)
[6] Usado para agrupar variables a criterios, en donde las variables requieren conceptos o juicios de expertos (Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), 2019a, p. 71)



Fuente: (Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), 2019a)

2.2.4. **Proceso Análisis Jerárquico (AHP)**[7]

"Este método permite básicamente obtener los pesos de los criterios que constituyen un componente, a parir de una serie de comparaciones por pares teniendo en cuenta la percepción y evaluación de los expertos temáticos" (Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), 2019a, p. 71). En este método los criterios se organizan en una estructura jerárquica[8], en una matriz de "n" criterios por "n" criterios y se califica la importancia de estos por medio de calificaciones se dan en una escala de sumamente menos importante a sumamente más importante (1/9 a 9), según la escala que se detalla en la Tabla 3.

Tabla 3. Escala de valoración de importancia proceso de análisis jerárquico (Saaty)

Escala de valoración de la importancia de un criterio x sobre un criterio								
1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Sumamente	Muy fuertemente	Fuertemente	Moderadamente	Igualmente	Moderadamente	Fuertemente	Muy fuertemente	Sumamente
Menos importante				Igual	Más importante			

Fuente: (Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), 2015, p. 94)

Finalmente, esta matriz se analiza para obtener los pesos de cada uno de los criterios o variables analizadas, aplicando un software experto de código abierto como el PriEst — Priority Estimation Tool, y se verifica la consistencia[9] y coherencia de la información (Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), 2019a, p. 72).

[7] AHP por su sigla en ingles
[8] Con un enfoque de toma de decisiones de criterios múltiple según (Saaty, 1990) citado en (Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), 2019a, p. 71)
[9] La consistencia debe ser menor al 10 %

3. Desarrollo Metodológico

3.1. Priorización y definición del TUT

En la Tabla 4 se relaciona la definición del TUT para el cual se desarrolla un proceso de elaboración completa de zonificación de aptitud; esta definición se realizó en conjunto con la Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural de Caldas, teniendo en cuenta “propósitos agronómicos, económicos y sociales, descritos a partir de formas de producción, especie, nivel de tecnificación, mercado objetivo, ámbito político-administrativo y escala de producción” según (Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), 2019a, p. 28).

Tabla 4 Definición del TUT

TUT	
Cultivo tecnificado de Mora	Cultivo tecnificado de mora (*Rubus glaucus* Benth) con ecotipos adaptados al territorio, para el consumo en fresco y transformación industrial, dirigido al mercado local, nacional y con potencial al mercado internacional

Fuente: Elaboración propia con base en la definición del TUT para Caldas UPRA (2023).

3.2. Estructura componentes, criterios y variables

En el proceso de evaluación de tierras se manejan “tres (3) niveles de jerarquía, las variables que corresponde al nivel inferior, los criterios que están en el nivel intermedio y en el nivel superior los componentes” (Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), 2019a, p. 71)

Como ya se ha enunciado los componentes son: el físico, el socioecosistémico y el socioeconómico, a continuación, se relacionan por componente los criterios y variables que los conforman.

3.2.1. Componente físico

Para el componente físico se determinaron ocho (8) criterios y veinte (20) variables, que permitieron evaluar las características físicas de la tierra, en la Tabla 5 se relación estos elementos analizados para el TUT de mora.

Tabla 5. Criterios y variables para el componente físico para el TUT de mora

Criterios	Variables	Unidad
Capacidad de laboreo	Pedregosidad	Cualitativa
	Pendiente	%
Condiciones Climáticas	Brillo Solar	Horas-luz/día
	Humedad Relativa	%
	Temperatura Media	°C
Condiciones de enraizamiento	Profundidad efectiva	cm
	Textura	Cualitativa
Disponibilidad de humedad	Índice de disponibilidad de humedad	Cuantitativa
	Régimen de humedad	Cualitativa
Disponibilidad de nutrientes	Acidez	pH
	Capacidad de intercambio catiónico	cmol/kg
	Carbono orgánico	%
	Saturación de bases	%
Disponibilidad de oxigeno	Drenaje natural	Adimensional
	Susceptibilidad a inundaciones	Adimensional
Susceptibilidad a la pérdida del suelo	Erosión actual	Adimensional
	Deslizamientos	Adimensional
	Remoción en masa	Adimensional
Toxicidad de suelos	Saturación de aluminio	%
	Salinidad	Ds/m

Fuente: Elaboración propia con base en los criterios y variables físicas para el TUT zonificado para Caldas, UPRA (2023).

Para cada una de las veinte (20) variables se identificaron los rangos de aptitud para el TUT de mora[10] con el objetivo de alcanzar la mayor productividad de este. Los rangos establecidos se presentan en el Anexo 1. Matriz de requerimientos y también los detalles de las variables y los criterios están en el Anexo 2. Fichas Metodológicas.

3.2.2. Componente socioecosistémico

> La aptitud de la tierra desde su concepto se entiende como la adaptabilidad de un territorio para una actividad dada, por tal razón el proyecto de zonificación se establece desde el componente Socioecosistémico en estrecha relación con el potencial de uso del cultivo para fines comerciales, sin que esta actividad represente un generador de deterioro frente a los intereses de protección y conservación de la biodiversidad (Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), 2021, p. 79).

Desde el componente socioecosistémico, la aptitud representa el potencial del territorio para el desarrollo de los cultivos y la permanencia de la actividad. “De esta forma, las áreas con mayor aptitud para el cultivo son aquellas donde la actividad productiva genera un menor impacto en los bienes y servicios que proveen los ecosistemas o contribuye a mejorarlos” (Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), 2021, p. 79).

Para este componente analizaron cinco (5) criterios, cinco (5) variables y tres (3) subvariables[11] como se presenta en la Tabla 6.

Tabla 6. Criterios y variables para el componente socioecosistémico para el TUT de mora

Criterio	Variable	Subvariable	Unidad
Cambio de cobertura	N/A	N/A	Cualitativa
Integridad ecológica	Índice de Naturalidad	N/A	%
	Conectividad estructural de las coberturas	N/A	Cualitativa

[10] A partir de los requerimientos iniciales para el cultivo de mora, la contrastación con las unidades de tierras del departamento de Caldas y la reclasificación en las categorías de aptitud
[11] Cuarto nivel de jerarquía manejado para el criterio de integridad ecológica

Criterio	Variable	Subvariable	Unidad
	ACES	AICAS	Densidad de especies
		AC	Cualitativa
		APC	Densidad de especies
Apropiación del agua	Diferencia de uso consuntivo	N/A	ETR (mm/año)
	índice de uso del agua	N/A	m3/ha/año
Riesgo a incendios de la cobertura vegetal	N/A	N/A	Cualitativa
Contenido estimado de carbono	N/A	N/A	T (ca)/ha/año

Fuente: Elaboración propia con base en los criterios y variables socioecosistémicas para los TUT zonificado para Caldas, UPRA (2023).

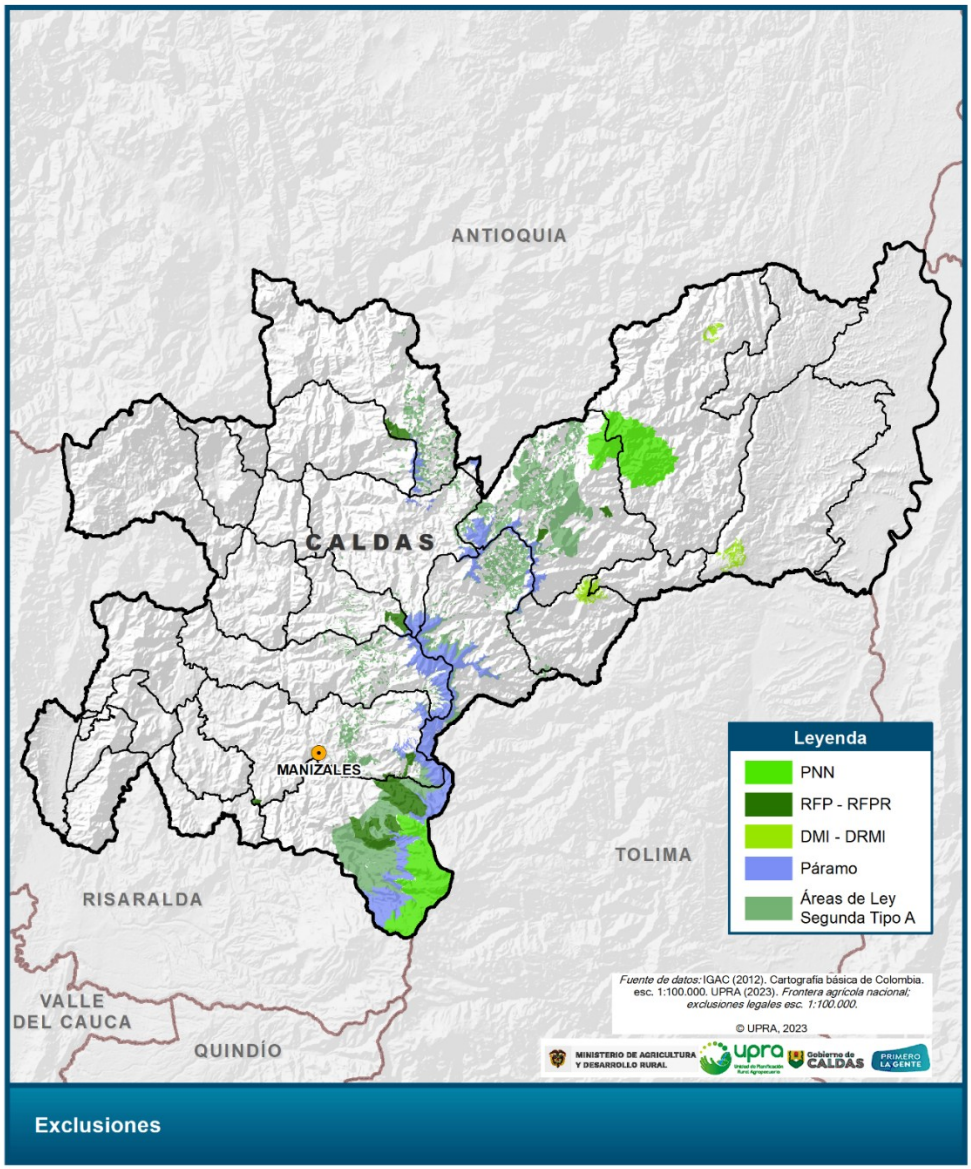
En el componente socioecosistémico también se abordan las exclusiones legales[12] y las condicionantes[13] del departamento de Caldas, de acuerdo con la frontera agrícola vigente 2023.

3.2.2.1. **Exclusiones del departamento de Caldas**

Corresponden a los territorios donde no se permiten actividades agropecuarias por mandato de la ley y las áreas identificadas por la normatividad ambiental que restringen totalmente la actividad agropecuaria y las directrices del MADS (Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), 2018, p. 49), en el desarrollo de la evaluación de tierras para el departamento de Caldas, se identificaron 8 categorías como se muestra en la Figura 4, correspondiente a 88.301,29 ha las cuales las cuales se describen a continuación.

[12] "Hace referencia a las figuras de protección ambiental definidas en normas legales vigentes que restringen el desarrollo de actividades agropecuarias en el suelo rural" (Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), 2019a, p. 63)
[13] "Áreas donde las actividades agropecuarias pueden ser permitidas, restringidas o prohibidas de acuerdo con las condiciones impuestas por la ley" (Resolución 261 de 2018, 2018)

Figura 4. Exclusiones legales del departamento de Caldas



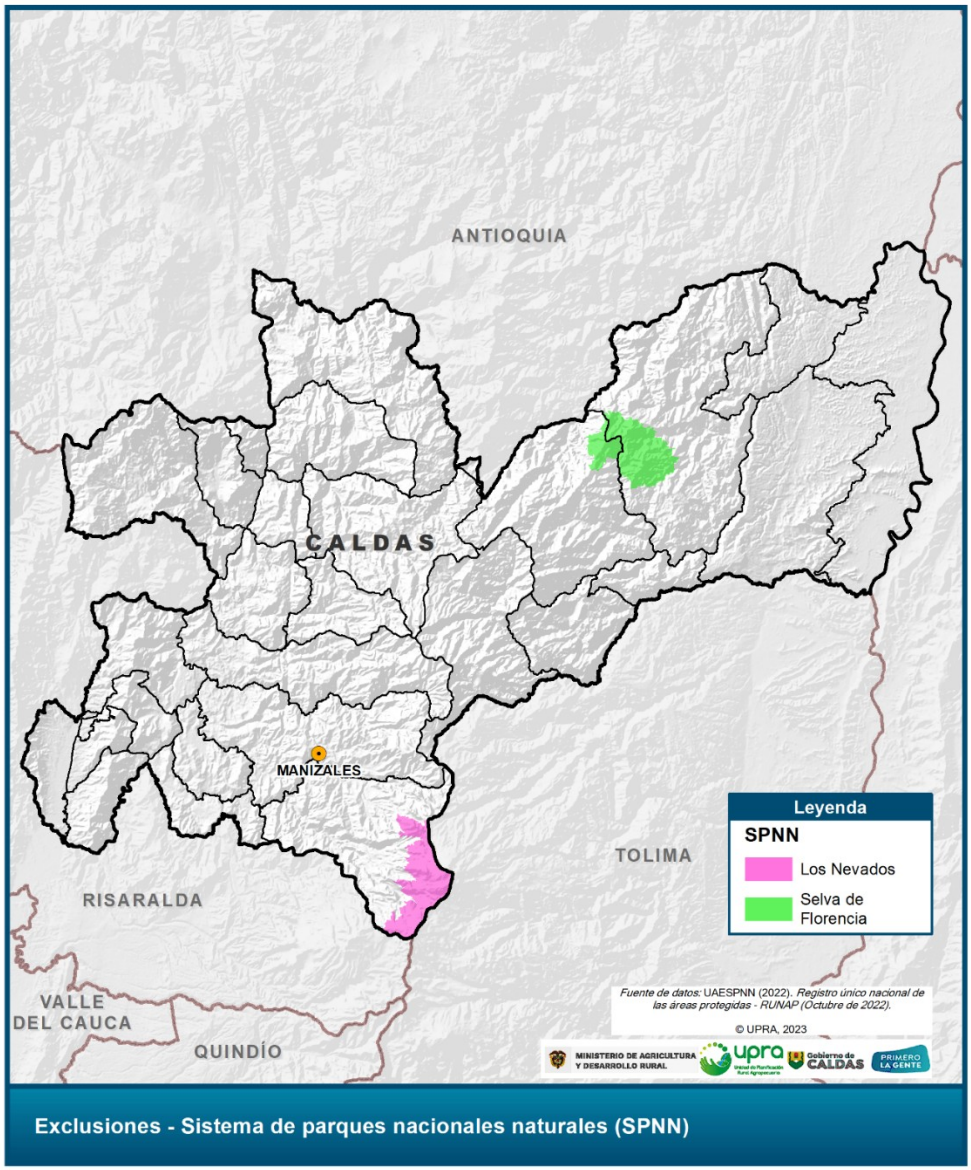
Fuente: (Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), 2023a)

3.2.2.1.1. ***Sistema de Parque Naturales Nacionales***

El Sistema de Parques Nacionales Naturales forma parte del SINAP y está integrado por los tipos de áreas consagrados en el artículo 329 del Decreto-ley 2811 de 1974. La reserva, delimitación, alinderación y declaración de las áreas del Sistema de Parques Nacionales

Naturales corresponde al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y las acciones necesarias para su administración y manejo corresponden a Parques Nacionales Naturales de Colombia (Decreto 1076 de 2015, 2015). En el departamento de Caldas se encuentra el Parque Nacional Natural Los Nevados (9.056,98 ha) y Selva de Florencia (10.020,11 ha), como se presenta en la Figura 5.

Figura 5. PNN del departamento de Caldas.



Fuente: UPRA (2023) con base en (Registro Único Nacional de áreas protegidas - RUNAP, 2022a)

3.2.2.1.2. ***Sistema Nacional de Áreas Protegidas - SINAP***

- **Reservas forestales protectoras**

Esta zona de propiedad pública o privada se reserva para destinarla al establecimiento o mantenimiento y utilización sostenible de los bosques y demás coberturas vegetales naturales. La reserva, delimitación, alinderación, declaración y sustracción de las Reservas Forestales que alberguen ecosistemas estratégicos en la escala nacional, corresponde al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en cuyo caso se denominarán Reservas Forestales Protectoras Nacionales. La administración corresponde a las Corporaciones Autónomas Regionales de acuerdo con los lineamientos establecidos por el Ministerio. La reserva, delimitación, alinderación, declaración, administración y sustracción de las Reservas Forestales que alberguen ecosistemas estratégicos en la escala regional, corresponde a las Corporaciones Autónomas Regionales, en cuyo caso se denominarán Reservas Forestales Protectoras Regionales (Decreto 1076 de 2015, 2015). Actualmente el departamento de Caldas cuenta con 9 Reservas forestales protectoras regionales, las cuales se mencionan en la Tabla 7 y se presentan en la Figura 6.

Tabla 7. Reservas forestales protectoras regionales del departamento de Caldas.

Nombre	Municipio	Área (ha)
Bosques de la CHEC	Villamaría y Manizales	4.666,18
Bosques vereda El Diamante	Aránzazu	650,76
El Popal	Pensilvania	230,98
La Linda	Pensilvania	196,69
La Marina	Villamaría	168,84
Planalto	Manizales	93,29
Sabinas	Manizales	82,40
Tarcará	Aguadas y Pácora	727,35
Torre cuatro	Manizales	309,79

Fuente: elaboración propia con base en RUNAP, UPRA (2023).

- **Distritos Regionales de manejo integrado**

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,

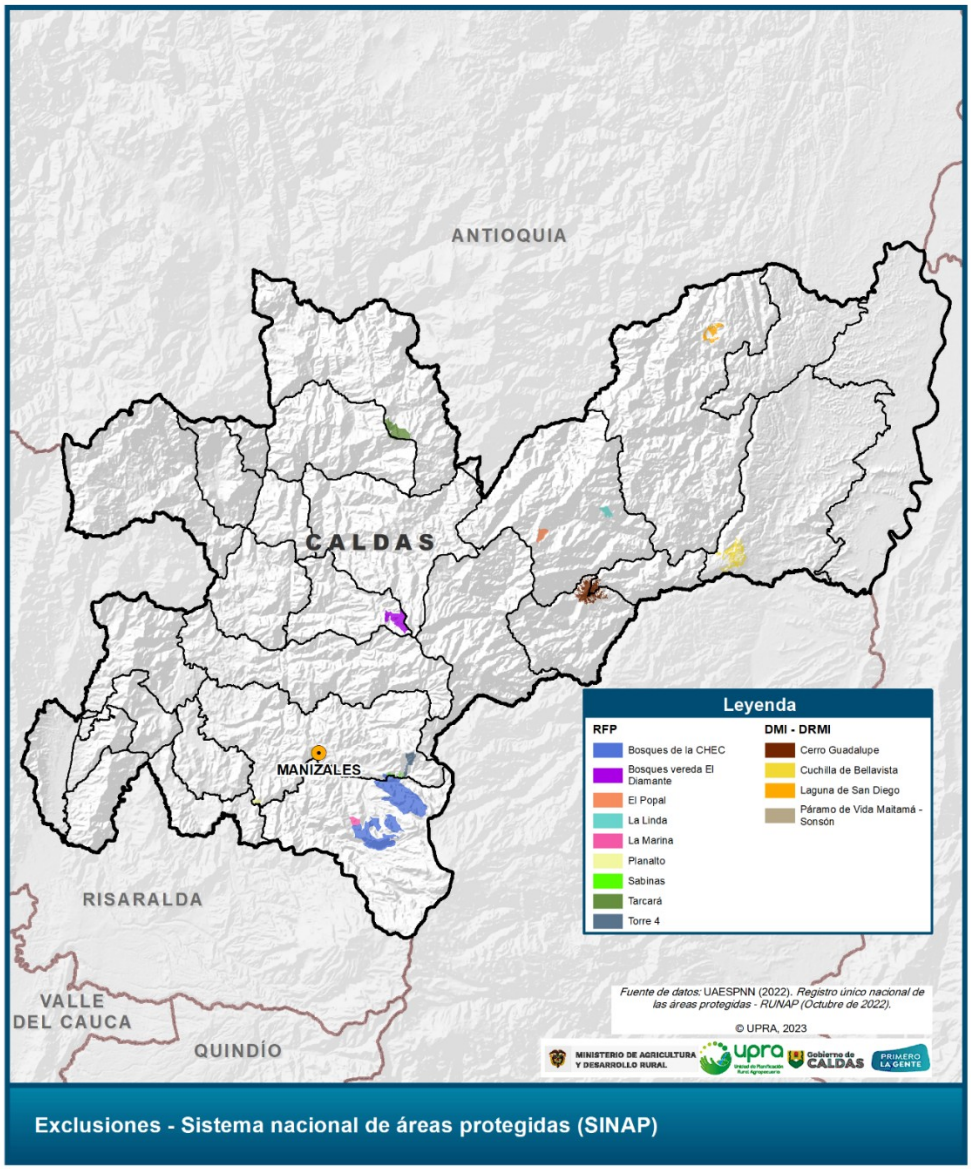
preservación, restauración, conocimiento y disfrute. La reserva, delimitación, alinderación, declaración, administración y sustracción de los Distritos de Manejo Integrado que alberguen paisajes y ecosistemas estratégicos en la escala regional, corresponde a las Corporaciones Autónomas Regionales, a través de sus Consejos Directivos, en cuyo caso se denominarán Distritos Regionales de Manejo Integrado (Decreto 1076 de 2015, 2015). En el departamento de Caldas se identificaron 4 DRMI (ver Tabla 8) con la categoría de zonas de preservación y restauración definidas en la zonificación ambiental de cada DRMI, las cuales se presentan en la Figura 6.

Tabla 8. DRMI con áreas de exclusión legal en el departamento de Caldas.

Nombre	Municipio	Área (ha)
Cerro Guadalupe	Manzanares y Marquetalia	993,66
Cuchilla de Bellavista	Samaná	796,85
Laguna de San Diego	Samaná	366,56
Páramo de Vida Maitamá – Sonsón	Aguadas, Salamina y Pensilvania	128,49

Fuente: elaboración propia con base en RUNAP, UPRA (2023).

Figura 6. Áreas de exclusión del SINAP en el departamento de Caldas.



Fuente: UPRA (2023) con base en (Registro Único Nacional de áreas protegidas - RUNAP, 2022b)

3.2.2.1.3. ***Ecosistemas estratégicos***

El Decreto 1076 de 2015 en el artículo 2.2.2.1.3.8, define como ecosistemas estratégicos las zonas de páramos, subpáramos, los nacimientos de agua y las zonas de recarga de acuíferos como áreas de especial importancia ecológica gozan de protección especial, 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 dicho decreto.

A continuación, se describen las áreas de especial importancia ecosistémica y ecosistemas estratégicos presentes en el departamento de Caldas:

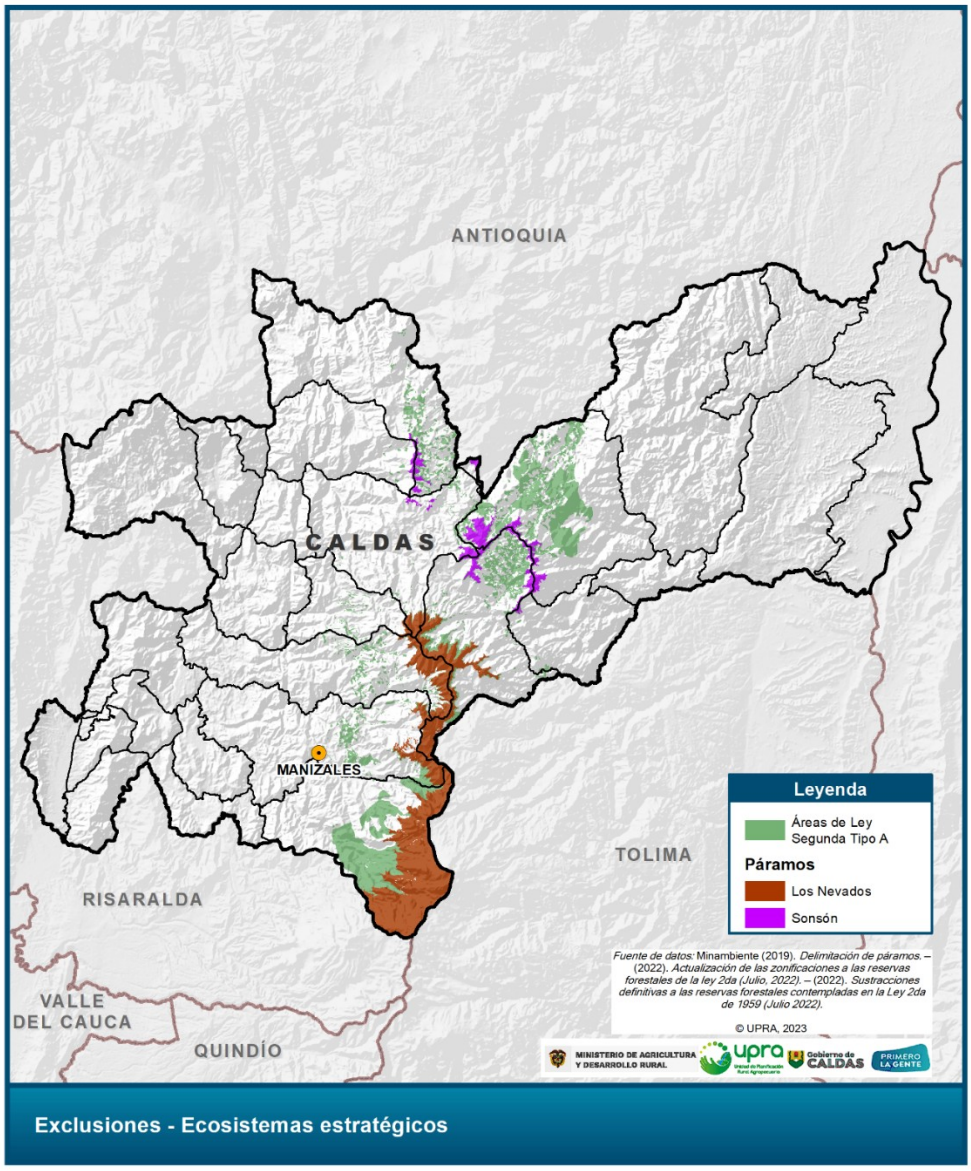
- **Páramos**

Los páramos, por ser indispensables en la provisión del recurso hídrico, se consideran de prioridad nacional e importancia estratégica para la conservación de la biodiversidad del país, su protección adopta un enfoque ecosistémico e intercultural que reconoce el conjunto de relaciones socioculturales y procesos ecológicos que inciden en la conservación de la diversidad biológica, de captación, almacenamiento, recarga y regulación hídrica que garantiza los garantiza los servicios ecosistémicos. (Ley 1930 de 2018, 2018). El departamento de Caldas cuenta con el páramo de Los Nevados (27.084,18 ha), y Sonsón (5.167,06 ha) los cuales se identifican en la Figura 7.

- **Áreas de Reservas Forestales de la Ley 2 de 1959**

Las áreas de reserva forestal constituidas mediante la expedición de la Ley 2a de 1959, están orientadas para el desarrollo de la economía forestal y protección de los suelos, las aguas y la vida silvestre (Ley 2 de 1959, 1959). Corresponden a las áreas de especial importancia ecológica, que por sus características gozan de protección especial y requieren del desarrollo de acciones tendientes a su conservación, a partir de la zonificación de las siete zonas de reserva forestal, adelantada por el MADS, se identificaron tres zonas, denominadas A, B y C, de las cuales para la frontera agrícola se excluyen los territorios que se encuentren en la categoría A. El departamento de Caldas cuenta con 57.816,21 ha bajo está categoría, como se presenta en la Figura 7.

Figura 7. Ecosistemas estratégicos del departamento de Caldas.



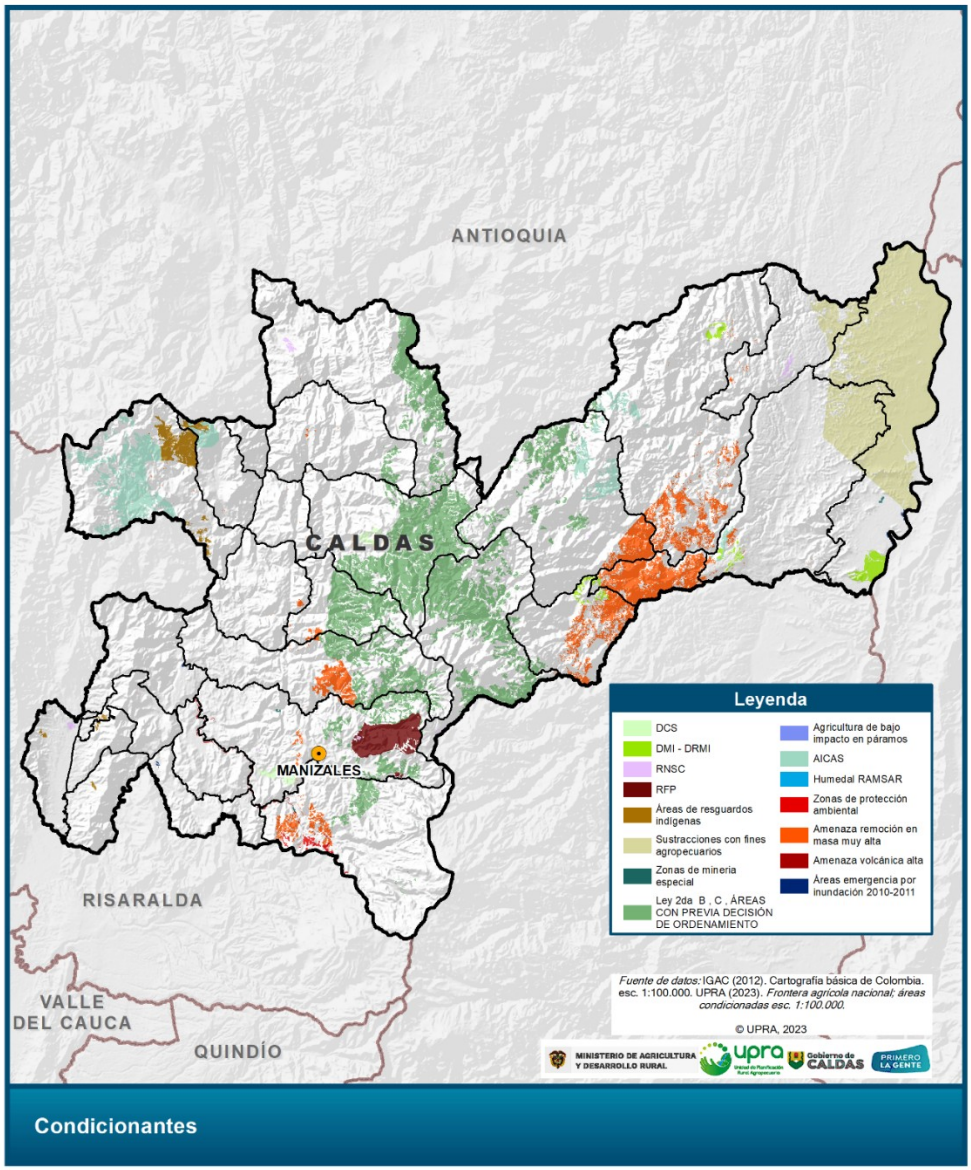
Fuente: UPRA (2023) con base en (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Minambiente), 2019, 2022).

3.2.2.2. **Condicionantes**

Corresponden a aquellas áreas donde las actividades agropecuarias pueden ser permitidas, restringidas o condicionadas por factores de orden físico, ecosistémico, social o

económico, por medio de actas administrativos y bajo la dirección de una entidad de orden territorial o nacional; el departamento de Caldas cuenta áreas condicionadas en la categoría del Sistema Nacional de áreas protegidas, Área de interés cultural nacional, Ecosistemas Estratégicos, Áreas complementarias de conservación y desarrollo sostenible y Áreas con riesgo a desastres naturales, los cuales se presentan en la Figura 8 y se describen a continuación.

Figura 8. Condicionantes del departamento de Caldas.



Fuente: (Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), 2023b)

3.2.2.2.1. ***Sistema Nacional de Áreas Protegidas - SINAP***

- **Distritos Regionales de Manejo Integrado**

Los DRMI que se consideran como una condición para el desarrollo de actividades agropecuarias corresponden a aquellos que no cuentan con un plan de manejo ambiental o en su zonificación de manejo ambiental se definieron las categorías de zonas de uso sostenible y las zonas generales de uso público, en el departamento de Caldas se identificaron 4 DRMI con estas características, los cuales se listan en la Tabla 9 y se presentan en la Figura 9.

Tabla 9. DRMI con áreas condicionadas, en el departamento de Caldas.

Nombre	Municipio	Área (ha)
Cerro Guadalupe	Manzanares y Marquetalia	529,98
El Meandro o Madrevieja Guarinocito	La Dorada	1.394,08
Cuchilla de Bellavista	Samaná	323,17
Laguna de San Diego	Samaná	362,68

Fuente: elaboración propia con base en RUNAP, 2023.

- **Reservas naturales de la sociedad civil**

Corresponden a las áreas protegidas privadas donde la parte o el todo del área de un inmueble, conserva una muestra de un ecosistema natural y sea manejado bajo los principios de la sustentabilidad en el uso de los recursos naturales y que por la voluntad de su propietario se destina para su uso sostenible, preservación o restauración con vocación de largo plazo. El departamento de Caldas cuenta con 14 Reservas declaradas, las cuales abarcan un área de 634,30 ha (ver Figura 9.).

- **Distritos de conservación de suelos**

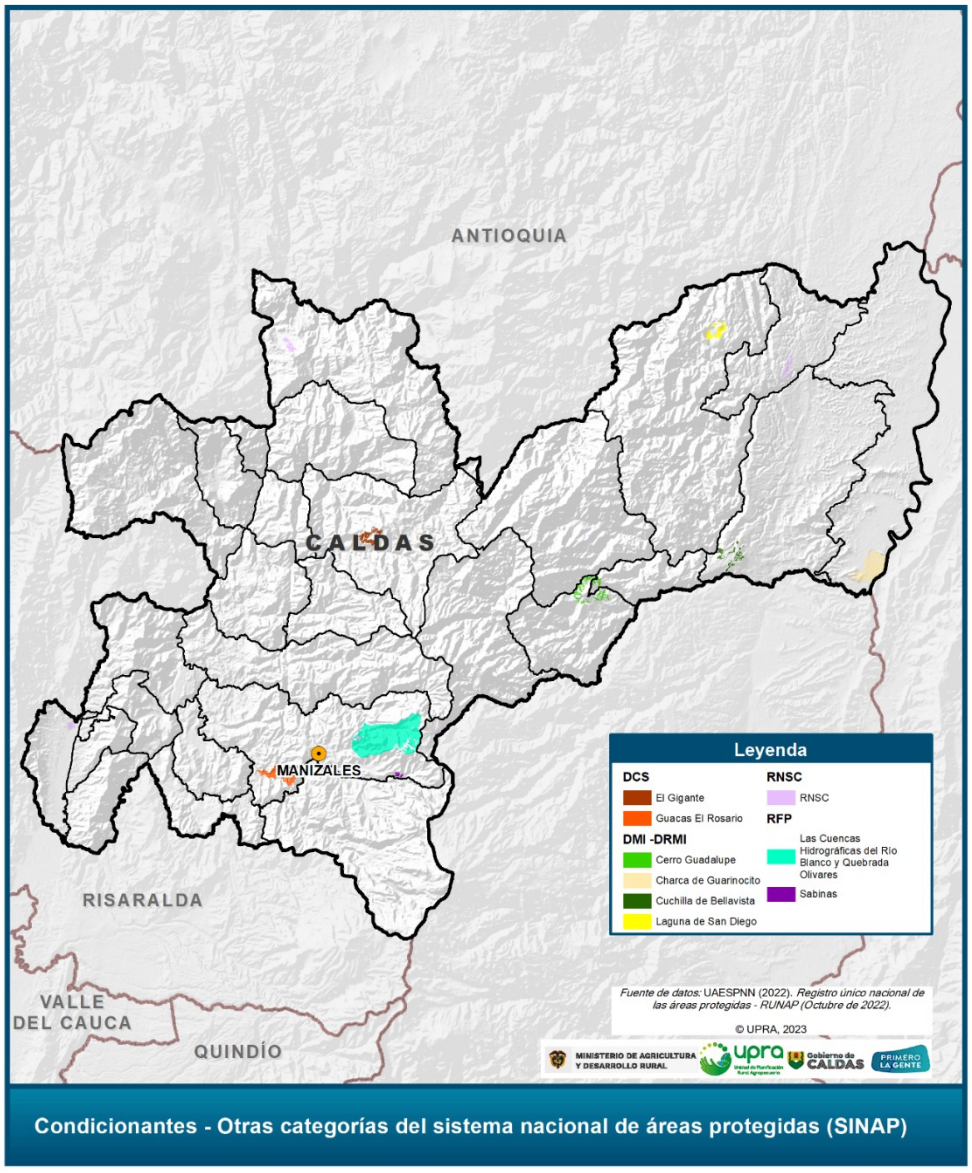
Se definen como el espacio geográfico cuyos ecosistemas estratégicos, mantienen su función, aunque su estructura y composición hayan sido modificadas con un potencial significativo de recuperación y cuyos valores naturales y culturales asociados, se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su restauración, uso sostenible,

conocimiento y disfrute (Decreto 1076 de 2015, 2015). La reserva, delimitación, alinderación, declaración, administración y sustracción corresponde a las Corporaciones Autónomas Regionales, mediante acuerdo del respectivo Consejo Directivo. El departamento de Caldas cuenta con el DCS El Gigante (497,54 ha) y Guacas El Rosario (911,96 ha), los cuales se presentan en la Figura 9.

- **Reservas Forestales Protectoras**

Se definen como un espacio geográfico en el que los ecosistemas de bosque mantienen su función, aunque su estructura y composición haya sido modificada y los valores naturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su preservación, uso sostenible, restauración, conocimiento y disfrute. Esta zona de propiedad pública o privada se reserva para destinarla al establecimiento o mantenimiento y utilización sostenible de los bosques y demás coberturas vegetales naturales. La reserva, delimitación, alinderación, declaración y sustracción de las Reservas Forestales corresponde a las Corporaciones Autónomas Regionales y al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, de acuerdo con su jurisdicción. El departamento de Caldas cuenta con la RFP Cuencas Hidrográficas del Río Blanco y Quebrada Olivares (4.600,03 ha) y Sabinas (59,29 ha) como se presenta en la Figura 9.

Figura 9. Áreas condicionadas del SINAP en el departamento de Caldas.

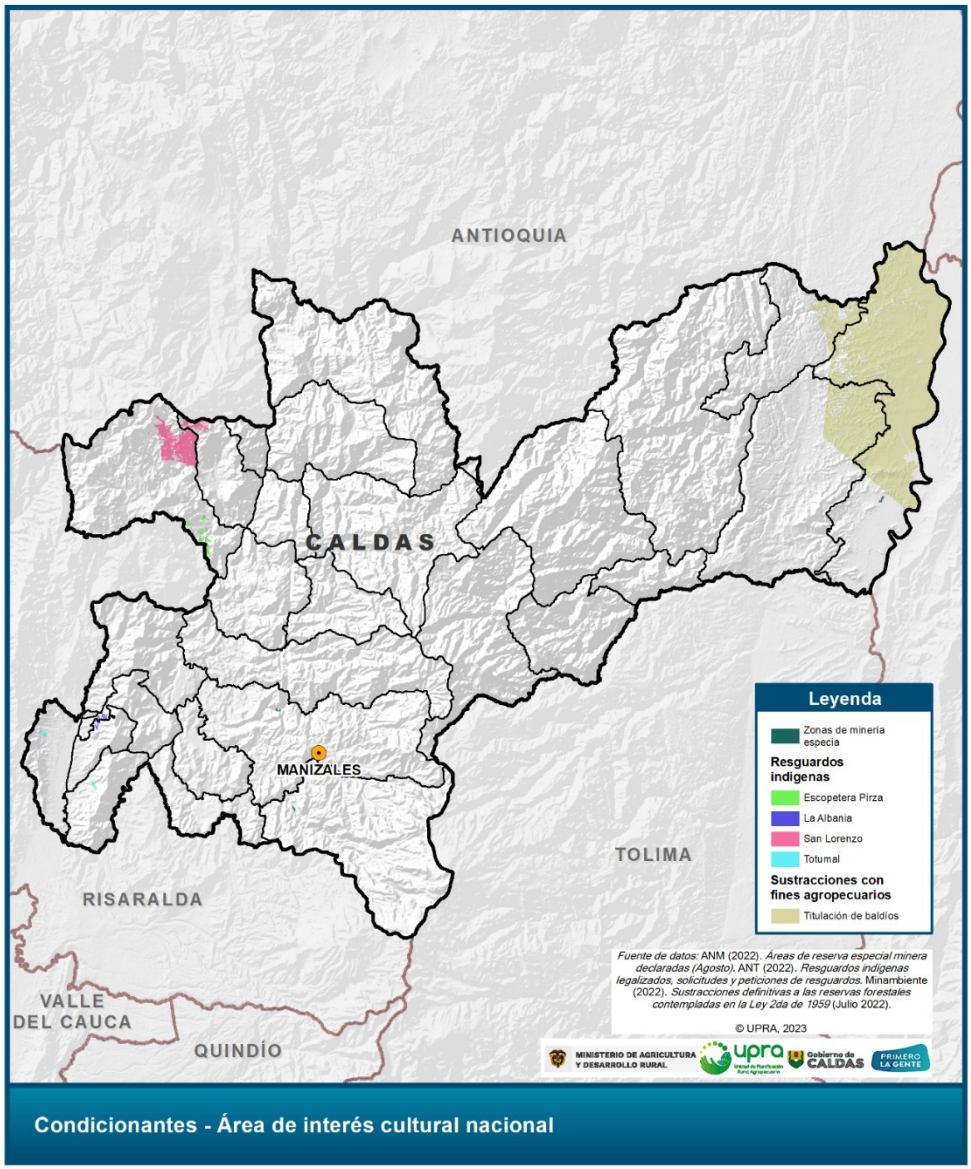


Fuente: UPRA (2023) con base en (Registro Único Nacional de áreas protegidas - RUNAP, 2022b)

3.2.2.2.2. ***Área de interés cultural nacional***

Son aquellas zonas que, por su importancia cultural y de especial interés histórico, artístico, científico, estético o simbólico, ameritan una primordial protección del Estado, tendiente a su conservación, cuidado, rehabilitación y divulgación para así evitar su alto grado de vulnerabilidad. En esta categoría se encuentran las áreas de resguardos indígenas con 3.633,38 ha, las Sustracciones con fines agropecuarios con 49.016,57 ha, y las áreas de reserva especial minera con 104,03 ha, como se presenta en la Figura 10.

Figura 10. Áreas de interés cultural del departamento de Caldas.



Fuente: UPRA (2023) con base en (Agencia Nacional de Minería (ANM), 2022)(Agencia Nacional de Tierras (ANT), 2022)

*3.2.2.2.3. **Ecosistemas Estratégicos***

- **Áreas de Reservas Forestales de la Ley 2 de 1959**

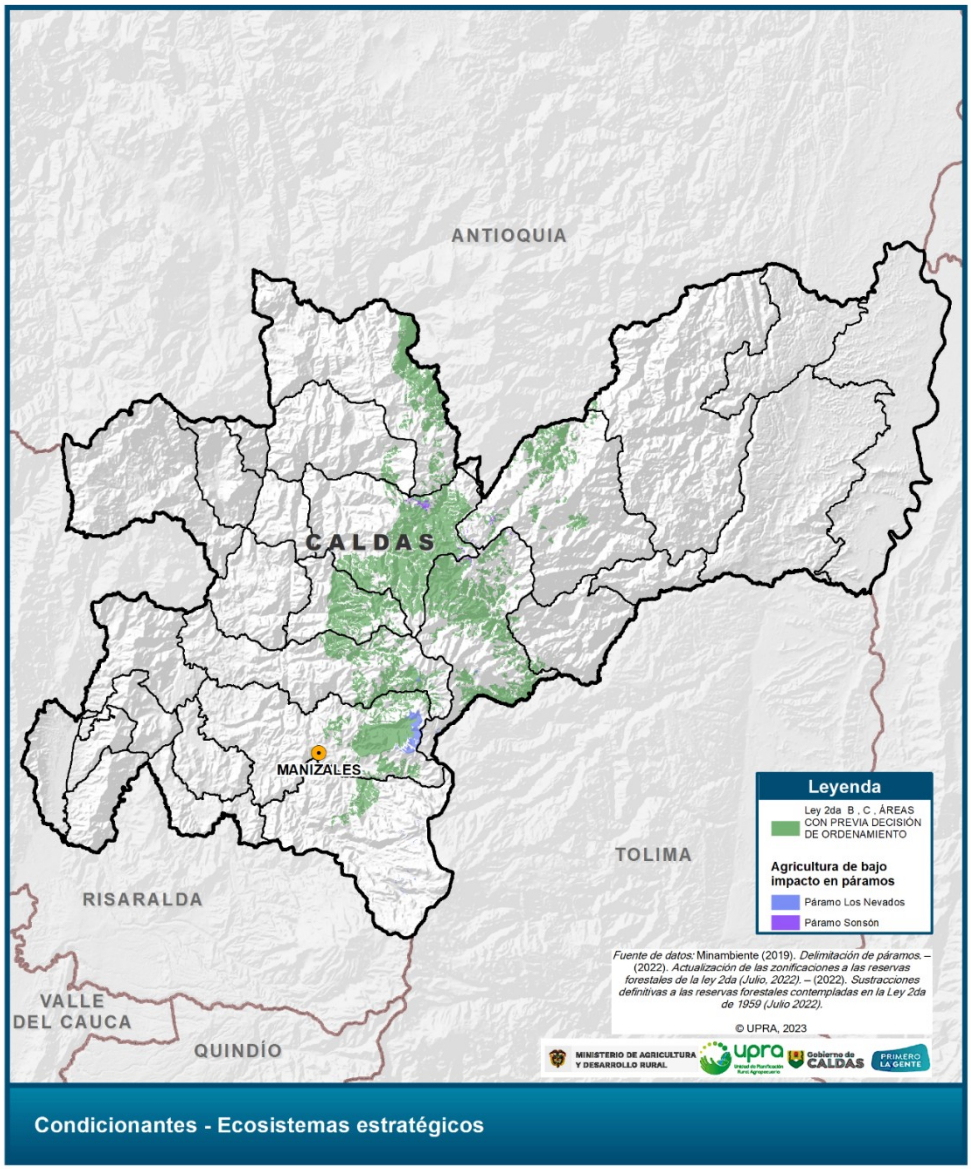
A partir de la zonificación de las siete zonas de reserva forestal, adelantada por el MADS, se identificaron tres zonas, denominadas A, B y C, de las cuales para la frontera agrícola las

categorías B y C son condicionadas, de acuerdo con su régimen de uso, el departamento de Caldas cuenta con 66.128,04 ha en esta categoría, como se presenta en la Figura 11.

- **Agricultura de bajo impacto en páramos**

La Ley 1930 de 2018, en su artículo 10, establece que podrá permitirse la continuación de las actividades agropecuarias de bajo impacto que se vienen desarrollando en las zonas de páramo delimitados, haciendo uso de las buenas prácticas que cumplen con los estándares ambientales y en defensa de los páramos, habilitando las zonas agropecuarias que se venían desarrollando con anterioridad al 16 de junio de 2011, que se encuentran al interior de las áreas de los páramos delimitados; el departamento de Caldas cuenta con 2 complejos de páramos delimitados y 1.566,63 ha para el desarrollo de agricultura de bajo impacto, como se muestra en la Figura 11.

Figura 11. Ecosistemas estratégicos en el departamento de Caldas.



Fuente: UPRA (2023) con base en (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Minambiente), 2019, 2022)

3.2.2.2.4. ***Áreas complementarias de conservación y desarrollo sostenible***

El Decreto 1076 de 2015 mediante el artículo 2.2.2.1.3.1 considera las estrategias de conservación in situ como aquellas áreas que aportan a la protección, planeación y manejo de los recursos naturales renovables y al cumplimiento de los objetivos generales de

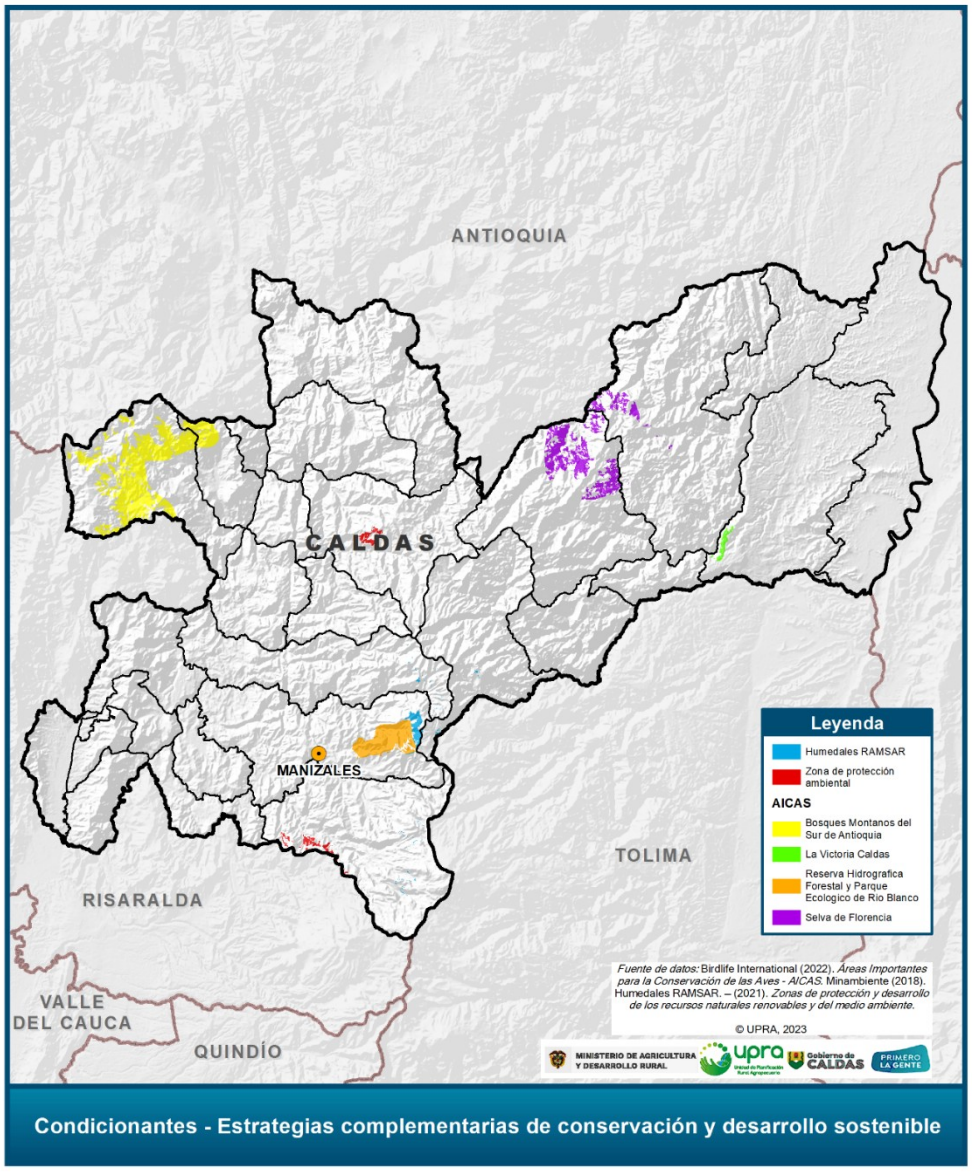
conservación de país, hasta tanto se adelante el proceso de registro en el RUNAP, así mismo el artículo 2.2.2.1.3.7 del mismo Decreto hace referencia a las distinciones internacionales (sitios Ramsar, Reservas de la Biosfera, AICAS y Patrimonio de la Humanidad como estrategias complementarias para la conservación de la diversidad biológica, cuyo origen son los tratados y convenios internacionales. El departamento de Caldas cuenta con 4 AICAS (ver Tabla 10), el humedal Ramsar Laguna del Otún con 1.136,47 ha y 1.030,55 ha en zonas de protección ambiental, correspondientes a las zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medio ambiente, establecidas en la Resolución 1814 de 2015, modificada por la Resolución 2157 de 2017, como se presenta en la Figura 12.

Tabla 10. AICAS del departamento de Caldas.

Nombre	Área (ha)
Bosques Montanos del Sur de Antioquia	11.889,75
La Victoria	408,25
Reserva Hidrográfica, Forestal y Parque Ecológico de Río Blanco	3.333,59
Selva de Florencia	5.324,35

Fuente: elaboración propia con base en la página web de BirdLife UPRA (2023).

Figura 12. Áreas complementarias de conservación y desarrollo sostenible en el departamento de Caldas.

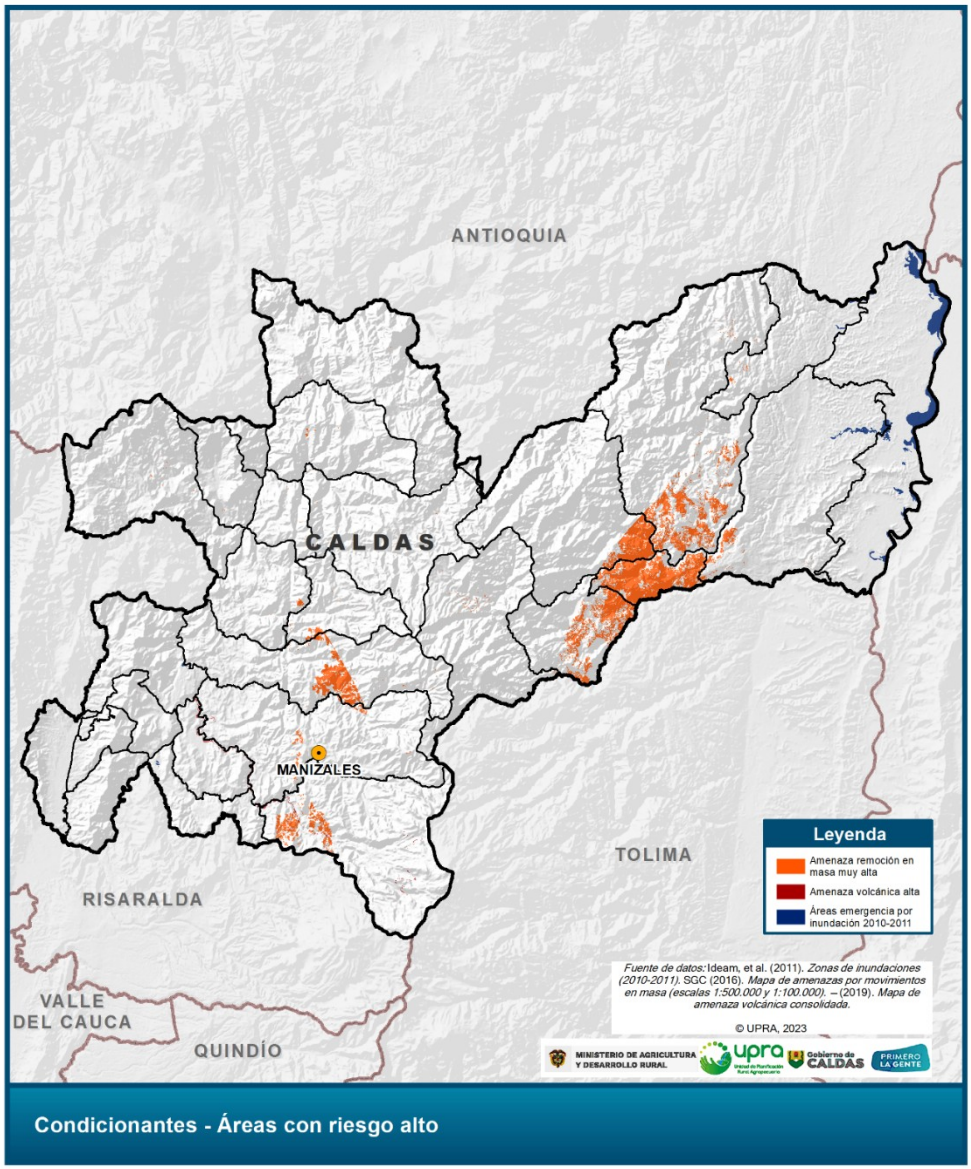


Fuente: UPRA (2023) con base en (Birdlife Internacional, 2022; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Minambiente), 2018)

3.2.2.2.5. ***Áreas de riesgo alto a los desastres naturales***

Esta categoría incluye las áreas de amenaza muy alta por movimientos en masa y amenaza alta volcánica, bajo la consideración del principio de precaución que establece la Ley 1523 de 2012, mediante la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres. En el departamento de Caldas se identificaron 23.803,92 ha con amenaza muy alta a los procesos de remoción en masa, 589,62 ha en amenaza volcánica alta y 6.148,30 ha de áreas inundables, como se presenta en la Figura 13.

Figura 13. Áreas de riesgo alto a los desastres naturales en el departamento de Caldas.



Fuente: UPRA (2023) con base en (Instituto de hidrología meteorología y estudios ambientales (IDEAM)., 2011; Servicio Geológico Colombiano (SGC), 2016)

3.2.3. **Componente socioeconómico**

Con el propósito de identificar, cuantificar y valorar el impacto social y económico que genera la constitución, establecimiento y desarrollo del TUT de mora para el departamento

de Caldas objeto de la presente evaluación de tierras, se trabajó el componente socioeconómico como parte de la metodología empleada, tal como se describe en el primer apartado de este documento.

En el componente socioeconómico, para la presente evaluación, se abordaron 39 variables, y cuatro (4) subvariables, para cada el TUT evaluado, dichas variables y subvariables están agrupadas en siete (7) criterios.

A continuación, en la Tabla 11, se presentan las variables que se incluyen en la evaluación de tierras del departamento de Caldas para el componente en mención:

Tabla 11 Criterios y variables para el componente socioeconómico para el TUT de mora

Criterio	Variables	Unidad
Condiciones de Vida	Condiciones de la niñez y juventud	Adimensional
	Condiciones de la vivienda y acceso a servicios públicos	Adimensional
	Condiciones educativas del hogar	Adimensional
	Condiciones en salud	Adimensional
	Condiciones en trabajo	Adimensional
Dinámica del Mercado de Tierra	Arriendo rural	COP/ha
	Avalúo catastral rural	COP/ha
	Tamaño de la tierra rural	ha
	Tendencia a la formalidad	Cualitativa
Disponibilidad de mano de obra	Densidad de población rural en edad de trabajar – PET	hab/km2
	Oferta educativa a nivel técnico y tecnológico	hr
	Oferta educativa universitaria	hr
Indicadores económicos	Créditos otorgados	COP
	Desempeño municipal	Cualitativa
	Rendimientos del cultivo	tn/ha
	Valor agregado agrícola municipal – VAAM	%
	Zonas más afectadas por el conflicto armado – ZOMAC	Municipal
Infraestructura y Logística	Cercanía a aeropuertos internacionales	hr
	Cercanía a centros de servicio	hr
	Cercanía a puertos marítimos	hr
	Cercanía a viveros	hr
	Conectividad terrestre y fluvial	hr
	Existencia de cultivos	ha
	Existencia de infraestructura para el cultivo	Cualitativa
	Existencia de maquinaria y equipo para el cultivo	Cualitativa
	Distritos de riego y adecuación de tierras	Cualitativa

Criterio	Variables	Unidad
	Energía eléctrica rural	Adimensional
	Cobertura de Internet móvil	Adimensional
Institucionalidad y Asociatividad	Asistencia técnica sectorial	Adimensional
	Asociatividad del productor	Adimensional
	Cercanía a Agrosavia	hr
	Cercanía a la corporación autónoma regional	hr
	Cercanía a UMATAS	hr
	Cercanía al ICA	hr
	Cercanía al SENA	hr
Seguridad ciudadana	Extorsiones rurales	Und/1000 Hab
	Homicidios rurales	Und/1000 Hab
	Hurtos rurales	Und/1000 Hab
	Secuestros rurales	Und/1000 Hab

Fuente: Elaboración propia con base en los criterios y variables socioeconómicos para el TUT zonificado para Caldas, UPRA (2023).

Una vez analizadas y espacializadas cada una de las variables seleccionadas que representan las características del TUT en el territorio, se procede a realizar el proceso de integración en criterios, para proseguir por medio de un algebra de mapas a realizar la integración del componente. Los métodos de integración aplicados a las variables por componente se encuentran detallados en las fichas metodológicas (Anexo 2. Fichas Metodológicas). En el numeral 3.3.1.2 se presentan las integraciones que desde el punto de vista cartográfico dan paso a la generación de los componentes y los pesos obtenidos para los criterios.

3.3. Integración y ponderación

En las secciones 2.2.1 a la 2.2.4, se abordaron de forma sintética los métodos de integración empleado en el proceso, la Tabla 12 contiene un resumen de los métodos usados y en lo numerales 3.3.1.1 y 3.3.1.2 se detallan los resultados de la aplicación del AHP.

Tabla 12. Métodos de integración de los criterios y componentes

COMPONENTE	CRITERIO	MÉTODO DE INTEGRACIÓN
Físico	Capacidad de laboreo	Más limitante
	Susceptibilidad fitosanitaria	

COMPONENTE	CRITERIO	MÉTODO DE INTEGRACIÓN
Socioecosistémico	Condiciones climáticas	Árbol de decisión
	Condiciones de enraizamiento	
	Disponibilidad de humedad	
	Disponibilidad de nutrientes	
	Disponibilidad de oxigeno	
	Susceptibilidad pérdida de suelos	
	Toxicidad de suelos	
	Apropiación del agua	
	Integridad ecológica	Suma ponderada
	Cambio de cobertura	Reclasificación de la unidad de análisis
	Variación del contenido de carbono	
	Riesgo a incendios	
Socioeconómico	Condiciones de vida	Proceso Analítico Jerárquico (AHP)
	Dinámica del Mercado de Tierras	
	Disponibilidad de mano de obra	
	Indicadores Económicos	
	Infraestructura productiva	
	Infraestructura, bienes y servicios	
	Institucionalidad y Asociatividad	

Fuente: Elaboración propia con base en los métodos de integración aplicados para el TUT de Mora para, UPRA (2023).

3.3.1. Resultados del Proceso de Análisis Jerárquico (AHP) por criterios y componentes

3.3.1.1. Análisis Jerárquico criterios físicos y socioecosistémicos (componente biofísico)

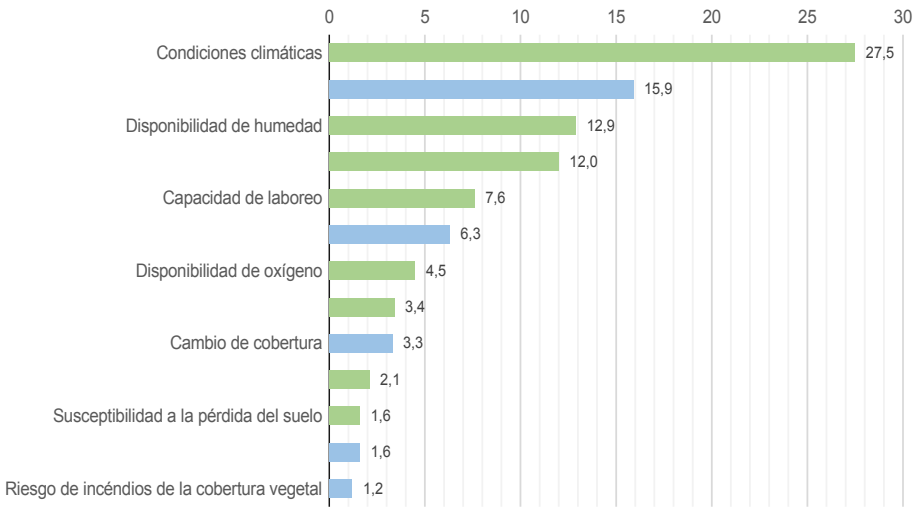
Al realizar la calificación con el método AHP del TUT de mora para integrar los criterios del componente físico y socioecosistémico (componente biofísico), se generaron los resultados de ponderación de la Tabla 13 y la Figura 14 respectivamente.

Tabla 13. Ponderación criterios físicos y socioecosistémicos método AHP TUT mora para el departamento de Caldas

Orden	Componente	Criterio	Ponderación
1	Físico	Condiciones climáticas	27,5%
2	Socioecosistémico	Apropiación del agua	15,9%
3	Físico	Disponibilidad de humedad	12,9%
4	Físico	Condiciones de enraizamiento	12%
5	Físico	Capacidad de laboreo	7,6%
6	Socioecosistémico	Integridad ecológica	6,3%
7	Físico	Disponibilidad de oxígeno	4,5%
8	Físico	Disponibilidad de nutrientes	3,4%
9	Socioecosistémico	Cambio de cobertura	3,3%
10	Físico	Toxicidad de suelos	2,1%
11	Físico	Susceptibilidad a la pérdida del suelo	1,6%
12	Socioecosistémico	Variación del contenido de carbono	1,6%
13	Socioecosistémico	Riesgo de incendios de la cobertura	1,2%

Fuente: Elaboración propia a partir de los cálculos del programa PriEst, correspondiente al TUT de mora UPRA (2023)

Figura 14. Ponderación criterios físicos y socioecosistémicos método AHP TUT mora



Fuente: Elaboración propia a partir de los cálculos del programa PriEst, correspondiente al TUT de mora UPRA (2023)

3.3.1.2. **Análisis Jerárquico criterios y componente socioeconómico**

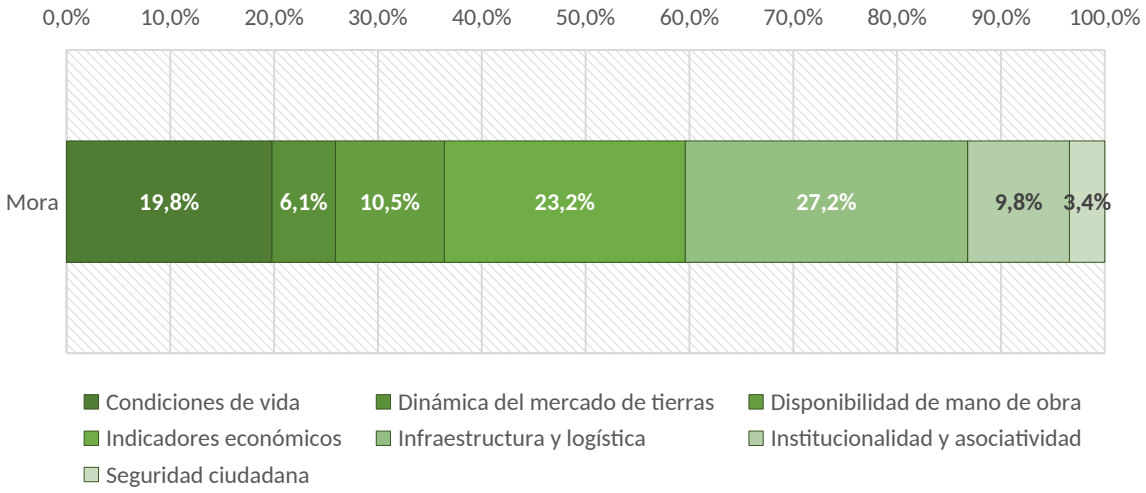
Para el caso del componente socioeconómico, los resultados del análisis jerárquico para los criterios del TUT de mora se consolidan en la Tabla 14 y en la Figura 15 como se muestra a continuación:

Tabla 14. Ponderación criterios socioeconómico método AHP TUT mora en el departamento de Caldas

Criterio	Mora
Condiciones de vida	19,8%
Dinámica del mercado de tierras	6,1%
Disponibilidad de mano de obra	10,5%
Indicadores económicos	23,2%
Infraestructura y logística	27,2%
Institucionalidad y asociatividad	9,8%
Seguridad ciudadana	3,4%

Fuente: Elaboración propia a partir de los cálculos del programa PriEst. UPRA (2023)

Figura 15. Ponderación criterios socioeconómicos método AHP TUT mora en el departamento de Caldas



Fuente: Elaboración propia a partir de los cálculos del programa PriEst. UPRA (2023)

4. Resultados

El mapa de aptitud inicial obtenido es producto de la aplicación de la matriz de paso, éste modificado con la capa de exclusiones técnicas identificadas por el equipo técnico y con la incorporación de la capa de exclusiones legales, en coherencia con la frontera agrícola vigente.

4.1. TUT de elaboración completa

4.1.1. Aptitud para el TUT- Cultivo tecnificado de mora

Según los resultados de aptitud para el TUT de mora, el departamento de Caldas tiene una aptitud potencial de más de 199.740,5 ha, que equivalen a un 26,85 % del área departamental. La mayor parte de la aptitud se ubica en los municipios de Salamina, Aguadas y Manizales que en total contabilizan 54.598,5 ha, siendo Manizales el que se destaca por poseer 9.543,7 ha con aptitud alta para el establecimiento de este cultivo, ver Figura 16. De la aptitud total, se considera una aptitud alta el 12,59 % (93.681,8 ha), una aptitud media el 7,99 % (59.430,6 ha) y una aptitud baja el 6,27 % (46.628,1 ha), ver Tabla 15.

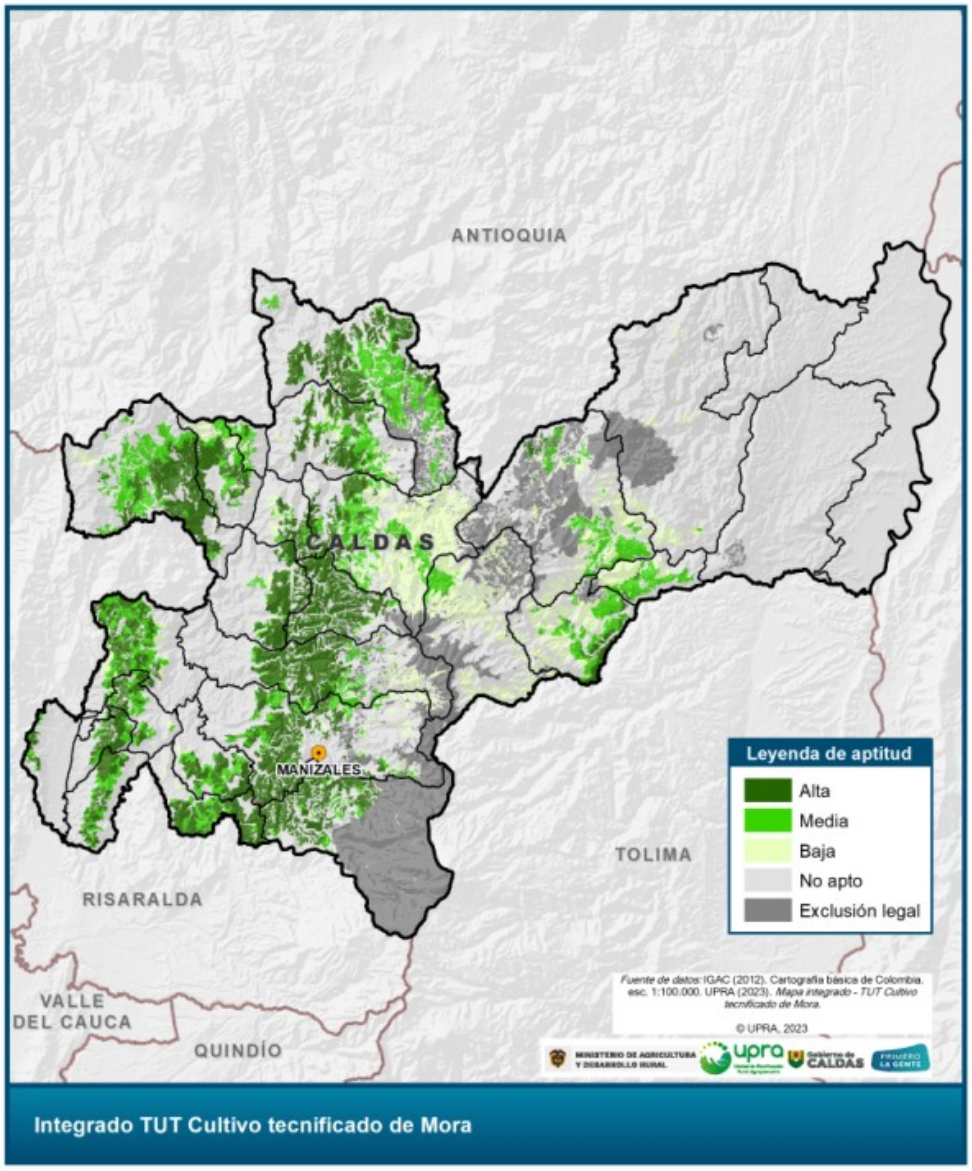
Tabla 15. Áreas de la zonificación de aptitud por municipio para el TUT de mora.

Municipio	Aptitud (ha)				Restriccion (ha)		Total (ha)
	Aptitud Alta	Aptitud Media	Aptitud Baja	Total (ha)	No apto	Exclusión	
Manizales	9.543,7	2.793,3	1.536,6	13.873,6	25.234,1	5.151,5	44.259,2
Aguadas	9.253,1	8.238,9	8,2	17.500,2	25.751,5	4.342,8	47.594,5
Anserma	4.808,1	3.980,5	1.009,6	9.798,2	11.074,5	0,0	20.872,7
Aranzazu	8.524,0	232,6	18,4	8.775,0	4.881,4	1.225,2	14.881,6
Belalcázar	2.654,3	1.561,7	0,0	4.216,0	7.133,2	8,8	11.358,0
Chinchiná	4.842,3	1.541,8	201,6	6.585,7	4.421,5	0,2	11.007,4
Filadelfia	5.138,1	622,6	219,8	5.980,5	13.367,5	0,0	19.348,0
La Dorada	0,0	0,0	0,0	0,0	55.726,8	0,0	55.726,8
La Merced	1.593,9	594,5	616,2	2.804,6	6.132,7	0,0	8.937,3
Manzanares	1.619,1	3.970,3	5.063,1	10.652,5	8.160,2	1.090,2	19.902,9
Marmato	102,1	1.106,9	203,0	1.412,0	2.229,9	0,0	3.641,9
Marquetalia	135,8	2.394,2	2.018,7	4.548,7	4.262,1	218,1	9.028,9
Marulanda	0,0	1.368,7	9.483,1	10.851,8	14.786,7	12.052,5	37.691,0
Neira	8.455,2	2.343,1	1.989,4	12.787,7	19.085,5	4.982,3	36.855,5
Norcasia	0,0	0,0	0,0	0,0	22.788,7	0,0	22.788,7
Pácora	5.365,1	3.007,7	1.135,9	9.508,7	15.914,2	517,1	25.940,0

Municipio	Aptitud (ha)				Restriccion (ha)		Total (ha)
	Aptitud Alta	Aptitud Media	Aptitud Baja	Total (ha)	No apto	Exclusión	
Palestina	3.007,4	1.654,2	119,0	4.780,6	6.418,1	0,0	11.198,7
Pensilvania	400,1	4.907,6	6.044,4	11.352,1	20.147,8	18.144,6	49.644,5
Riosucio	9.083,5	6.792,9	553,0	16.429,4	22.096,9	2,2	38.528,5
Risaralda	1.757,0	1.588,3	69,2	3.414,5	5.555,8	0,0	8.970,3
Salamina	3.971,7	6.538,3	12.714,7	23.224,7	13.694,6	2.148,0	39.067,3
Samaná	0,0	39,9	2.391,0	2.430,9	65.107,0	8.181,9	75.719,8
San José	2.045,6	691,5	0,0	2.737,1	3.363,6	0,0	6.100,7
Supía	3.579,8	1.882,3	1.233,2	6.695,3	5.540,7	0,0	12.236,0
Victoria	0,0	0,0	0,0	0,0	54.907,8	796,9	55.704,7
Villamaría	7.276,4	1.154,7	0,0	8.431,1	7.686,5	29.439,0	45.556,6
Viterbo	525,5	424,1	0,0	949,6	10.378,5	0,0	11.328,1
Total Caldas	**93.681,8**	**59.430,6**	**46.628,1**	**199.740,5**	**455.847,8**	**88.301,3**	**743.889,6**
	12,59%	**7,99%**	**6,27%**	**26,85%**	**61,28%**	**11,87%**	**100%**

Fuente: Elaboración propia, con base en las estadísticas generadas para el TUT de mora, UPRA (2023)

Figura 16. Mapa integrado de aptitud del TUT de mora



Fuente: elaboración propia UPRA (2023).

5. Espacios con actores, retroalimentación y socialización

El proceso de construcción de la evaluación de tierras -ET- para el departamento de Caldas, contó con la participación y orientación de productores de cada uno de los cultivos priorizados en el territorio, de forma que estos expertos han acompañado el proceso metodológico desde sus inicios aportando desde el contexto de los cultivos y las particularidades de los diferentes TUT analizados en el departamento.

5.1. Aporte de actores en las reuniones

A continuación, en la (Tabla 16 y Tabla 17) se relacionan los actores del territorio que han participado o aportado su conocimiento para la construcción y mejora de las variables y criterios de la ET, así como las fechas en que se realizaron reuniones o se recibió la retroalimentación de estos expertos.

Tabla 16. Expertos que aportaron para la construcción del componente físico y socioecosistémico TUT mora

TUT	COMP	FECHA	EXPERTO	ENTIDAD
Mora	Físico y Socioecosistémico	4 de agosto	Leonardo Gómez	Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural-SADR
Mora		4 de agosto	Jorge Eduardo Tabares	Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural-SADR
Mora		3 de octubre	Carlos Arturo Cardona Quintero	Profesional Apoyo Dirección técnica Epidemiologia y Vigilancia Fitosanitaria Instituto Colombiano Agropecuario ICA
Mora		13 de octubre	Gina Daniela Cardona-	Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural-SADR
Mora		4 de agosto 13 de octubre	Humberto Araque Salazar	Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural-SADR
Mora		13 de octubre	Jhon James Muñoz Betancur	CORPOCALDAS
Mora		25 de octubre	Germán Alonso Antia Londoño	SENA

Fuente: Listados de asistencia a las socializaciones, actas de reunión o grabaciones UPRA (2023).

Tabla 17. Expertos que aportaron para la construcción del componente socioeconómico TUT Mora

TUT	COMP	FECHA	EXPERTO	ENTIDAD
Mora	Componente Socioeconómico	03 de octubre de 2023 – Contextualización ET CSE	Humberto Araque Salazar	Gobernación de Caldas
			Carlos Arturo Cardona	Instituto Colombiano Agropecuario ICA

Fuente: Listados de asistencia a las socializaciones, actas de reunión o grabaciones UPRA (2023).

En cada sesión con los expertos del territorio se abordó el contexto del proceso de evaluación de tierras, se socializo la apuesta productiva seleccionada para trabajar en la ET y posteriormente se socializo de forma detallada los rangos de aptitud y los mapas de cada una de las variables de los componentes físico, socioecosistémico y socioeconómico, con el propósito de validar y obtener la aprobación de los expertos participantes en el proceso de socialización.

Las principales observaciones y aportes de los expertos en las jornadas de validación se consolidan en las Tabla 18 y Tabla 19.

Tabla 18. Observaciones de los expertos jornadas de validación componente físico y socioecosistémico.

TUT	EXPERTOS	COMPONENTE	SUGERENCIAS EXPERTOS
Mora	Jhon James Muñoz	Socioecosistémico	Jhon James Muñoz menciona que la Corporación tiene unos planes de ordenación de cuencas hidrográficas, hay información de coberturas de suelos, se encuentran las áreas protegidas, información muy enriquecida.
Mora	Humberto Araque	Físico	Humberto Araque menciona que la ET se está adelantando desde hace 4 años, año tras año, se ha venido adelantando diferentes cadenas que se priorizados dentro de un ejercicio previo. Se hizo un ejercicio de adopción nacional de algunas de las cadenas más representativas para el departamento. 2019: Aguacate Hass 2022: Naranja, Limón Tahití, Plátano, Aguacate, Cacao, Café, Caña Panelera, Carne Bovina, Leche Bovina, y Papa (S1 y S2) 2023: Mora
Mora	Jhon James Muñoz	Físico	Jhon Muñoz, en el rango altitudinal donde se produce mora, hay muchas fuentes hídricas, igual que donde se está estableciendo los cultivos de aguacate Hass.

Fuente: Listados de asistencia a las socializaciones, actas de reunión o grabaciones UPRA (2023).

Tabla 19. Observaciones de los expertos jornadas de validación componente socioeconómico.

TUT	COMPONENTE	SUGERENCIAS EXPERTOS
Mora	Socioeconómico	• En el criterio de **disponibilidad de mano de obra,** se comenta que la mano de obra requerida en este cultivo no requiere calificación, pero se prefiere mano de obra femenina en la postcosecha. • En el criterio de **dinámica de mercado de tierras**, se comenta que, respecto a la variable tamaño de la tierra, en el departamento predomina los pequeños productores ya que tienen tierra propia que no supera 1ha. La modalidad de arriendo no es una tendencia a acceder a la tierra muy común. La unidad mínima productiva para ser rentable y sostenible son 1,5 ha. Se explica, que en áreas grandes se presentan inconvenientes de manejo de plaga y enfermedades fitosanitarias. Aquellas áreas mayores de 5 ha son difíciles de manejar y requiere un paquete tecnológico apropiado y mano de obra especializada. Sobre todo, porque en los lugares donde se establecen los cultivos son áreas frías y con humedad, propicias para enfermedades fitosanitarias. Por otro lado, se comenta que los precios de la tierra, depende de la ubicación del predio, vías de acceso, y provisión de agua en el predio. • En el criterio de **indicadores económicos**, se indica que los productores se financian mediante créditos del Banco Agrario y/o recursos propios. Se comenta que el rendimiento del cultivo oscila entre 8 y 10 toneladas por ha. Los municipios con mayor producción son Riosucio y la zona de Aguadas. • En el criterio de **infraestructura y logística,** se comenta que hay unos distritos de riego, pero no son significativos, y no se encuentran ubicados en los municipios productores de mora. Se trabaja con acueductos rurales o yacimientos. Se comenta que no hay viveros propiamente en el departamento que suministren material vegetal de mora, normalmente para la obtención se realiza mediante encargos a otros departamentos del país. También se comenta que la energía eléctrica no es limitante para la producción debido a que la mayoría de los municipios cuenta con este servicio. Sin embargo, la cobertura de internet si tiene problemas de conexión varios municipios del departamento. • En el criterio de **institucionalidad y asociatividad**, existen alianzas productivas en la zona de Aguadas. En Riosucio existe una asociación de mora Asofrumol. Hay articulación entre las instituciones para ofrecer asistencia a los productores de este cultivo.

Fuente: Listados de asistencia a las socializaciones, actas de reunión o grabaciones UPRA (2023).

Con estos aportes de los expertos, el equipo de evaluación de tierras de la UPRA procedió a realizar los respectivos ajustes de los rangos y las variables a ser incluidas en el ejercicio de evaluación de tierras para cada uno de los TUT.

6. Conclusiones

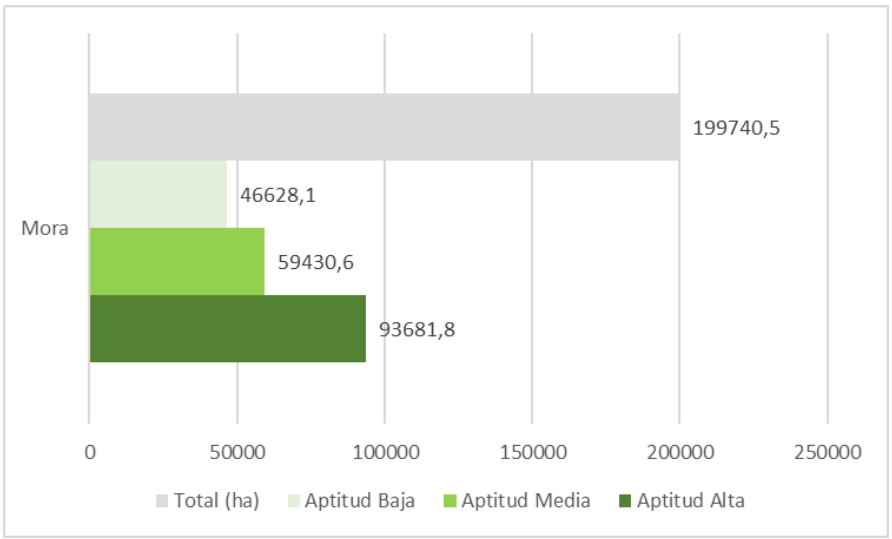
El departamento de Caldas presenta diferentes niveles de aptitud dentro de su territorio para el TUT de mora que tuvo evaluación de tierras para la vigencia 2023 dentro de sus tres categorías (alta, media y baja), como se observa en la Tabla 20 y en la Figura 17. La aptitud Baja tiene 46.628,1 ha y no se presenta en: Belalcázar, La Dorada, Norcasia, San José, Victoria, Villa María y Viterbo entre otros, de los municipios evaluados; la aptitud media no está en La Dorada, Norcasia y Victoria, y la aptitud Alta es la que posee mayor área y no aparece en Dorada, Marulanda, Norcasia, Samaná y Victoria.

Tabla 20. Resumen de las áreas con aptitud en el departamento de Caldas TUT de mora.

TUT	Aptitud (ha)				Restricción(ha)		TOTAL (ha)
	Aptitud Alta	Aptitud Media	Aptitud Baja	Total (ha)	Técnica	Legal	
Mora	93.681,8	59.430,6	46.628,1	199.740,5	455.847,8	88.301,3	743.889,6
	12,6%	8,0%	6,3%	26,9%	61,3%	11,9%	100%

Fuente: Elaboración propia (2023) con base en las estadísticas generadas para el TUT de mora.

Figura 17. Resumen de las áreas con aptitud en el departamento de Caldas TUT de mora.



Fuente: Elaboración propia (2023) con base en las estadísticas generadas para el TUT de mora.

Referencias

Agencia Nacional de Minería (ANM). (2022). *Mapa: Áreas de reserva especial minera declaradas*.

Agencia Nacional de Tierras (ANT). (2022). *Mapa: Resguardos indigeneas legalizados*.

Birdlife Internacional. (2022). *Mapa: Áreas importantes para la conservación de las aves - AICAS*.

Eastman, R., Jin, W., Kyem, P. A. K., & Toledano, J. (1995). Raster procedures for multi-criteria multi-objective decisions». Photogrammetric Enginnering & Remote Sensing. *Measurement*, *61*(5), 539–547.

Instituto de hidrología meteorología y estudios ambientales (IDEAM). (2011). *Zonas de inundaciones (2010-2011)*.

Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2015). Estudio Nacional del Agua 2014. In *Estudio Nacional del Agua 2014*.

Martín-López, B., Gómez-Baggethun, E., & Montes, C. (2009). Un marco conceptual para la gestión de las interacciones naturaleza-sociedad en un mundo cambiante. *Cuides. Cuaderno Interdisciplinar de Desarrollo Sostenible*, *3*, 229–258.

Resolución 261 de 2018, Pub. L. No. 261, 152 (2018).

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (2010). *Leyenda nacional de coberturas de la tierra*.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (2012). *Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE)* (Instituto Alexander von Humboldt (IAvH) (ed.)).

Decreto 1076 de 2015, 1 (2015). https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=78153

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Minambiente). (2018). *Mapa: Humedales RAMSAR*.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Minambiente). (2019). *Mapa: Delimitación de páramos*.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Minambiente). (2022). *Mapa: Zonificaciones de las reserva forestales de Ley 2da de 1959*.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (1976). A framework for land evaluation. In *FAO SOILS BULLETIN 32*.

Porter, M. (1990). La ventaja competitiva de las naciones. *Harvard Business Review*, *85(11)*, 69–95.

Registro Único Nacional de áreas protegidas - RUNAP. (2022a). *Mapa: Parque Nacionales Naturales*.

Registro Único Nacional de áreas protegidas - RUNAP. (2022b). *Mapa: Sistema Nacional de áreas protegidas*.

Ley 1930 de 2018, (2018).

Servicio Geológico Colombiano (SGC). (2016). *Mapa: Amenazas por movimientos en masa*.

Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA). (2013). Evaluación De Tierras Para La Zonificación Con Fines Agropecuarios a Nivel Nacional Metodología a Escala General (1:100.000). In *UPRA* (Vol. 2, Issue 3, p. 711). UPRA.

Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA). (2014). Summary for Policymakers. In *Climate Change 2013 – The Physical Science Basis* (Vol. 2, Issue 3, pp. 1–30). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004

Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA). (2015). *Zonificación para plantaciones forestales con fines comerciales a escala 1:100.000. Memoria Técnica*.

Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA). (2017). *Granjas Comerciales avícolas. Identificación de zonas aptas para Colombia*.

Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA). (2018). Metodología para la identificación general de la frontera agrícola en Colombia. In *Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA)*. https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004

Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA). (2019a). *Evaluación de Tierras para la Zonificación con fines Agropecuarios a Nivel Nacional Metodología a Escala General (1:100.000)* (Vol. 2, Issue 3, p. 711). UPRA. https://upra.gov.co/documents/10184/159215/Evaluacion_tierras_nal

Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA). (2019b). *Metodología de evaluación de tierras con fines agropecuarios a escala general. Actualización*.

Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA). (2021). *Memoria técnica de la zonificación de aptitud para los cultivos comerciales de gulupa (Passiflora edulis f. edulis) y maracuyá (Passiflora edulis f. flavicarpa) para el mercado nacional y de exportación, escala 1:100.000 en Colombia*. https://upra.gov.co/es-co/Publicaciones/Zonas_aptas_pasifloras.pdf

Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA). (2022). *PRIORIZACIÓN DE ALTERNATIVAS PRODUCTIVAS AGROPECUARIAS Y DIAGNÓSTICO DE MERCADOS PARA EL DEPARTAMENTO DE CALDAS*.

Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA). (2023a). *Frontera Agricola Nacional; exclusiones legales*.

Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA). (2023b). *Mapa: Frontera Agrícola Nacional, áreas condicionadas*.

Unidad de Planificación Rural Agropecuaria UPRA. (2019). *Evaluación de Tierras para la Zonificación con fines Agropecuarios a Nivel Nacional Metodología a Escala General*

(1:100.000) (Vol. 2, Issue 3). Unidad de Planificación Rural Agropecuaria. https://upra.gov.co/documents/10184/159215/Evaluacion_tierras_nal

Anexos

La ubicación de los documentos anexos es (relativa al servidor interno de la UPRA).

P:
\03.DOPMT\03.25_LINEAMIENTOS_CRITERIOS\03.25.02_LyC_GT\2022\2.1.2_Evaluacion_Tierras\Esp_Tecnica\Caldas

Anexo 1. Matriz de requerimientos

Documento digital de nombre: “20231220_DTR_MatrizRequerimientosCaldas.xlsx”

Anexo 2. Fichas Metodológicas

Tabla 21 Relación fichas metodológicas para el TUT de mora.

TUT	COMPONENTE	ARCHIVO
Mora	Físico	\MORA\20231220_FISIC_MOR.docx
Mora	Socioecosistémico	\MORA\20231220_SECOS_MOR.docx
Mora	Socioeconómico	\MORA\20231220_SECON_MOR.docx

Fuente: Elaboración propia UPRA (2023).