

# Adaptación al cambio climático: en busca de la resiliencia territorial

María F. Cárdenas, Editora Académica



## **Autores:**

María F. Cárdenas

Jhon F. Escobar

Lina M. Bastidas-Orrego

Jaime Álvarez-Ruiz

Daniel Vallejo

Armando Javier Gómez-Montes

Cristian Zapata Chavarría

Marlon Alejandro Tejada-Ladino

John Ocampo Madrigal


Augusto Alejandro González Ramírez

Daniel Camilo Gil Agudelo

Ana María Madrid Jaramillo

Marina Piquer-Doblas

Daniel Marín-Vanegas



Este producto es resultado del proyecto: Diseño de herramientas metodológicas y técnicas de planeación y gestión para la formulación e implementación de estrategias de adaptación al cambio climático en el ámbito municipal para el departamento de Antioquia, financiado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (Minciencias) y el Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación (FCTel) del Sistema General de Regalías (SGR), bajo el código de proyecto BPIN: 2021000100489; ejecutado por la Universidad Nacional de Colombia en alianza con la Corporación Universitaria Remington, la Fundación Universitaria Católica del Norte y la Gobernación de Antioquia.

# **Adaptación al cambio climático: en busca de la resiliencia territorial**

---

María F. Cárdenas  
Editora Académica

363.73874  
C266

Cárdenas, María F., autor

Adaptación al cambio climático: en busca de la resiliencia territorial / María F. Cárdenas [y otros 13] --  
1 edición -- Medellín: UPB, 2026 -- 304 páginas : ilustraciones a color  
ISBN: 978-628-500-191-8 (versión impresa)  
ISBN: 978-628-500-192-5 (versión digital)

1. Cambio climático -- 2. Desarrollo sostenible -- 3. Desarrollo regional -- Antioquia (Colombia) --  
4. Adaptación al cambio climático -- Desastre 5. Colombia -- Evaluación de impacto ambiental

CO-MdUPB / spa / RDA  
SCDD 21 / Cutter-Sanborn

© Varios autores  
© Editorial Universidad Pontificia Bolivariana  
Vigilada Mineducación

#### **Adaptación al cambio climático: en busca de la resiliencia territorial**

ISBN: 978-628-500-191-8 (versión impresa)  
ISBN: 978-628-500-192-5 (versión digital)  
Primera edición, 2026

Este producto es resultado del proyecto: Diseño de herramientas metodo lógicas y técnicas de planeación y gestión para la formulación e implementación de estrategias de adaptación al cambio climático en el ámbito municipal para el departamento de Antioquia, financiado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (Minciencias) y el Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación (FCTel) del Sistema General de Regalías (SGR), bajo el código de proyecto BPIN: 2021000100489; ejecutado por la Universidad Nacional de Colombia en alianza con la Corporación Universitaria Remington, la Fundación Universitaria Católica del Norte y la Gobernación de Antioquia.

**Gran Cancellor UPB y Arzobispo de Medellín:** Mons. Ricardo Tobón Restrepo

**Rector General:** Padre Diego Marulanda Díaz

**Vicerrector Académico:** Juan Francisco Vásquez Carvajal

**Coordinación Editorial UPB:** Lisa María Colorado Rodríguez

**Corrección de Estilo:** Mateo Orrego López

**Producción:** Ana Milena Gómez Correa

**Diagramación:** Editorial UPB

**Ilustración portada:** María José Triana Solano

#### **Dirección Editorial**

Editorial Universidad Pontificia Bolivariana, 2026

Correo electrónico: [editorial@upb.edu.co](mailto:editorial@upb.edu.co)

[www.upb.edu.co](http://www.upb.edu.co)

Medellín - Colombia

**Radicado:** 2344-13-03-25

Prohibida la reproducción total o parcial, en cualquier medio o para cualquier propósito, sin la autorización escrita de la Editorial Universidad Pontificia Bolivariana.

# Tabla de contenido

<b>Índice de Figuras</b> .....	<b>9</b>
<b>Índice de Tablas</b> .....	<b>13</b>
<b>Sobre los autores</b> .....	<b>15</b>
<b>Prólogo</b> .....	<b>19</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>23</b>

<b>Parte I. Soluciones globales al cambio climático: una revisión crítica hacia una resiliencia socioambiental</b> .....	<b>29</b>
--	-----------

<b>1. Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN) y gobernanza: una revisión integral de las tendencias de investigación</b> .....	<b>31</b>
--	-----------

*Marlon Alejandro Tejada Ladino, Armando Javier  
Gómez Montes y Marina Piquer-Doblas*

1.1	Introducción .....	32
1.2	Marco conceptual .....	33
1.3	Metodología .....	35
1.4	Resultados y discusión .....	36
1.4.1	Coordinación multinivel.....	45
1.4.2	Flexibilidad y adaptabilidad en las SbN .....	47
1.4.3	Financiación y sostenibilidad.....	49
1.4.4	Monitoreo y evaluación.....	50
1.5	Conclusiones .....	51
1.6	Referencias.....	52

**2. Bonos de carbono: retos y oportunidades desde lo ecológico, lo legislativo y lo socioeconómico.....58**

*Marina Piquer-Doblas, Cristian Zapata Chavarría y Alejandro González Ramírez*

2.1	Introducción .....	59
2.2	Marco conceptual .....	61
2.3	Metodología .....	64
2.4	Resultados y discusión .....	65
2.4.1.	Retos e inconsistencias del mercado de carbono en ecosistemas tropicales .....	65
2.4.2.	Retos jurídicos en la estructura colombiana de regulación del mercado de carbono .....	70
2.4.3.	Componente económico .....	75
2.5	Conclusiones .....	79
2.6	Referencias.....	81

**Parte II. Caracterización de problemas territoriales y aportes para soluciones: análisis a partir de casos de estudio en Antioquia.....85**

**3. Capacidad de acogida del territorio: un análisis del caso antioqueño para usos productivos en el contexto del cambio climático .....88**

*Armando Javier Gómez Montes y María Fernanda Cárdenas Agudelo*

3.1	Introducción .....	89
3.2	Marco conceptual .....	90
3.3	Metodología .....	93
3.3.1	Zona de estudio y áreas excluidas del ejercicio .....	93
3.3.2	El modelo multivariable: aptitud y vulnerabilidad .....	95
3.3.3	Combinación de variables de aptitud y vulnerabilidad considerando las zonas excluidas .....	100
3.3.4	Análisis multicriterio, considerando los escenarios de cambio climático.....	102
3.4	Resultados.....	104
3.4.1	Cultivos transitorios .....	104
3.4.2	Cultivos permanentes .....	110
3.4.3	Ganadería .....	113
3.4.4	Análisis multicriterio para los tres usos .....	118
3.5	Discusión.....	120
3.6	Conclusiones .....	124
3.7	Referencias.....	125

#### **4. Percepción de productores agrarios frente a los impactos del cambio climático. El caso de las subregiones Bajo Cauca y Magdalena Medio en Antioquia ..... 129**

*Jhon Fredy Escobar Soto, Lina María Bastidas Orrego y María Fernanda Cárdenas*

4.1	Introducción .....	130
4.2	Marco conceptual .....	131
4.2.1.	Producción agropecuaria tradicional e industrializada .....	131
4.2.2.	El cambio climático y su incidencia en la agricultura.....	133
4.2.3.	Implicaciones diferenciales para la producción agropecuaria industrializada y tradicional.....	134
4.3	Metodología .....	136
4.3.1	Recolección de datos .....	137
4.3.2	Análisis de datos.....	137
4.4	Contexto agropecuario de las dos subregiones de estudio.....	139
4.4.1	Bajo Cauca antioqueño.....	139
4.4.2	Magdalena Medio .....	142
4.5	Resultados .....	144
4.5.1	Análisis de las entrevistas a productores .....	144
4.5.2	Análisis horizontal de las entrevistas.....	145
4.5.3	Análisis vertical de las entrevistas.....	150
4.6	Discusión.....	156
4.7	Conclusiones .....	159
4.8	Referencias.....	160

#### **5. Gentrificación rural: transformaciones contemporáneas de los territorios..... 166**

*María Fernanda Cárdenas, John Ocampo, Daniel Vallejo Soto, Alejandro González Ramírez y Ana María Madrid Jaramillo*

5.1	Introducción .....	167
5.2	Marco conceptual .....	168
5.2.1	Ruralidad en Colombia .....	168
5.2.2	El espacio geográfico .....	170
5.2.3	Planificación territorial rural .....	171
5.2.4	Gentrificación rural.....	172
5.2.5	Elementos para rastrear la gentrificación en la ruralidad.....	173
5.2.6	Aspectos socioeconómicos, territoriales y cambio climático de la gentrificación rural.....	175
5.3	Metodología .....	176
5.3.1	Selección y localización del área de estudio.....	177
5.3.2	Recolección y análisis de información secundaria y primaria.....	179
5.4	Resultados.....	182
5.4.1	Caracterización de los espacios rurales .....	182
5.5	Discusión.....	199
5.5.1	Transformaciones de los espacios rurales .....	199
5.5.2	Expresiones de la gentrificación rural .....	203
5.6	Conclusiones .....	204
5.7	Referencias.....	206

## **6. Hábitat (humano) biodiverso y adaptativo: en ruta hacia el diseño multiespecies..... 211**

*Daniel Camilo Gil Agudelo, Daniel Marín Vanegas y Marina Piquer Doblás*

6.1	Introducción .....	212
6.2	Estado de la cuestión y antecedentes del diseño multiespecies.....	214
6.2.1	Ser vivo y ambiente construido: fundamentos para el diseño multiespecies.....	215
6.2.2	Algunos caminos para diseñar un hábitat multiespecies o adaptativo.....	216
6.2.3	Hacia un diseño multiespecies de los hábitats humanos y más que humanos....	216
6.3	Metodología .....	217
6.3.1	Sitios de estudio .....	217
6.3.2	Recopilación y análisis de la información.....	220
6.4	Resultados.....	221
6.4.1.	Municipio de Concepción .....	221
6.4.2.	Municipio de Girardota.....	235
6.4.3.	Municipio de Yondó.....	246
6.5	Discusión.....	252
6.6	Conclusiones .....	254
6.7	Referencias.....	255

## **Parte III. Mecanismos y herramientas de financiación de proyectos para construir territorios resilientes ..... 257**

### **7. Financiación de proyectos de adaptación al cambio climático en el departamento de Antioquia..... 259**

*Augusto Alejandro González Ramírez, Daniel Vallejo Soto y Jaime Alberto Álvarez-Ruiz*

7.1	Introducción .....	260
7.2	Marco conceptual y normativo .....	263
7.2.1	Finanzas sostenibles.....	263
7.2.2	Estructura para el financiamiento climático en Colombia .....	264
7.2.3	Fuentes de financiación para mitigación y adaptación al cambio climático .....	265
7.3	Metodología .....	270
7.3.1	Recolección y análisis de datos.....	270
7.3.2	Área de estudio .....	271
7.4	Resultados y discusión .....	273
7.4.1	Situaciones planteadas por los funcionarios de los municipios analizados.....	273
7.4.2	Análisis de datos de financiación e inversión en cambio climático según el MRV .....	275
	Conclusiones.....	292
	Referencias .....	294

## **Reflexiones finales, a manera de conclusiones generales ..... 297**

# Índice de Figuras

<b>Figura 1-1.</b> Países resultados de la búsqueda de casos de éxito sobre SbN.....	43
<b>Figura 1-2.</b> Tipos de cobertura en la reserva Surikí, Colombia.....	48
<b>Figura 1-3.</b> Sistema silvopastoril en el municipio de Tarso .....	48
<b>Figura 2-1.</b> Restauración de bosque andino con especies nativas en las zonas rurales de Medellín (proyecto Más Bosques para Medellín).....	67
<b>Figura 3-1.</b> Mapa de localización donde se muestran las áreas excluidas del análisis de capacidad de acogida para ganadería y cultivos en el departamento de Antioquia. El mapa señala la división de las nueve subregiones.....	96
<b>Figura 3-2.</b> Arreglos agroforestales (a) y silvopastoriles (b) en los municipios de Amalfi y Tarso, respectivamente .....	103
<b>Figura 3-3.</b> Mapa de variación proyectada para la temperatura en el departamento de Antioquia a 2040.....	105
<b>Figura 3-4.</b> Mapa de variación proyectada para la precipitación en el departamento de Antioquia a 2040.....	106
<b>Figura 3-5.</b> Mapa de aptitud para cultivos transitorios en el departamento de Antioquia .....	108
<b>Figura 3-6.</b> Mapa de vulnerabilidad para el uso de cultivos transitorios en el departamento de Antioquia .....	109
<b>Figura 3-7.</b> Extensión (ha) y proporción de áreas con capacidad de acogida para cultivos transitorios por subregión en el departamento de Antioquia .....	110
<b>Figura 3-8.</b> Mapa de capacidad de acogida para cultivos transitorios en el departamento de Antioquia .....	111
<b>Figura 3-9.</b> Mapa de aptitud para cultivos permanentes en el departamento de Antioquia .....	112
<b>Figura 3-10.</b> Extensión (ha) y proporción de áreas con capacidad de acogida para cultivos permanentes por subregión en el departamento de Antioquia .....	113

<b>Figura 3-11.</b> Mapa de capacidad de acogida para cultivos permanentes en el departamento de Antioquia .....	114
<b>Figura 3-12.</b> Mapa de aptitud para usos ganaderos en el departamento de Antioquia.....	115
<b>Figura 3-13.</b> Mapa de vulnerabilidad para usos ganaderos en el departamento de Antioquia ....	117
<b>Figura 3-14.</b> Extensión (ha) y proporción de áreas con capacidad de acogida para usos ganaderos por subregión en el departamento de Antioquia.....	118
<b>Figura 3-15.</b> Mapa de capacidad de acogida para usos ganaderos en el departamento de Antioquia .....	119
<b>Figura 3-16.</b> Extensión (ha) para usos y sus combinaciones priorizadas en el departamento de Antioquia .....	120
<b>Figura 3-17.</b> Mapa de priorización de usos a partir del análisis multicriterio para el departamento de Antioquia .....	121
<b>Figura 4-1.</b> Tipos de producción agropecuaria, tradicional (a), industrializada (b) .....	132
<b>Figura 4-2.</b> Según vendedor, productos de una sola finca, parque del municipio de San Luis, Antioquia.....	133
<b>Figura 4-3.</b> Vivero comunitario con plantas nativas, Caucaasia .....	135
<b>Figura 4-4.</b> Vista y conversaciones con productores y transformadores agropecuarios.....	136
<b>Figura 4-5.</b> Mapa con las nueve regiones del departamento de Antioquia-Colombia. En rojo se resaltan las zonas de estudio de este ejercicio .....	138
<b>Figura 5-1.</b> Departamento de Antioquia con su división subregional y localización de los municipios seleccionados para el estudio .....	178
<b>Figura 5-2.</b> Resultados del álgebra de mapas para seleccionar la zona de estudio.....	180
<b>Figura 5-3.</b> Mapas de los usos 2018 (a) y coberturas de la tierra 2018 (b), la valorización del suelo 2020 (c) y la fragmentación predial 2020 (d), para el municipio San Vicente Ferrer, reclasificados según su grado de transformación.....	184
<b>Figura 5-4.</b> Fragmentación predial (a) y concentración del suelo (b) en el municipio San Vicente Ferrer .....	186
<b>Figura 5-5.</b> Tipologías de vivienda municipio San Vicente Ferrer .....	187
<b>Figura 5-6.</b> Mapas de los usos 2018 (a) y coberturas de la tierra 2018 (b), la valorización del suelo 2020 (c) y la fragmentación predial 2020 (d) para el municipio de Sopetrán, reclasificados según su grado de transformación .....	191
<b>Figura 5-7.</b> Fragmentación predial (a) y concentración del suelo (b) en el municipio de Sopetrán .....	192
<b>Figura 5-8.</b> Tipologías de vivienda municipio de Sopetrán.....	193
<b>Figura 5-9.</b> Mapas de los usos 2018 (a) y coberturas de la tierra 2018 (b), la valorización del suelo 2020 (c) y la fragmentación predial 2020 (d), para el municipio de Jardín, reclasificados según su grado de transformación.....	196
<b>Figura 5-10.</b> Fragmentación predial (a) y concentración del suelo (b) en el municipio de Jardín .....	197

<b>Figura 5-11.</b> Tipologías de vivienda municipio de Jardín.....	198
<b>Figura 5-12.</b> Transformación de los territorios rurales de los municipios estudiados, en función de los cambios de usos y coberturas, la fragmentación y la valorización predial .....	202
<b>Figura 6-1.</b> Síntesis de la revisión de literatura presentada.....	218
<b>Figura 6-2.</b> Ubicación de los municipios de interés para analizar el diseño multiespecie en diferentes sectores visitados.....	219
<b>Figura 6-3.</b> Parque municipal principal, municipio de Concepción .....	221
<b>Figura 6-4.</b> Parque del Río, Concepción, y localización del recorrido.....	222
<b>Figura 6-5.</b> Río Concepción y Parque del Río, Concepción.....	222
<b>Figura 6-6.</b> Esquemas de identificación de elementos físico-espaciales compositivos en el Parque del Río .....	223
<b>Figura 6-7.</b> Esquemas de identificación de elementos físico-espaciales compositivos .....	224
<b>Figura 6-8.</b> Cascada río Concepción, estanque de purificación y depósito hídrico .....	225
<b>Figura 6-9.</b> Biofiltro purificador de aguas residuales.....	225
<b>Figura 6-10.</b> Estanque de purificación y depósito hídrico .....	226
<b>Figura 6-11.</b> Esquemas de identificación de plantas en biofiltro purificador de aguas residuales.....	227
<b>Figura 6-12.</b> Esquemas de identificación de elementos físico-espaciales compositivos en biofiltro purificador de aguas residuales .....	228
<b>Figura 6-13.</b> Techos verdes .....	229
<b>Figura 6-14.</b> Esquemas de identificación de plantas en techos verdes.....	229
<b>Figura 6-15.</b> Esquemas de identificación de elementos físico-espaciales compositivos en techos verdes .....	230
<b>Figura 6-16.</b> Materiales y procesos constructivos vernáculos .....	231
<b>Figura 6-17.</b> Sembrado de guadua angustifolia .....	232
<b>Figura 6-18.</b> Esquemas de identificación de plantas alrededor de materiales y procesos constructivos vernáculos .....	232
<b>Figura 6-19.</b> Esquemas de identificación de elementos físico-espaciales compositivos alrededor de materiales y procesos constructivos vernáculos.....	233
<b>Figura 6-20.</b> Restaurante/café/bar, taller de cultivo .....	234
<b>Figura 6-21.</b> Finca autosostenible El Sauce, Carlos Balvin, vereda La Meseta, Girardota.....	235
<b>Figura 6-22.</b> Biojardineras finca El Sauce, Carlos Balvín, vereda La Meseta, Girardota.....	236
<b>Figura 6-23.</b> Esquemas de identificación de plantas en biojardineras.....	237
<b>Figura 6-24.</b> Esquemas de identificación de elementos físico-espaciales compositivos en biojardineras .....	237
<b>Figura 6-25.</b> Sistema de gestión de agua lluvia .....	238
<b>Figura 6-26.</b> Marranera, depósito y biodigestor .....	239
<b>Figura 6-27.</b> Esquemas de identificación de elementos físico-espaciales compositivos en marranera, depósito y biodigestor .....	240
<b>Figura 6-28.</b> Sistema de compostaje.....	241

<b>Figura 6-29.</b> Huertas y cultivos de alimentos comercializables.....	242
<b>Figura 6-30.</b> Esquemas de identificación de plantas en huertas y cultivos.....	243
<b>Figura 6-31.</b> Gallinero.....	244
<b>Figura 6-32.</b> Comederos o nichos para aves.....	245
<b>Figura 6-33.</b> Esquemas de identificación de plantas en comederos o nichos para aves.....	245
<b>Figura 6-34.</b> Vista panorámica del municipio de Yondó.....	246
<b>Figura 6-35.</b> Zonas de infiltración controlada .....	247
<b>Figura 6-36.</b> Esquemas de identificación de plantas en zonas de infiltración controlada .....	247
<b>Figura 6-37.</b> Canales y drenaje urbano.....	249
<b>Figura 6-38.</b> Esquemas de identificación de plantas en canales y drenaje urbano.....	249
<b>Figura 6-39.</b> Vivero especializado.....	251
<b>Figura 6-40.</b> Casa a partir de un contenedor.....	251
<b>Figura 6-41.</b> Especies animales y plantas presentes en el mariposario.....	252
<b>Figura 7-1.</b> Mapa de Antioquia que muestra los ecosistemas y señala los tres municipios casos de estudio .....	272
<b>Figura 7-2.</b> Fuentes y recursos de financiamiento al cambio climático a nivel nacional.....	277
<b>Figura 7-3.</b> Monto en pesos colombianos por destino y origen del financiamiento.....	277
<b>Figura 7-4.</b> Suma en monto de pesos colombianos por origen de financiamiento y destino .....	283
<b>Figura 7-5.</b> Suma de monto en pesos colombianos recurso público internacional a nivel departamental .....	284
<b>Figura 7-6.</b> Montos invertidos fuente de recurso financiero para el municipio de Caucasia.....	286
<b>Figura 7-7.</b> Montos invertidos fuente de recurso público doméstico para el municipio de Caucasia .....	287
<b>Figura 7-8.</b> Montos invertidos fuente de recurso financiero para el municipio de Santa Rosa de Osos .....	289
<b>Figura 7-9.</b> Montos invertidos fuente de recurso público doméstico para el municipio de Santa Rosa de Osos .....	289
<b>Figura 7-10.</b> Montos invertidos fuente de recurso financiero para el municipio de Arboletes.....	291
<b>Figura 7-11.</b> Montos invertidos fuente de recurso público local para el municipio de Arboletes.....	291

# Índice de Tablas

<b>Tabla 1-1.</b> Resumen caracterización de los casos de estudio de SbN exitosas en Latinoamérica .....	38
<b>Tabla 2-1.</b> Precio del impuesto al carbono en países de América Latina (US\$).....	78
<b>Tabla 3-1.</b> Áreas en hectáreas (ha) y proporción por subregión excluidas del análisis de capacidad de acogida.....	95
<b>Tabla 3-2.</b> Variables, atributos y valores de aptitud para los usos seleccionados .....	97
<b>Tabla 3-3.</b> Variables, atributos y valores de vulnerabilidad para los usos seleccionados .....	99
<b>Tabla 3-4.</b> Ponderación de las variables de aptitud y vulnerabilidad para el álgebra de mapas .....	101
<b>Tabla 3-5.</b> Capacidad de acogida del territorio a un uso a partir de la valoración de la aptitud y vulnerabilidad.....	102
<b>Tabla 3-6.</b> Cruce de usos con capacidad de acogida alta y media TE .....	103
<b>Tabla 4-1.</b> Caracterización de los tipos de producción por cultivo analizado.....	144
<b>Tabla 5-1.</b> Categorías y variables propuestas para la clasificación del espacio rural .....	170
<b>Tabla 5-2.</b> Variables de análisis para seleccionar la zona de estudio .....	179
<b>Tabla 5-3.</b> Variables empleadas en el análisis del espacio rural, método de recopilación y fuente de información.....	181
<b>Tabla 5-4.</b> Cambios en las coberturas del suelo en el área de estudio en el municipio de San Vicente Ferrer, entre 2002 y 2018.....	183
<b>Tabla 5-5.</b> Cambios en las coberturas del suelo en el área de estudio en el municipio de Sopenetrán, entre 2002 y 2018.....	189
<b>Tabla 5-6.</b> Cambios en las coberturas del suelo en el área de estudio en el municipio de Jardín, entre 2002 y 2018.....	195
<b>Tabla 7-1.</b> Fuentes de financiamiento internacional.....	266
<b>Tabla 7-2.</b> Instrumentos de financiamiento dispuestos por la banca nacional.....	268

<b>Tabla 7-3.</b> Montos de inversión climática proveniente de recursos internacionales .....	276
<b>Tabla 7-4.</b> Montos de inversión climática proveniente de los fondos CMNUCC.....	278
<b>Tabla 7-5.</b> Sectores financiados con recursos de financiamiento provenientes de fuentes internacionales .....	279
<b>Tabla 7-6.</b> Composición de los recursos provenientes del sector público doméstico.....	279
<b>Tabla 7-7.</b> Sectores financiados con recursos provenientes de fuentes públicas nacionales.....	280
<b>Tabla 7-8.</b> Montos de financiamiento climático por sector según el destino en billones de pesos.....	281
<b>Tabla 7-9.</b> Destino del financiamiento en el departamento de Antioquia .....	285

## Sobre los autores

### María F. Cárdenas

ORCID: 0000-0002-1804-6280. Profesora Asociada de la Universidad Nacional de Colombia. Ingeniera forestal, magíster en Planeación Urbano-Regional y doctora en Ingeniería-Recursos Hidráulicos. Trabaja en sostenibilidad urbana, adaptación al cambio climático y ordenamiento territorial en contextos urbanos y regionales.

### Jhon F. Escobar

ORCID: 0000-0002-6826-6222. Profesor investigador en la Universidad Pontificia Bolivariana (UPB). Ingeniero forestal, magister en Gestión tecnológica y doctor en Administración. Se enfoca en la gestión de la tecnología y la innovación como motores de competitividad y desarrollo regional. Lidera proyectos de innovación, sostenibilidad y cambio climático.

### Lina M. Bastidas-Orrego

ORCID: 0000-0002-4279-0296. Doctora en Ciencias en Estrategias para el Desarrollo Agrícola Regional. Ingeniera administradora y magíster en Ingeniería de Sistemas, Universidad Nacional de Colombia. Investiga planeación estratégica, desarrollo rural y modelación de sistemas. Experiencia en prospectiva, conflictos socioambientales y docencia universitaria.

## Jaime Álvarez-Ruiz

Administrador de negocios y magíster en Gerencia de Proyectos. Experiencia como docente, directivo universitario, consultor empresarial y emprendedor. Sus líneas de investigación incluyen finanzas, gestión de proyectos y sostenibilidad.

## Daniel Vallejo

Arquitecto con maestría en Hábitat. Especialista en tecnologías para la gestión territorial y planificación sostenible. Experiencia en diseño arquitectónico, investigación y proyectos de adaptación al cambio climático, integrando participación comunitaria y herramientas tecnológicas en contextos urbanos y rurales.

## Armando Javier Gómez-Montes

ORCID: 0009-0000-7485-4082. Ingeniero ambiental, magíster en Estudios Urbanos Regionales de la Universidad Nacional de Colombia, con experiencia en la elaboración de planes de ordenamiento territorial desde su revisión y ajuste, y temas relacionados a la adaptación al cambio climático.

## Cristian Zapata Chavarría

ORCID: 0009-0009-4344-1969. Abogado de la Universidad de Antioquia, magíster en Derecho y Medio Ambiente. Consultor, docente e investigador en derecho ambiental y ordenamiento territorial. Profesor en la Universidad EAFIT, la Universidad de Antioquia y la Universidad Nacional de Colombia.

## Marlon Alejandro Tejada-Ladino

ORCID: 0000-0002-8617-5172. Ingeniero forestal y magíster en Estudios Urbano-Regionales de la Universidad Nacional de Colombia. Experiencia en proyectos de cambio climático, conservación y manejo sostenible de recursos naturales.

## John Ocampo Madrigal

ORCID: 0009-0005-9011-6748. Antropólogo de la Universidad de Antioquia, magíster en Medio Ambiente y Desarrollo de la Universidad Nacional de Colombia. Experto, investigador y consultor en gestión del riesgo de desastres y cambio climático.

## Augusto Alejandro González Ramírez

Economista, con estudios de maestría en Estudios Urbano-Regionales, con experiencia en el fortalecimiento y acompañamiento a procesos de planeación participativa orientados al ordenamiento ambiental del territorio, y bajo el enfoque del desarrollo sostenible.

## Daniel Camilo Gil Agudelo

ORCID: 0009-0002-4336-7032. Arquitecto e investigador en hábitat, infraestructura y territorio. Experiencia en sostenibilidad urbano-arquitectónica, planificación adaptativa y construcción consciente. Promueve soluciones colaborativas que integran lo construido con paisajes vivos y dinámicas socioespaciales frente a los desafíos del cambio climático.

## Ana María Madrid Jaramillo

ORCID: 0009-0004-2815-8130. Psicóloga, especialista y magíster en Psicología Social con énfasis comunitario y de género. Experta en gestión del riesgo y cambio climático basado en comunidades. Lidera proyectos sobre resiliencia, prevención de violencias y atención a víctimas, promoviendo participación social y sostenibilidad adaptativa.

## Marina Piquer-Doblas

ORCID: 0009-0000-8073-3332. Bióloga y magíster en Bosques y Conservación Ambiental. Experta en restauración de ecosistemas tropicales y adaptación al cambio climático mediante Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN). Interesada en divulgación científica y en la relación cultura-naturaleza.

## Daniel Marín-Vanegas

ORCID: 0000-0003-4323-6956. Arquitecto constructor. Cofundador del Semillero Ciencias de la Construcción y el Ambiente Construido. Miembro de la Asociación Multidisciplinaria de Estudios en Biología y Astrobiología (AMEBA) y el Nodo Estudios sobre Interdisciplina y Transdisciplina (ESIT) (InComplex). Editor del libro *La visión sistémica del ambiente construido* (2024, Aula de Humanidades). Asesor curricular en construcción y hábitat.



## Prólogo

El libro que se presenta incluye varios temas relacionados con propuestas de adaptación y ajuste a los efectos que se consideran negativos del denominado cambio climático moderno. El cambio climático es considerado, tal vez, como uno de los impactos más importantes de la crisis ambiental en que nos encontramos como consecuencia de las formas e intensidades del uso de los recursos terrestres. La gravedad de sus posibles impactos obliga a pensar seriamente sobre las causas y efectos en el clima global, y su influencia en los procesos naturales y antrópicos. Los trabajos que aquí se presentan exploran la línea de la adaptación.

No obstante la gran importancia dada en las últimas décadas a los impactos negativos que el cambio en el clima está teniendo en muchos de los procesos naturales, que pueden llegar a afectar o condicionar la vida de manera severa, vale la pena hacer algunos comentarios sobre el proceso mismo del cambio del clima como un fenómeno de cambio climático en el pasado geológico reciente, buscando ayudas para comprender los impactos.

El cambio climático es un fenómeno natural que ha ocurrido en muchos periodos de la historia geológica de la tierra, siendo especialmente conocidas las oscilaciones registradas durante el Cuaternario, que comprende los últimos 2,58 millones de años.

Aunque hubo antecedentes más antiguos, los hallazgos que evidencian que el clima de la tierra ha cambiado de manera drástica en tiempos recientes se remontan a la segunda mitad del siglo XIX en los Alpes europeos. Desde entonces, se han multiplicado de manera exponencial los datos científicos que demuestran cómo y cuándo han ocurrido esos cambios climáticos y sus consecuencias ambientales, al igual que sus influencias en los procesos evolutivos de los organismos, incluyendo a los humanos. La evolución de los humanos y demás seres podría ser visto de alguna manera como el proceso de adaptación de gran escala a dichos cambios.

El calentamiento global actual muy probablemente tiene causas naturales, como ha ocurrido con muchos otros cambios durante el Holoceno (11 000 años), pero la evidencia científica acumulada indica con claridad que en este caso existen factores de carácter antrópicos bastante claros. El estudio de los climas del pasado nos permite intuir los cambios que pueden esperarse en el futuro cercano.

Es necesario reconocer que el calentamiento global moderno puede tener tanto componentes naturales como de antrópicos. No obstante, lo más importante es buscar alternativas sociales, culturales y tecnológicas que ayuden a las sociedades a alcanzar nuevos equilibrios entre los humanos, y entre estos y la naturaleza, que permitan evolucionar hacia formas de organización social más acordes con las modificaciones ambientales esperadas.

En Colombia hay indicios que nos permiten visualizar los posibles efectos del ascenso de los niveles del mar y su impacto en poblaciones e infraestructuras costeras, así como las consecuencias derivadas de la disminución o retroceso de los glaciares de montaña. Hay indicios de amplias zonas del territorio nacional que, en el pasado geológico con climas propios de periodos glaciares, funcionaron como áreas desérticas, lo que nos sirve de ejemplo para comprender las implicaciones que puede tener un cambio climático global. Es un tema de interés porque, si conocemos el pasado, podremos entender que un cambio de la naturaleza como el propuesto para el cambio moderno puede tener implicaciones importantes en el comportamiento de los distintos paisajes terrestres y en los ecosistemas. Así las cosas, podríamos suponer que los cambios globales pueden tener impactos igualmente de carácter global y con importantes consecuencias ecosistémicas, pero que no todos los paisajes cambiarán en el mismo sentido, como ya ha ocurrido en el pasado geológico reciente. Zonas que hoy son secas o áridas podrán mutar a zonas más húmedas, y también en el sentido inverso.

El cambio climático global moderno es, por tanto, un tema de gran relevancia en la medida en que sus efectos podrán ser muy negativos para algunas regiones, pero también habrá otras que evolucionarán hacia zonas más aptas para la vida.

En cuanto a cómo la ciencia estudia y pronostica el calentamiento global, se puede decir que parecen claras las influencias de ciertas actividades humanas como las emisiones de gases llamados de tipo invernadero, entre otras actividades de cambios ambientales como la contaminación, la deforestación y otras igualmente muy graves. La investigación desarrollada en las últimas décadas a nivel mundial ha dejado claro que el calentamiento global es un hecho científicamente demostrado; no obstante, persisten sectores políticos, económicos o sociales que muestran inquietud o una abierta oposición al tema, minimizando o negando las conclusiones en razón del perjuicio que pueden ocasionar a sus actividades. Hay pruebas científicas suficientes para tomarse en serio el fenómeno y sus posibles influencias en las sociedades humanas. Como en el pasado geológico reciente, la naturaleza se ajustó a las cambiantes condiciones mediante estrategias evolutivas que, de igual forma, incluyeron la expansión masiva de especies animales y vegetales incapaces de adaptarse.

Muy probablemente, el ser humano encontrará formas de adaptación a las nuevas condiciones, pero es incierto aún de qué manera lo logrará. Han prevalecido los desacuerdos en función de los intereses grupales y no ha sido posible llegar a ningún consenso sobre acciones mínimas ambientales, lo que hace presumir que, como en el pasado geológico, será la naturaleza la que defina el rumbo de las especies, incluida la nuestra.

Ejercicios académicos como los que se presentan en este texto son importantes, aun siendo conscientes de la magnitud del asunto en consideración, pues reflejan un interés por buscar acciones que contribuyan, aunque se considere en menor medida, a mostrar el único camino posible, poniendo la academia y la investigación científica en concordancia con las necesidades de conocimiento, aunque este no necesariamente se refleje en acciones concretas.

**José Humberto Caballero**



## Introducción

El sistema del planeta Tierra ha estado en constante transformación. Desde sus orígenes, los cambios fueron dando paso a la formación y estabilización de factores abióticos fundamentales como el agua, la atmósfera y el clima. Luego apareció la vida que, en permanente evolución, ha dado origen a especies diversas, extrañas, llamativas, particulares, como el mismo *Homo sapiens*. Todo lo anterior, como parte del proceso de la gran historia, nos remonta al origen mismo del universo (Christian et al., 2014).

Las acciones humanas han generado profundas y aceleradas transformaciones sobre el sistema global. Es por ello por lo que trabajos como el de Rockström et al. (2009) toman relevancia, dado que reconocen los procesos biofísicos que regulan la estabilidad del sistema biósfera y el nivel de alteración que se registra en ellos, debido principalmente a acciones antrópicas. Así, se establecieron nueve límites planetarios, advirtiéndose desde 2009 que traspasarlos puede ser perjudicial o incluso catastrófico, ya que podían desencadenar cambios abruptos y no lineales de escala global (Rockström et al., 2009). Desde los primeros reportes, el cambio climático ya aparecía como uno de los procesos que superaba los límites seguros, junto con la pérdida de la biodiversidad, expresada como integridad genética y funcional de la biósfera, y los cambios en el ciclo global del nitrógeno. A estos se han ido sumando cambios en el ciclo biogeoquímico del fósforo, nuevas entidades que se refieren a elementos y sustancias sintéticas

introducidas por la actividad antrópica (microplásticos, disruptores endocrinos y contaminantes orgánicos), cambios en el ciclo del agua, aumento en la carga de aerosoles en la atmósfera, cambios en el uso del suelo, indicando pérdidas de bosques; además, se emite una alerta por la rápida acidificación de los océanos (Richardson et al., 2023; Rockström et al., 2009; Steffen et al., 2015).

Cabe resaltar que estos límites son interdependientes y que los impactos sociales de traspasar las fronteras propuestas como seguras dependerán de la resiliencia socioecológica de los sistemas afectados.

Así, el cambio climático representa uno de los mayores desafíos contemporáneos para la supervivencia humana. Definido como una alteración significativa y prolongada de los patrones climáticos, atribuible directa o indirectamente a actividades humanas que incrementan las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera, este desbalance está transformando los sistemas naturales y sociales en todo el planeta.

Frente a los retos multidimensionales que implica esta problemática, la adaptación al cambio climático surge como un proceso necesario. Aunque los sistemas naturales ya están mostrando transformaciones como respuesta a los cambios sufridos en las últimas décadas, los sistemas antrópicos aún no tenemos tan claro qué debe ajustarse o en qué sentido hacerlo, con el fin de moderar los daños y aprovechar las oportunidades que puedan surgir. Se entiende que la adaptación no solo incluye respuestas tecnológicas o de infraestructura, sino también Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN), el fortalecimiento de capacidades locales, la gobernanza inclusiva y el desarrollo de políticas públicas adaptativas que promuevan la resiliencia territorial y comunitaria, a la vez que se reconocen los múltiples límites y restricciones que hay para lograr procesos efectivos de adaptación de los territorios al cambio climático. Reconocer estas limitaciones, tanto a escala global como local, permite orientar mejor las decisiones tomadas en la búsqueda de la adaptación humana (Thomas et al., 2021).

También es necesario reconocer que las acciones de adaptación, en general, responden a estímulos del clima que hoy se consolidan como riesgos climáticos. En un primer momento, los riesgos hacen referencia al potencial de consecuencias adversas de una amenaza relacionada con el clima y, posteriormente, evalúan una posible respuesta de todas aquellas medidas de adaptación diseñadas con el propósito de reducir dicha amenaza, ya sea en términos de vida, salud, medios de subsistencia, ecosistemas y sus especies naturales, bienes económicos, sociales y culturales, infraestructura, entre otros (Working Group I [WGI], Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC], 2023).

La resiliencia, en el contexto de los desafíos actuales como el cambio climático, se refiere a la capacidad de los sistemas sociales, económicos y ambientales de enfrentar eventos

amenazantes, respondiendo o reorganizándose de maneras que les permitan mantener sus funciones esenciales y la capacidad de adaptarse, aprender y transformarse (WGI, IPCC, 2023). No es una característica innata, sino un proceso que emerge y se produce dentro de los conflictos socioambientales, colocando la contestación y la negociación en el centro (Gonda et al., 2023).

De acuerdo con Arana-Ruedas & Moggiano (2022), la agricultura y la gestión del agua son dos de los aspectos más amenazados por el cambio climático, para los cuales es fundamental incrementar la resiliencia. Sin embargo, en los contextos urbanos la resiliencia también es relevante, dado el incremento de la temperatura, las olas de calor, los desastres naturales, la escasez hídrica y la contaminación atmosférica (Currie & Pérez, 2021).

Por tanto, y como lo plantean Gonda et al. (2023), la resiliencia debe entenderse como un proceso de construcción de bienes comunes y de relaciones afectivas, democráticas, equitativas y justas con humanos y no humanos, para una seguridad de subsistencia a largo plazo. En este mismo sentido, se entiende que la resiliencia territorial se incrementa por la capacidad de los actores locales para reaccionar a los impulsos de desterritorialización en tiempos de crisis, para lo cual es útil implementar dispositivos físicos y sociales, junto con el fortalecimiento del tejido social, de las capacidades institucionales y de las estrategias de planificación de base comunitaria (Kato et al., 2022). Otro aspecto fundamental en la búsqueda de la resiliencia territorial es la reducción del riesgo de desastres, ojalá basada en el conocimiento local y la gestión de ecosistemas, como lo proponen Recharte & Rondán (2024).

Así, tratando de comprender los retos derivados del cambio climático en el territorio antioqueño y su magnitud, buscando dar luces sobre las rutas más adecuadas a seguir, presentamos este libro, enmarcado en el proyecto "Diseño de herramientas metodológicas y técnicas de planeación y gestión para la implementación de sistemas de adaptación al cambio climático en el ámbito municipal para el departamento de Antioquia" (BPIN 2021000100489), financiado con recursos del Sistema General de Regalías (SGR) del Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación (FCTel).

Esta obra reúne un conjunto de investigaciones que pretenden contribuir en este sentido, en algunos casos mediante análisis críticos de las estrategias implementadas de mitigación, como los bonos de carbono, o de las soluciones que se presentan como la respuesta ideal, sin pasar por muchas pruebas empíricas en el mediano y largo plazo, como ocurre con las SbN. En otros casos, se busca aportar al entendimiento y planificación para la adaptación, a través de análisis y casos de estudio en el departamento de Antioquia, con un enfoque particular en la sostenibilidad y resiliencia de los territorios. Por último, también se aborda el problema de la implementación y financiación de los proyectos de mitigación y adaptación, analizando lo que se ha hecho hasta ahora y lo que podría hacerse en el futuro.

La obra se estructura en ocho capítulos, divididos en tres secciones que, de manera complementaria, abarcan una amplia gama de temas relacionados con el cambio climático y sus implicaciones en los territorios y comunidades de Antioquia y otros contextos tropicales. Cada capítulo representa un esfuerzo colaborativo de investigadores que, desde una perspectiva interdisciplinaria, ofrecen una mirada crítica e informada para enfrentar esta crisis global.

La primera sección aborda revisiones críticas de dos soluciones ampliamente difundidas con relación al cambio climático: los bonos de carbono, que empezaron a tranzarse y para los cuales se creó un mercado a partir del Protocolo de Kyoto en 1997,<sup>1</sup> junto con las SbN, que se han presentado como un conjunto de mecanismos útiles para mitigar algunos impactos relacionados con el cambio climático y contribuir a la adaptación frente a sus efectos. Constituyen esta sección los capítulos 1 y 2.

En el primer capítulo, “Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN) y gobernanza: una revisión integral de las tendencias de investigación”, se presenta una reflexión sobre la gobernanza como pieza fundamental para la implementación exitosa de iniciativas basadas en la naturaleza. El análisis resalta la necesidad de fortalecer la coordinación multinivel, integrar conocimientos tradicionales y mejorar las opciones de financiación, mientras se enfatiza en la participación local como un motor para la sostenibilidad.

El segundo capítulo, “Bonos de carbono: retos y oportunidades desde lo ecológico, lo legislativo y lo socioeconómico”, aborda una herramienta controversial para la mitigación del cambio climático. Este capítulo profundiza en las dinámicas del mercado de bonos de carbono en el contexto colombiano, identificando oportunidades y desafíos desde una perspectiva multidimensional, que incluye aspectos legales, económicos y ecológicos.

La segunda parte caracteriza algunos problemas territoriales relacionados con la agricultura y las transformaciones rurales, así como posibles soluciones o estrategias para ordenar el territorio, planteadas a partir de aplicaciones para Antioquia o del análisis de casos de estudio específicos dentro del departamento. Hacen parte de esta sección los capítulos 3, 4, 5 y 6.

---

1 Para más información sobre el Protocolo de Kyoto, ver: [https://unfccc-int.translate.google/kyoto\\_protocol?\\_x\\_tr\\_sl=en&\\_x\\_tr\\_tl=es&\\_x\\_tr\\_hl=es&\\_x\\_tr\\_pto=tc](https://unfccc-int.translate.google/kyoto_protocol?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=tc).

En “Capacidad de acogida del territorio: un análisis del caso antioqueño para usos productivos en el contexto del cambio climático” el lector encontrará un modelo aplicado a la planificación territorial, que identifica las aptitudes y vulnerabilidades de las zonas productivas en Antioquia. Este enfoque ofrece insumos valiosos para una gestión más sostenible del territorio en tiempos de crisis ambiental.

La percepción de los productores agrarios frente a los impactos del cambio climático se analiza en el cuarto capítulo, mostrando cómo comunidades del Bajo Cauca y el Magdalena Medio en Antioquia enfrentan los efectos del cambio climático con estrategias adaptativas, pese al escaso apoyo institucional.

Por otro lado, “Gentrificación rural: transformaciones contemporáneas de los territorios” explora un fenómeno emergente en zonas rurales cercanas a las ciudades, exponiendo los retos sociales, económicos y espaciales que surgen con la llegada de nuevos habitantes a estas áreas.

El capítulo sexto, “Hábitat (humano) biodiverso y adaptativo: en ruta hacia el diseño multiespecies”, expone una innovadora visión sobre la integración de los ambientes naturales y construidos, promoviendo un diseño multiespecies que reconcilia la coexistencia armónica entre los ecosistemas y los entornos humanos.


La tercera parte de la obra (capítulos 7 y 8) también incluye un análisis sobre la “Financiación de proyectos de adaptación al cambio climático en el departamento de Antioquia”, detallando las barreras y posibilidades que enfrentan los municipios para acceder a recursos para luchar y adaptarse a este fenómeno. Finalmente, el libro cierra con el capítulo 8, “Análisis de metodologías para la formulación y gestión de proyectos de adaptación al cambio climático en Colombia”, en el cual se proporciona un marco práctico y normativo para el desarrollo de iniciativas eficaces y sostenibles en este ámbito.

Este libro es una invitación al diálogo y la acción colectiva, ofreciendo un conocimiento que trasciende el ámbito académico para convertirse en una herramienta práctica en la construcción de territorios resilientes y sostenibles. Cada capítulo refleja el compromiso de sus autores con la investigación rigurosa y la búsqueda de soluciones que respondan a los desafíos urgentes del cambio climático, con especial énfasis en los contextos locales y sus particularidades.

Invitamos al lector a sumergirse en estas páginas, con la certeza de que este recorrido permitirá no solo ampliar su comprensión sobre los retos del cambio climático, sino también inspirar nuevas acciones y enfoques para enfrentarlo de manera decidida y transformadora.

## Bibliografía

- Arana-Ruedas, D. P. R., & Moggiano, N. J. (2022). Agriculture and Water Resources: UNFCCC Influence on Peruvian Adaptation Regulations to Increase Resilience against Climate Change. *Scientia Agropecuaria*, 13(3), 221-230. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2022.020>
- Christian, D., Stokes Brown, C., & Benjamin, C. (2014). *Big History: Between Nothing and Everything*. McGraw Hill.
- Currie, R., & Pérez, G. (2021). Climate Change and Urban Planning: Challenges and Opportunities for Strategic Environmental Assessment. *Revista de Derecho Ambiental (Chile)*, 2(16), 73-107. <https://doi.org/10.5354/0719-4633.2021.60524>
- Gonda, N., Flores, S., Casolo, J. J., & Nightingale, A. J. (2023). Resilience and Conflict: Rethinking Climate Resilience through Indigenous Territorial Struggles. *The Journal of Peasant Studies*, 50(6), 2312-2338. <https://doi.org/10.1080/03066150.2022.2161372>
- Kato, K. Y. M., Delgado, N. G., & Romano, J. O. (2022). Territorial Approach and Rural Development Challenges: Governance, State and Territorial Markets. *Sustainability (Switzerland)*, 14(12), 7105. <https://doi.org/10.3390/su14127105>
- Recharte, J., & Rondán, V. (2024). Participatory Planning for Disaster Risk Reduction: Learning Pathways to Bridge the Gap between State and Territory. *Revista Kawsaypacha: Sociedad y Medio Ambiente*, (14), D-001. <https://doi.org/10.18800/kawsaypacha.202402.D001>
- Richardson, K., Steffen, W., Lucht, W., Bendtsen, J., Cornell, S. E., Donges, J. F., Drüke, M., Fetzer, I., Bala, G., Bloh, W. von, Feulner, G., Fiedler, S., Gerten, D., Gleeson, T., Hofmann, M., Huiskamp, W., Kummu, M., Mohan, C., Nogués-Bravo, D.,... Rockström, J. (2023). Earth beyond Six of Nine Planetary Boundaries. *Science Advances*, 9(37). <https://doi.org/10.1126/sciadv.adh2458>
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, F. S., Lambin, E., Lenton, T. M., Scheffer, M., Folke, C., Schellnhuber, H. J., Nykvist, B., de Wit, C. A., Hughes, T., van der Leeuw, S., Rodhe, H., Sörlin, S., Snyder, P. K., Costanza, R., Svedin, U.,... Foley, J. (2009). Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity. *Ecology and Society*, 14(2), Art. 32. <https://doi.org/10.5751/ES-03180-140232>
- Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S. E., Fetzer, I., Bennett, E. M., Biggs, R., Carpenter, S. R., De Vries, W., De Wit, C. A., Folke, C., Gerten, D., Heinke, J., Mace, G. M., Persson, L. M., Ramanathan, V., Reyers, B., & Sörlin, S. (2015). Planetary Boundaries: Guiding Human Development on a Changing Planet. *Science*, 347(6223). <https://doi.org/10.1126/science.1259855>
- Thomas, A., Theokritoff, E., Lesnikowski, A., Reckien, D., Jagannathan, K., Cremades, R., Compbell, R., Joe, E. T., Sitati, A., Singh, C., Segnon, A., Pentz, B., Musah-Surugu, J. I., Mullin, C., Mach, K. J., Gichuki, L., Galappaththi, E., Chalastani, V., Ajibade, I.,... Global Adaptation Mapping Initiative Team. (2021). Global Evidence of Constraints and Limits to Human Adaptation. *Regional Environmental Change*, 21, Art. 85.
- Working Group I, Intergovernmental Panel on Climate Change. (2023). *IPCC Sixth Assessment Report (AR6) "Climate Change 2023"*. [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2023/03/Doc5\\_Adopted\\_AR6\\_SYR\\_Longer\\_Report.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2023/03/Doc5_Adopted_AR6_SYR_Longer_Report.pdf)



# Parte I. Soluciones globales al cambio climático: una revisión crítica hacia una resiliencia socioambiental

Cuando empezaron a celebrarse las Cumbres de la Tierra, la preocupación por las problemáticas ambientales y sus manifestaciones globales ya estaban en aumento. Sin embargo, el calentamiento global emergió como un tema de relevancia un par de décadas después, tras haberse discutido y alcanzado acuerdos sobre la biodiversidad, el hueco en la capa de ozono y la sostenibilidad. Rápidamente se pasó a hablar de cambio climático, a medida que se comprendían y dimensionaban las implicaciones del aumento de la temperatura por el efecto invernadero en la atmósfera. El interés inicial se enfocaba más en la mitigación del cambio climático, por lo cual reducir las emisiones y aumentar los sumideros de carbono aparecían como herramientas centrales. Más recientemente, ante los continuos fracasos para alcanzar las metas de reducción de gases de efecto invernadero (GEI), el traspaso de los límites establecidos como seguros de las concentraciones de carbono en la atmósfera y las evidencias cada vez más marcadas de los efectos del cambio climático en los distintos sistemas atmosféricos e hidrológicos y, con ello, en el resto de la ya bastante deteriorada biosfera, han venido tomando más fuerza los estudios sobre la adaptación a los impactos que los territorios están sufriendo debido al cambio climático. Este viraje también reconoce que, por mucho que se avance hacia la meta de la carbono-neutralidad, muchos de los GEI que ya están en la atmósfera permanecen durante un siglo o más, de modo que los frutos de la mitigación realizada hoy solo se reflejarán en el sistema terrestre para la tercera o cuarta generación humana.

En este contexto, dos de las aproximaciones contemporáneas más discutidas, propuestas e implementadas giran en torno a las Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN) como un esfuerzo dirigido a renaturalizar nuestros contextos urbanos y rurales, utilizando plantas y dispositivos verdes para lograr propósitos puntuales, mediante proyectos específicos. La otra respuesta analizada en esta parte I se centra en los bonos de carbono como parte de la estrategia de pago por servicios ambientales, ampliamente implementada.



# 1. Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN) y gobernanza: una revisión integral de las tendencias de investigación

Marlon Alejandro Tejada Ladino  
Armando Javier Gómez Montes  
Marina Piquer-Doblas

## Resumen

Las Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN) son reconocidas a nivel mundial como un conjunto de técnicas eficaces para la adaptación al cambio climático. Sin embargo, estas iniciativas son mucho más abundantes en la teoría que en la práctica. Este artículo analiza el papel que juega la gobernanza en la implementación de SbN, con el objetivo de detectar los mecanismos de gobernanza que facilitan el éxito de estas iniciativas a niveles ambiental y social. Se parte de una revisión bibliográfica de estudios de caso enfocada en la gobernanza de SbN en Latinoamérica. Se identificaron 13 casos de éxito, cuya estructura de gobernanza mostró una prevalencia de actores internacionales y de la sociedad civil. Muchos de los casos de éxito tuvieron como resultado la creación y fortalecimiento de redes de gobernanza local, demostrando que la participación local es un factor clave para el éxito de las SbN. El análisis encontró, además, cuatro aspectos de mejora en la implementación de SbN: 1) El fortalecimiento de la coordinación multinivel; 2) La incorporación del enfoque de Adaptación basada en Comunidades (AbC) para la integración del conocimiento tradicional; 3) La necesidad de fortalecer las opciones de financiación para asegurar la sostenibilidad de las SbN, en especial desde las instituciones gubernamentales, y 4) La falta de monitoreo y evaluación de las SbN, lo cual resulta necesario para comprobar su efectividad y seguir mejorando estas iniciativas clave para el bienestar humano y ambiental.

**Palabras clave:** Cambio climático, Adaptación basada en comunidades, Resiliencia, Sostenibilidad.

## 1.1 Introducción

Desde hace décadas la humanidad se viene enfrentando a desafíos sin precedentes, derivados de la interacción entre el desarrollo socioeconómico, la preservación del medio ambiente y el cambio climático, lo que ha generado diversos problemas ambientales que han planteado un cambio de paradigma en la manera de concebir sus posibles soluciones (Sianes et al., 2022; Smith et al., 2021). En este contexto, se encuentran algunas soluciones con enfoque forestal como la revegetación, la restauración ecológica, la restauración funcional y la restauración del paisaje forestal (Stanturf et al., 2014); o desde un campo más amplio, a través de las SbN, que emergen como un enfoque innovador y holístico que busca integrar la gestión sostenible de los ecosistemas y la planificación y desarrollo humano (Albert et al., 2021).

Los retos actuales posicionan a las SbN como una herramienta sólida para su abordaje. Sin embargo, su puesta en práctica sigue siendo reducida en comparación con la producción teórica sobre el tema (Sarabi et al., 2019). Hoy en día persisten brechas de conocimiento, como la falta de evaluaciones robustas e imparciales de las experiencias actuales de SbN, la falta de información contextual sobre su implementación en el campo, y las limitaciones en el monitoreo y seguimiento de las soluciones implementadas (Price, 2021). Una de las principales barreras para la ejecución de SbN es la estructura de la gobernanza, caracterizada por enfoques sectoriales con prioridades fragmentadas y cortoplacistas, con una gestión y marcos de financiación bajos (Hölscher et al., 2023; Sarabi et al., 2019). La falta de casos prácticos y de éxito documentados es un lastre para la difusión y el monitoreo de este conjunto de acciones, las cuales son clave para afrontar los retos sociales y ambientales de este siglo.

Es crucial estudiar las estructuras de gobernanza para comprender cómo implementar de manera efectiva las SbN, ya que es en la misma red de gobernanza del territorio en donde se ejecutan estas soluciones. Así, esta investigación tiene como objetivo analizar estructuras de gobernanza en casos de implementación exitosa de SbN en Latinoamérica, partiendo de que la correcta participación de las comunidades locales en la red de gobernanza aumenta el éxito de implementación de las SbN. Para ello, se realizó una revisión bibliográfica sobre estas soluciones en Latinoamérica, en la cual se analizan los casos de éxito y su estructura de gobernanza, así como las barreras y desafíos, lo cual permite plantear recomendaciones sobre la implementación de SbN.

Latinoamérica ha sido seleccionada como área de estudio por tratarse de una región con gran diversidad biológica y social. Esta región alberga ecosistemas de mucha importancia para el planeta y un gran porcentaje de la biodiversidad mundial, además de ser el hogar de numerosas culturas. Esta riqueza está amenazada por problemas en sectores como el político, el social y el económico, que operan con lógicas similares en toda la región, estre-

chamente ligadas a las dinámicas económicas y geopolíticas mundiales, y la forma en que se abordan desde los Gobiernos locales. Por tanto, estudiar los modos de aplicar exitosamente las SbN en Latinoamérica es estudiar su potencial para beneficiar a gran parte de la diversidad biológica y cultural de la región, así como comprender las interacciones entre estas y las dinámicas socioeconómicas de escala mundial.

El presente estudio abordará el papel de la gobernanza en la implementación exitosa de SbN en Latinoamérica a través de las siguientes preguntas: 1) ¿Cuáles son los estudios y casos de éxito específicos de SbN en Latinoamérica?; 2) ¿Cuáles son las deficiencias en la gobernanza que constituyen barreras y desafíos en la implementación de SbN en Latinoamérica?, y 3) ¿Cuáles son las lecciones aprendidas de estudios y casos exitosos que podrían mejorar la gobernanza de SbN en Latinoamérica?

## 1.2 Marco conceptual

Cohen-Sacham et al. (2016), en el marco de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), definen las SbN como acciones para proteger, gestionar de manera sostenible y restaurar ecosistemas naturales o modificados que aborden los desafíos sociales de manera efectiva y adaptativa, proporcionando al mismo tiempo beneficios para el bienestar humano y la biodiversidad. Como desafíos sociales se entiende una amplia gama de temas, que van desde la salud humana, el desarrollo económico y social, la seguridad alimentaria e hídrica, hasta aquellos relacionados con la reducción del riesgo de desastres, y la mitigación y adaptación al cambio climático (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza [UICN], 2020). Las SbN comprenden una amplia variedad de enfoques: la restauración de ecosistemas degradados, la promoción de prácticas agrícolas sostenibles y la implementación de infraestructuras verdes (Boufous et al., 2023; Calheiros & Stefanakis, 2021; Egoh et al., 2021).

Sobre esto último, Sowińska-Świerkosz & García (2022) mencionan que, si bien existe un desarrollo conceptual del término, aún no hay claridad sobre el alcance de las SbN o cuándo se está hablando de ellas. Los autores atribuyen esta ambigüedad a tres factores: 1) Las SbN, al ser un concepto interdisciplinar, implican la interacción de diferentes campos de conocimiento que plantean definiciones propias que no necesariamente coinciden; 2) La consideración de acciones relacionadas con la naturaleza como parte de las SbN cuando no lo son, y 3) El demorado establecimiento de reglas claras y directrices para las SbN. Antes del 2020, año en el que se publica el estándar de la UICN, apuntan los autores, existía para las SbN una notable falta de criterios específicos y detallados, lo que facilitaba que acciones que hoy en día se considerarían como medidas complementarias entraran a calificarse como SbN, aun cuando no cumplieran todos los criterios.

El uso de la naturaleza para dar solución a las problemáticas identificadas es el elemento central de las SbN y son los servicios ecosistémicos (SE) los que permiten lograr tal fin. Estos se definen como los beneficios que los seres humanos obtienen de los ecosistemas (Daily, 1997; UICN, 2019) y se clasifican en cuatro categorías: servicios de aprovisionamiento, de regulación, de soporte y culturales (Alcamo et al., 2003). Abarcan una amplia gama de contribuciones fundamentales para el bienestar humano y la sostenibilidad, ya sea desde la provisión de alimentos, agua y materias primas, hasta la regulación del clima, la mitigación de desastres naturales, la purificación del aire o el mantenimiento de la fertilidad del suelo (Costanza et al., 2011), considerando, además, otros beneficios de índole cultural y recreativo, fundamentales para el desarrollo humano y la calidad de vida de las comunidades en diferentes escalas (UICN, 2019).

A partir de los ecosistemas y los SE, autores como Eggermont et al. (2015) plantean tres tipos de SbN que pueden superponerse o complementarse. Un primer grupo propone intervenciones nulas o mínimas en los ecosistemas, por ejemplo, la protección de áreas protegidas o de alta importancia ambiental para solucionar algún problema específico. Un segundo grupo asociado a enfoques de gestión que conllevan alguna intervención, por ejemplo, el uso de especies más aptas para ciertas condiciones climáticas dentro del sector agrícola de un municipio. Y, por último, un tercer grupo en el que se ubican intervenciones más intrusivas, que incluso amparan la idea de crear nuevos ecosistemas para responder a los retos o problemas presentes o futuros, por ejemplo, la restauración de áreas degradadas.

Las SbN pueden incrementar la capacidad de adaptarnos a los impactos del cambio climático, reduciendo la exposición ante los riesgos derivados (United Nations Environment Programme [UNEP] & International Union for Conservation of Nature [IUCN], 2021). Enfoques como la Adaptación basada en Ecosistemas (AbE), la Reducción del Riesgo de Desastres basada en Ecosistemas (Eco-RRD) y la Mitigación basada en Ecosistemas (MbE) son catalogados como parte de las SbN (Bjerre et al., 2021). La restauración de manglares es un buen ejemplo, siendo efectiva para reducir el riesgo de inundaciones y la erosión costera, a la vez que captura y almacena grandes cantidades de carbono (Powell et al., 2011).

Los criterios estándar publicados por UICN (2020) plantean ocho temas que constituyen lo que debe cumplir una práctica, medida u acción para ser catalogada como SbN. Sin embargo, el establecimiento de estos estándares no implica un consenso alrededor de los requisitos para identificar SbN exitosas, de modo que se infiere que para que ello ocurra se deben cumplir los ocho ítems mencionados. Un ejemplo claro sobre la libertad que hay alrededor de lo que se considera SbN o no son las definiciones propuestas por Marquet et al. (2021) y Ozmet et al. (2021), que plantean, a partir de adaptaciones, la definición de SbN. Sin embargo, el establecimiento de estos estándares no implica una regulación inmediata del concepto, como lo sugieren Sowińska-Świerkosz & García (2022), más aún cuando el

término se utiliza ampliamente para denominar intervenciones para la solución de problemáticas ambientales o relacionadas con el cambio climático. No obstante, es reseñable que la gobernanza aparezca como punto de partida para lograr procesos eficaces.

La gobernanza puede entenderse como el proceso, las estructuras y los mecanismos para enfrentar una amplia gama de cuestiones en las que los agentes públicos y privados llegan a decisiones mutuamente satisfactorias y vinculantes, negociando entre sí y cooperando en la aplicación de estas decisiones (Rametsteiner, 2009). Sin embargo, el concepto presenta variaciones en función del contexto. Por ejemplo, Arandia-Alarcón (2022) aborda la gobernanza desde un enfoque ambiental, denominándola gobernanza ambiental territorial. Por otro lado, Bevir (2009) presenta varios conceptos relacionados, como la gobernanza colaborativa, que implica la participación de actores no gubernamentales y no tradicionales en el diseño y desarrollo de políticas a través del diálogo y la participación activa; así como la gobernanza global, que puede involucrar a Estados, corporaciones multinacionales y organizaciones no gubernamentales (ONG).

La gobernanza se ha convertido en un tema recurrente en la gestión de los recursos naturales y se presenta como el medio por el cual se asegura el bienestar humano (UICN, 2019), de ahí su importancia a la hora de hablar de enfoques como las SbN, la AbE o incluso la AbC, que a menudo se presenta como la de mayor éxito para lograr la adaptación (Keenan, 2015), posicionando a las comunidades como elemento central del proceso (Rein et al., 2009).

## 1.3 Metodología

Esta investigación se enfocó en la revisión bibliográfica de casos exitosos de SbN en Latinoamérica, con el objetivo de analizar sus estructuras de gobernanza. Si bien la efectividad de una medida de adaptación depende de cada caso en particular y del enfoque de quien la evalúe, este trabajo entiende como casos de éxito las intervenciones de SbN en las que el objetivo de generar beneficios simultáneos para el bienestar humano y la biodiversidad se haya alcanzado a través de una red de gobernanza en la que todos los actores hayan participado y alcanzando sus intereses y expectativas respecto al uso sostenible de la naturaleza y sus servicios ecosistémicos.

Inicialmente, se llevó a cabo una búsqueda exhaustiva en bases de datos académicas, como Scopus y Web of Science, para identificar estudios relevantes. Se encontró una carencia inicial de información específica para la zona de interés en dichas plataformas, por lo que se decidió usar Google Académico para localizar artículos pertinentes que abordaran el tema de SbN y gobernanza en Latinoamérica. Sin embargo, debido a la dificultad de encon-

trar información en artículos o en la literatura gris, se optó por otras fuentes de información que describen procesos de SbN, pero que carecen de documentos complementarios. Se realizó una búsqueda general en Google para identificar las fuentes de información que no estuvieran documentadas en la bibliografía académica. Esto, tomando como base los principios de la metodología PRISMA (Page et al., 2021), que permite incorporar artículos científicos y literatura gris.

Para el análisis de la estructura de gobernanza, se hizo énfasis en casos con participación de la comunidad local en la toma de decisiones durante el proceso de ejecución de los proyectos de SbN. Para ello, se empleó una adaptación de la estructura de gobernanza propuesta por Borrini-Feyerabend & Hill (2015): actores gubernamentales, actores académicos, actores privados, actores de la sociedad civil y actores internacionales.

Esta metodología permitió obtener una visión integral de las prácticas actuales y las lecciones aprendidas en el campo de las SbN y su gobernanza en la región de Latinoamérica.

## 1.4 Resultados y discusión

De los 66 casos de implementación de SbN revisados, 13 de ellos se consideraron exitosos. Su estructura y características se resumen en la Tabla 1.1. Se encontraron SbN exitosas en diez países (Figura 1.1), con Colombia y Perú destacándose por presentar la mayor cantidad de casos reportados. El número promedio de actores que colaboran en la implementación de las SbN es de cuatro, lo cual indica que la red de gobernanza requiere de alianza y coordinación entre diversas instituciones y organizaciones. Los actores internacionales son los más numerosos dentro de las redes de gobernanza; sin embargo, en muchas ocasiones su papel es el de financiar y supervisar el cumplimiento de las actividades. Los segundos más numerosos son los actores de la sociedad civil, que son también los que aparecen con mayor frecuencia: en diez de 13 casos hay presencia de este tipo de actores, permitiendo inferir que la inclusión de las comunidades locales en las SbN es un factor clave para su éxito. En tercer lugar, aparecen los actores gubernamentales, seguidos de los actores privados y por último la academia.

Varias de las soluciones implementadas se sitúan dentro de planes o intervenciones más amplias, que en su ejecución contienen SbN específicas. Dos de los casos analizados se sustentan en planes, que, al ser de gran envergadura, incluían actividades que por sí solas constituirían una SbN. Por ejemplo, el caso de La Palmita Centro de Investigación (2019) abarca tanto la restauración como la conservación, haciendo parte de la primera y segunda categoría: intervenciones nulas sobre el ecosistema (conservación) y enfoques

de gestión de los ecosistemas (restauración). Respecto a la categorización planteada por Eggermont et al. (2015), los casos considerados se distribuyen en tres posibles categorías, haciendo parte de por lo menos dos a la vez. Tal es el caso de La Palmita Centro de Investigación (2019) con Morichales de vida en Arauca (Colombia), que considera la restauración y conservación, haciendo parte de la primera y segunda categoría según lo planteado por los autores: intervenciones nulas sobre el ecosistema desde la conservación y enfoques de gestión de los ecosistemas desde la restauración.

**Tabla 1-1.** Resumen caracterización de los casos de estudio de SbN exitosas en Latinoamérica

#	Caso de estudio (país)	Problemática	SbN implementada	Estructura de gobernanza	Factores de éxito (¿con la comunidad?)	Referencia
1	PROAmazonia (Ecuador)	Deforestación de la selva amazónica	Restauración, manejo forestal sostenible, REDD+	Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica (G) Ministerio de Agricultura y Ganadería (G) Confederación de Nacionalidades Indígenas de la Amazonía Ecuatoriana (CONFENIAE) (SC) Green Climate Fund (P) Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) (I)	Articulación del Gobierno con las comunidades locales ha conseguido la conservación de 789.099 ha de selva y cuencas, y la restauración de 15.023 ha en las provincias amazónicas	United Nations Development Program (UNDP, 2023)
2	Brazil Water Programme (Brasil)	Alta presión sobre el recurso hídrico en cuatro cuencas por actividades agropecuarias	Conservación de cuencas por medio de PSA, almacenamiento de aguas lluvias	Banco de Brasil (G) WWF-Brasil (I) Agencia Nacional del Agua (G) Fundación Banco do Brasil (G)	Creación de cooperativas y comunidades que sustentan la agricultura, y capacitaciones en restauración forestal han llevado a un aumento de la capacidad instalada y el capital social	World Wildlife Fund (WWF, 2020)
3	Ecosystem-based Disaster Risk Reduction (Haití)	Tifones causaban pérdida de cultivos por inundaciones y movimientos en masa, degradación ecosistémica	Técnicas de cultivo resistentes a los tifones, diversificación de cultivos, restauración de suelos y control de la erosión	Cruz Roja holandesa (I) ONU (UNEP) (I) Cordaid (I) Wetlands International (I) UE (I) CARE (I)	Participación y capacitación de comunidades pesqueras y agricultoras locales, así como autoridades municipales. Establecimiento de organizaciones comunitarias y de mujeres	United Nations Environment Program (UNEP, 2022)

#	Caso de estudio (país)	Problemática	SbN implementada	Estructura de gobernanza	Factores de éxito (¿con la comunidad?)	Referencia
4	Restauración de manglares (Costa Rica)	Deforestación masiva de manglares durante el boom bananero en los 80, regeneración natural del ecosistema arrestado, sobreexplotación de la madera del manglar, disminuyendo los criaderos de pianguas	Restauración de 30 ha de manglar con técnicas efectivas ante el arresto de la sucesión natural por parte del helecho <i>Acrostichum aureum</i> . El proyecto piloto se piensa expandir al resto de Centroamérica	OSA Conservación (P) Asociación de Piangueros (SC) Universidad Nacional de Costa Rica (A)	Capacitación a las comunidades para la restauración activa del manglar, creando nuevos empleos y mejorando los servicios ecosistémicos para la pervivencia de los oficios tradicionales. Transferencia de conocimientos y divulgación de la importancia de las SbN	Oppla (2023)
5	Proyecto Sembrando agua, cosechando vida (Perú y Guatemala)	En Guatemala, la escasez del recurso hídrico (superficial y subterráneo) y las afectaciones por eventos climáticos extremos (lluvias torrenciales y sequías) que agravan la inseguridad alimentaria. En Perú, se observa una pérdida de la biodiversidad biológica y cultural, lo que deteriora el tejido social y la seguridad alimentaria	Construcción de estanques naturales en Guatemala para la acumulación de aguas lluvias	Asociación ABA-Ayacucho (SC) Asociación de Mujeres Ixpiyakok (ADEM) (SC) Oficina Regional para Latinoamérica (ORLA) (I) Cooperación Alemana BMZ (I)	Asociación de comunidades indígenas de ambos países con el objetivo de afianzar el conocimiento indígena tradicional y las prácticas respetuosas con el recurso hídrico de manera intergeneracional	Proyecto Agua (2023)
6	San José de las Flores (El Salvador)	Aguas residuales en las calles de la comunidad de San José Las Flores, con altos índices de mortalidad y morbilidad	Biofiltro para tratamiento de aguas residuales	ONG local PRO-VIDA (SC) Programa AGUASAN de Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE) (I) 630 personas de la comunidad (SC)	La coordinación y la inclusión de la comunidad en las decisiones sobre el tipo de sistema y la ubicación de las obras para su respectiva sostenibilidad	Gauss (2008)

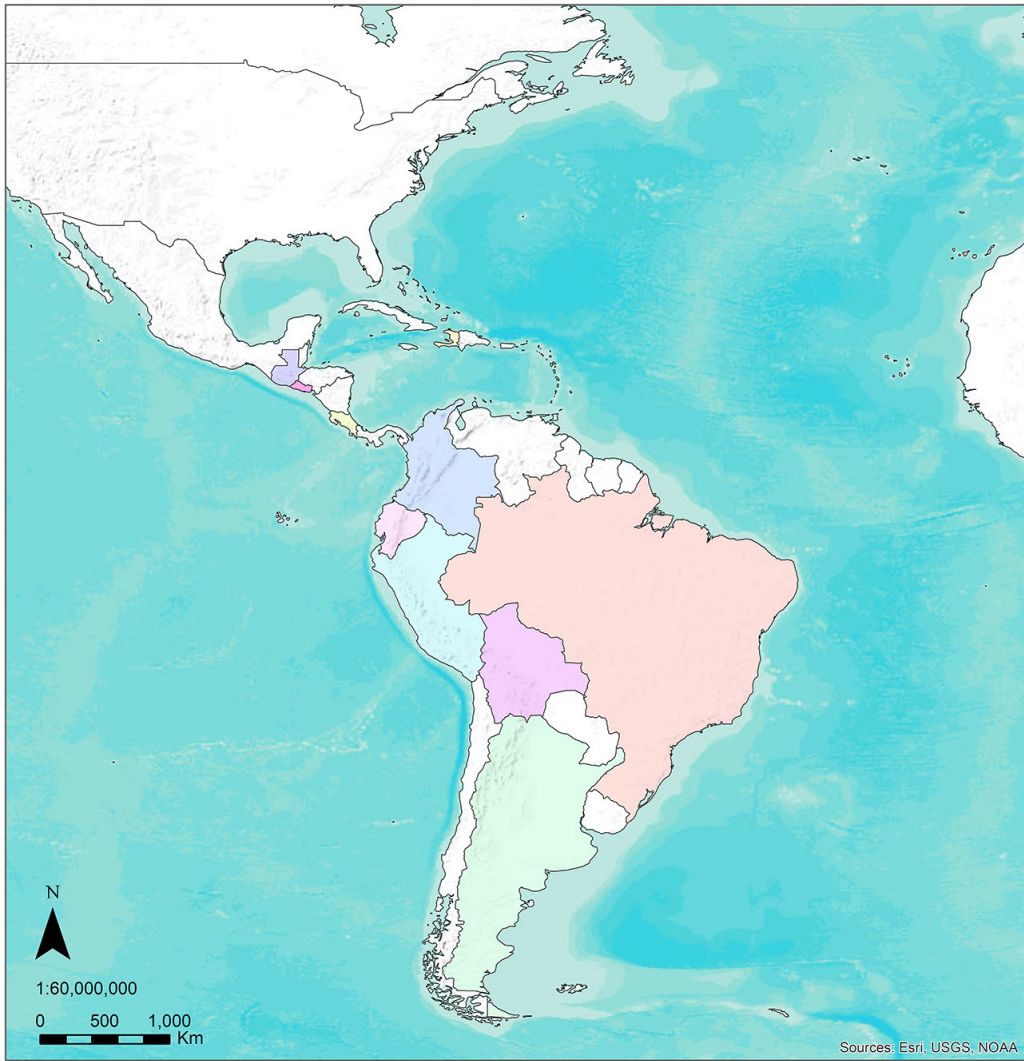
#	Caso de estudio (país)	Problemática	SbN implementada	Estructura de gobernanza	Factores de éxito (¿con la comunidad?)	Referencia
7	Suka Kollus en el Alto y La Paz (Bolivia)	Se tenían amenazas climáticas (inundaciones, sequías y heladas) que llevaban al deterioro de los suelos, generando problemas de plagas y enfermedades, llevando a una disminución significativa de la productividad en la región	Técnica milenaria para gestionar inundaciones	Promoción de la Sustentabilidad y Conocimientos Compartidos (PROSUCO) (I) Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE) (I) Cooperación interfamiliar o comunal (SC)	La sensibilización y la educación sanitaria de la comunidad contribuyó a asegurar el aporte comunitario en todas las etapas del proyecto: selección de la tecnología, construcción del sistema y funcionamiento	Rodríguez y Salamanca (2005)
8	Programa de conservación de humedales altoandinos en Latinoamérica (Argentina y Perú)	Degradación de vegas y bofedales producida por la minería, el sobrepastoreo y la extracción de champa	Plan de manejo, conservación y restauración de vegas en 45 ha (laguna de los Pozuelos) y en bofedales en 32 ha (lago Junín)	Wetlands Internacional (I). Ecosistemas Andinos (ECOAN) (I). Fundación Ambiente y Recursos Naturales (FARN) (P). Fundación YUCHAN (P) Administración de Parques Nacionales de Argentina (APN) (G). Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado de Perú (SERNAP) (G)	Ejecución del plan de manejo y restauración que previamente se pactó, además de las socializaciones con las comunidades locales acerca de los impactos ambientales y sociales de la minería; talleres sobre derechos y conflictos	Amaya et al. (2019)

#	Caso de estudio (país)	Problemática	SbNI implementada	Estructura de gobernanza	Factores de éxito (¿con la comunidad?)	Referencia
9	Escuela agroecológica en la Tatacoa (Colombia)	Inadecuado uso de los suelos, del agua y de la biodiversidad al sustituir por monocultivos los sistemas tradicionales adaptados al clima	Recuperación de la seguridad alimentaria a través de una escuela agroecológica	Organizaciones sociales e indígenas (SC). Universidades (A): Universidad Nacional de Colombia; Uminuto; Universidad del Tolima	Prácticas en las técnicas de consumo de alimentos, manejo del agua, lo que se configura en salvaguardas del territorio y en una real propuesta frente al cambio climático, el monocultivo, los transgénicos y los paquetes de ayudas y de asistencia técnica convencional provistos por el Estado	Castrillón (2015)
10	Morichales de Vida en Arauca (Colombia)	Deforestación del morichal que abastece de agua a la comunidad de Mapoy (Tame, Arauca)	Plan de restauración ecológica que contempló la construcción de un vivero comunitario, el aislamiento de zonas de restauración, la siembra del material vegetal, el mantenimiento y monitoreo de las plantaciones	Comunidad de la vereda Mapoy (SC). Fundación La Palmita (P) Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH) (G) Oleoducto bicentenario (P) Vinculación de estudiantes de la Unitrópico en tesis de grado y pasantías (A)	Los pobladores locales de Mapoy se involucraron en las actividades de levantamiento de información como coinvestigadores	La Palmita Centro de Investigación (2019)
11	Tejedoras interculturales de Entreríos (Colombia)	Degradación de bosques, fuentes hídricas, suelos y biodiversidad del territorio indígena y campesino	Prácticas agroambientales ancestrales y red intercultural agroalimentaria integrada por chagras y huertas	Veinte mujeres indígenas y 5 mujeres campesinas (SC). Iniciativa Amazonia 2.0 efectuada por el programa Visión Amazonía de Minambiente (G) y el PNUD (I)	Se generó un esquema propio de organización a través de comités de compra, veeduría, acompañamiento e investigación local, con acuerdos de trabajo firmados por las 25 mujeres indígenas y campesinas	Vargas (2021)

#	Caso de estudio (país)	Problemática	SbN implementada	Estructura de gobernanza	Factores de éxito (¿con la comunidad?)	Referencia
12	Proyecto piloto autoridad ambiental del Atlántico (Colombia)	Deforestación para uso de la madera como material combustible	Sustitución de carbón vegetal por biodigestores, a partir de estiércol de vaca	Proyecto piloto entre la autoridad ambiental del Atlántico, la Corporación Autónoma Regional del Atlántico (CRA) (G) y algunas fincas o viviendas en zonas rurales. Estos hacen parte de la Asociación de Pequeños Productores Ganaderos (ASOGAMA) (SC). El proyecto lo ejecutó el COA (P).	Disposición de los habitantes a la implementación de la tecnología Disponibilidad presupuestal para el desarrollo del proyecto	Caicedo (2023)
13	Mujeres piangueras en Bahía Málaga (Colombia)	Disminución en la disponibilidad del molusco para su caza y extracción	Veda y reforestación del mangle	Asociación de mujeres piangueras del río Naya (SC), pescadores (SC), autoridad ambiental (G) y el Programa de Pequeñas Donaciones (PPD) del PNUD (I)	La existencia previa de una figura de organización y la disposición de todas las participantes	Moreno-Sánchez (2023)

Los tipos de actores que componen las redes de gobernanza han sido adaptados a partir de la clasificación propuesta por Borrini-Feyerabend & Hill (2015): actores gubernamentales (G), actores académicos (A), actores privados (P), actores de la sociedad civil (SC), actores internacionales (I).

Fuente: Elaboración propia.



CONVENCIONES		
Argentina	Costa Rica	Haití
Bolivia	Ecuador	Perú
Brasil	El Salvador	
Colombia	Guatemala	

**Figura 1-1.** Países resultados de la búsqueda de casos de éxito sobre SbN.

Fuente: Elaboración propia

De esta revisión de SbN exitosas en Latinoamérica emergen algunos patrones que pueden servir para formular futuras hipótesis de investigación sobre SbN y gobernanza. Por ejemplo, en dos de los tres casos en los que hubo ausencia de actores de la sociedad civil los actores gubernamentales eran numerosos, lo cual puede señalar una tendencia en la estructura de gobernanza de arriba hacia abajo que convendría revisar más a fondo. La SbN que requirió la alianza de un mayor número de actores (seis) fue la implementada en Haití, bajo un contexto en el que no existía una organización clara entre la comunidad y en el que las autoridades locales también requerían capacitación, en aras de consolidar una capacidad instalada en el territorio que permitiera un debido actuar frente a otras problemáticas y en respuesta al mantenimiento de la solución. Por tanto, una estructura débil de las instituciones locales y de las comunidades locales podría plantear la necesidad de involucrar un mayor número de actores, en este caso, internacionales.

Un resultado positivo fue que la implementación de SbN fortalece la estructura tanto de gobernanza como de organización de las comunidades locales, generando y fortaleciendo procesos asociativos que empoderan a la comunidad y le permiten participar de forma activa. Es llamativo el escaso papel que los actores académicos juegan en la implementación de SbN y, sin duda, es un llamado a que esta participación aumente. Esto podría estar asociado al rol que cumplen estas instituciones, que suele ser de investigación, no de ejecución de proyectos u obras. Los actores privados también tienen poca participación, lo cual podría deberse a un desinterés o a una ausencia de estrategias adecuadas para involucrar al sector privado en este tipo de procesos, lo cual traería muchas ventajas en términos de financiación e implementación.

Sobre esto, vale preguntarse si la escala a la cual se plantean los ejercicios de SbN influye en el tipo de actores que estructuran la red de gobernanza. Por ejemplo, la academia suele situarse en las ciudades capitales o intermedias, con poca o nula incidencia en los entornos rurales sobre los que se plantean las SbN encontradas, y un caso similar podría plantearse para los actores privados. Otra pregunta interesante derivada de esta investigación podría ser: ¿qué nivel de injerencia deberían tener estos actores durante el proceso de implementación de SbN? En el caso colombiano, por ejemplo, un actor académico que recurrentemente es mencionado como clave para articular las redes de gobernanza y capacitar a las comunidades locales es el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), que, por su carácter descentralizado, ocupa un papel importante en regiones alejadas, atendiendo la necesidad de capacitación y formación de las comunidades en nuevos oficios, ayudándolas a desarrollar profesiones alineadas con las demandas laborales actuales de sus territorios (Jaramillo-Giraldo, 2019; Villate y Aranda-Camacho, 2020). Así, ¿cuál debe ser el nivel de relación de esta entidad dentro de un proceso de SbN para que se considere suficiente dentro del ejercicio de gobernanza?

## 1.4.1 Coordinación multinivel

Llama la atención que las soluciones implementadas y su escala de aplicación suelen abarcar áreas extensas de terreno situadas principalmente en zonas rurales. Una anotación interesante surge al comparar las SbN consideradas en el ejercicio con aquellas desarrolladas en entornos urbanos (WWF, 2021), o también con las ejecutadas por empresas privadas, donde las SbN poseen un carácter de servicio para la resolución o prevención de problemáticas. Sowińska-Świerkosz & García (2022) plantean que las SbN que no estén diseñadas específicamente para abordar los problemas identificados a través de un proceso transparente, que involucre activamente a todas las partes interesadas y que se ven afectadas en un proceso, no deben categorizarse como tales. Esta consideración plantearía, por un lado, que las intervenciones en entornos urbanos, para las cuales se realiza un proceso de socialización, no solo deben tener un carácter informativo, si no de decisión conjunta con los afectados o habitantes de la zona de influencia (WWF, 2021), y, por otro, que las SbN como servicios consideran el proceso de participación sobre un acuerdo entre usuario y empresa, el cual, dependiendo de su área de intervención, puede incluir uno o más actores. De hecho, se podría llegar a pensar que estas intervenciones en el ámbito privado se pueden catalogar solamente como infraestructura verde, mas no como una SbN, de acuerdo con las consideraciones expuestas por algunos autores e instituciones alrededor del proceso de gobernanza como elemento indispensable (Sowińska-Świerkosz & García, 2022; UICN, 2020).

Los casos de éxito en la implementación de SbN en Latinoamérica revelan varias características de la estructura de la red de gobernanza que son fundamentales para su efectividad y sostenibilidad. Entre estas, la coordinación multinivel emerge como un factor clave: su implementación se ha dado de manera coherente y alineada con lo que desea la población local, además de tener un respaldo por parte de diferentes entidades, ya sea desde otros niveles de gobierno, organizaciones no gubernamentales (ONG), academia o el sector privado. La presencia de actores asociados a la cooperación internacional también es un elemento característico, al alinear los procesos de SbN en el marco global de políticas sobre el medio ambiente y su debida gestión, pero también habla de que es necesario un mayor esfuerzo de los Gobiernos nacionales para escuchar las demandas de sus ciudadanos e implementar las SbN. Esto toma fuerza desde el carácter multiescalar y multisectorial de los procesos de AbE (Sierra-Correa & Cantera Kintz, 2015; Vignola et al., 2009; UICN, 2019), enfoque incluido dentro de las SbN, en el que intervienen diferentes escalas y sectores de la sociedad, por ejemplo, agricultura e industria. Sieber et al. (2018) abordan estos aspectos al señalar que parte de las barreras que dificultan procesos de gobernanza en AbE están asociadas a la creación de reglas de juego claras entre los actores. Esta coordinación multinivel implica no solo hablar de coincidencia en tiempos de ejecución, las intervenciones a realizar, el rol que cumplirían cada uno de los actores, sino en qué condiciones se plantearía todo el proceso, teniendo como base una lógica de

negociación y distribución de cargas y beneficios dentro de las SbN. Sowińska-Świerkosz & García (2022) proponen que, en caso de no poder llegar a acuerdos entre las partes, se puede optar por mecanismos de reparación.

En muchos casos, la ausencia de una estructura de coordinación efectiva ha llevado a esfuerzos fragmentados, donde buenas iniciativas de SbN, junto con los recursos para su implementación, se han desperdiciado. Los proyectos exitosos han establecido redes de gobernanza que facilitan la comunicación y cooperación entre diversos actores, garantizando que las SbN se integren en las agendas locales de manera eficiente, permitiendo una respuesta adaptativa a los desafíos emergentes y asegurando que los proyectos sean sostenibles a largo plazo. Existen algunos ejemplos que destacan el papel que cumplen las organizaciones gubernamentales en la gobernanza desde el punto de vista ambiental (Alva-Rivera, 2019; Jaramillo-Giraldo, 2019; Robles-Chávez, 2018; Rodríguez-Prasca, 2023; Villate y Aranda-Camacho, 2020), facilitando o permitiendo la conformación de redes de gobernanza, y determinando su éxito o fracaso en términos de su impacto positivo tanto en las comunidades locales como en la protección del medio ambiente (Alva-Rivera, 2019; Robles-Chávez, 2018; Rodríguez-Prasca, 2023).

Otra característica común en los casos exitosos es la participación comunitaria activa. La inclusión de las comunidades locales en todas las fases del proyecto –desde su diseño hasta su implementación– no solo mejora la aceptación de las SbN, sino que también fortalece el sentido de apropiación y responsabilidad. La participación comunitaria garantiza que las soluciones sean culturalmente adecuadas y respondan a las necesidades específicas de las poblaciones locales. Proyectos como el Suka Kollus, en Bolivia (Rodríguez y Salamanca, 2005), y el programa de conservación de humedales altoandinos (Amaya et al., 2019) destacan cómo la participación de las comunidades contribuye a una implementación más efectiva y sostenida de estas soluciones.

Algunos autores dan cuenta de las deficiencias que puede presentar la no inclusión de las comunidades dentro de un proceso de toma de decisiones (Esquivel Ríos et al., 2014); otros permiten evidenciar casos de reivindicación, en donde se obtuvo un resultado positivo tras la reconducción del proceso de forma exitosa (Alva-Rivera, 2019; Rodríguez-Prasca, 2023). Las barreras y desafíos en la implementación de SbN en Latinoamérica están estrechamente vinculados a deficiencias en la gobernanza. Estos desafíos muchas veces incluyen falta de coordinación entre actores, deficiencia en la capacidad técnica y de gestión, desinterés político o de las instituciones, y falta de financiamiento adecuado. En muchos casos, la ausencia de una red de coordinación efectiva tiene como consecuencia esfuerzos desarticulados y duplicación de recursos. Esta ausencia de coordinación puede resultar en una comunicación limitada o nula entre las instituciones gubernamentales y las organizaciones locales, derivando en una implementación fragmentada de SbN que limita su impacto y eficacia. Sin una coordinación adecuada, los proyectos de SbN a menudo enfrentan dificult-

tades para integrar sus objetivos y estrategias con las políticas y programas existentes, lo que puede conllevar conflictos de intereses y una gestión ineficaz de los recursos.

## 1.4.2 Flexibilidad y adaptabilidad en las SbN

La flexibilidad y adaptabilidad en el diseño y la ejecución de las SbN son esenciales para lograr intervenciones exitosas al considerar los contextos ambientales y socioeconómicos en Latinoamérica. Autores como la UICN (2019) apoyan esta idea al reconocer esta flexibilidad desde los marcos legales e institucionales de los países. Por su parte, Sowińska-Świerkosz & García (2021) destacan la necesidad de adaptar las soluciones a las condiciones ambientales de los territorios, lo que influye en la elección de la vegetación adecuada para las SbN de restauración.

Un ejemplo de cómo aplicar esta flexibilidad es el Programa de Restauración de Manglares en Costa Rica, que además es extensible a otros contextos similares. Allí se muestra cómo el carácter flexible y adaptativo en el enfoque permite ajustes (selección de especies, métodos de siembra, reevaluación continua de la estrategia de adaptación/mitigación) basados en la experiencia y en la transferencia de conocimiento de las comunidades locales, asegurando una solución relevante y efectiva, a pesar de que el proyecto todavía esté en ejecución (Oppla, 2024). Otro ejemplo aparece en la diversificación de la actividad económica durante los meses de veda en Bahía Málaga, a través de la asociación de mujeres piangueras. Estas combinan sus actividades pesqueras con la panadería, lo cual aporta a la resiliencia de la comunidad al adaptarse a los conocimientos previos y la disposición de sus miembros en la ejecución de estas actividades. Fuera de los considerados, debe destacarse la experiencia de la reserva Surikí, en el golfo de Urabá (Colombia), donde el enfoque de conservación de bosque inundable se complementa con otras actividades, como la silvicultura o incluso el turismo (Figura 1.2), que se fueron adicionando de forma complementaria a la iniciativa de conservación. También podemos encontrar el caso de Natura Madrigal, en Tarso (Antioquia), que ofrece una alternativa basada en la regeneración natural a través de los sistemas silvopastoriles, un enfoque agroecológico que integra árboles, pasturas y ganado, buscando restaurar los ecosistemas locales mientras mejora la productividad agrícola. Esto, en contraposición a la actividad tradicional de la zona, que ha degradado las parcelas por el uso intensivo de la actividad ganadera (Figura 1.3).

**Figura 1-2.** Tipos de cobertura en la reserva Surikí, Colombia.



Fuente: Propiedad de los autores.

**Figura 1-3.** Sistema silvopastoril en el municipio de Tarso.



Fuente: Propiedad de los autores.

Así, las SbN deben entenderse como un proceso que se adapta a las circunstancias socioambientales de cada caso. Lo mismo aplica para los actores: la forma en que se aborda su interacción y relacionamiento debe surgir del entendimiento de las dinámicas sociales, de modo que se evite la aparición de barreras como las mencionadas por Sieber et al. (2018), complejizando e incluso pudiendo inviabilizar el proceso. Este entendimiento de la base social de los territorios estaría mediado por la integración de conocimientos científicos y tradicionales al enriquecer el diseño y la implementación de las soluciones, aumentando su viabilidad y aceptación.

En este punto, la AbC adquiere relevancia al posicionarse como el enfoque mediante el cual se considera a las comunidades dentro de los procesos de adaptación como complemento a la AbE (Barkdull & Harris, 2019; Rein et al., 2009). Si bien el enfoque está orientado a la adaptación de los efectos adversos debido al cambio climático, parte de sus premisas se encuentran en las SbN, que abarcan un panorama más amplio de problemáticas, que incluyen la coordinación multinivel, la flexibilidad y adaptabilidad de los actores, y la integración de conocimiento local. Otros conceptos interesantes que se pueden extrapolar igualmente a los procesos de SbN son la gobernanza efectiva y el capital social. El primero es crucial para avanzar de una democracia representativa, en la que los ciudadanos son simplemente votantes, hacia una democracia participativa, en la que la ciudadanía interviene activamente en las políticas estatales que le conciernen (Alva-Rivera, 2019), y el segundo se posiciona como el factor más importante para establecer una gobernanza efectiva, incluso más que la participación de actores internacionales o gubernamentales (Alva-Rivera, 2019; Díaz-Ramírez et al., 2023).

### 1.4.3 Financiación y sostenibilidad

La implementación de SbN a menudo requiere inversiones significativas en infraestructura y tecnología. La ausencia de recursos financieros suficientes puede limitar el alcance y la efectividad de los proyectos, comprometiendo la sostenibilidad de las SbN. La falta de estrategias claras para la asignación y gestión de recursos puede resultar en la subutilización o mal uso de los fondos, o la suspensión o ralentización de los proyectos, afectando su capacidad para lograr resultados a largo plazo. A partir de los casos analizados, se pudo observar el papel predominante que ocupan las organizaciones internacionales como financiadoras de los distintos procesos, superando a las instituciones gubernamentales. Este resultado indica que los Gobiernos latinoamericanos todavía deben reforzar su liderazgo en la implementación de SbN, que son iniciativas con alto potencial de impacto positivo sobre la ciudadanía y el medio ambiente. Esta mayor implicación estatal debe ir acompañada de una mayor accesibilidad a los recursos dirigidos a la sociedad civil, ya que persiste una gran brecha entre la capacidad de gestión y formulación de proyectos que poseen las organizaciones civiles y las exigencias estatales para acceder a los recursos, lo

cual entorpece la implementación de SbN y dificulta la gobernanza participativa. Futuras investigaciones podrían indagar sobre estas cuestiones para mejorar el sistema de acceso a recursos disponibles para SbN, de modo que su uso pueda generalizarse como enfoque para resolver problemáticas ambientales y no solo como la ejecución de proyectos aislados que solamente se ejecutan bajo la figura de un proyecto con financiación estatal o internacional. Por ejemplo, el enfoque de SbN podría emplearse para prevenir procesos erosivos desde la gestión de riesgo de desastres como una alternativa a las soluciones grises.

Ozmet et al. (2021) revisaron 156 proyectos sobre SbN en Latinoamérica, dentro de los cuales se incluyen intervenciones de infraestructuras verde y verde-gris, que se encontraban en diferentes etapas de desarrollo, en aras de indagar por temas de financiación. Un resultado interesante del ejercicio fue que por lo menos la mitad de los casos considerados dependían de fondos públicos nacionales. El Gobierno, en diferentes escalas, representaba el 67% de los actores líderes en los proyectos, seguidos por las ONG, con un 43% de los casos. En ningún caso las organizaciones sociales aparecieron como líderes de un proceso, lo que podría estar relacionado con su capacidad de gestión o su nivel de formalidad. Sin embargo, los autores sí reconocieron la importancia de las comunidades locales para lograr intervenciones exitosas, teniendo que el 78% de todos los proyectos destacaron la relevancia de la participación de la comunidad en todas las etapas de desarrollo. Esta revisión también puede indicar que las instituciones gubernamentales asumen el liderazgo en proyectos de gran escala, como los relacionados con la infraestructura.

#### 1.4.4 Monitoreo y evaluación

Es importante mencionar la poca información existente sobre metodologías de implementación y seguimiento de SbN y AbE, lo que dificulta la evaluación de su eficacia y pertinencia a la hora de dar solución a problemáticas ambientales (Chong, 2014; Munang et al., 2013; Sieber et al., 2018; Vignola et al., 2009). Se identificó una carencia de informes detallados sobre la metodología y desarrollo de las SbN, en la mayor parte de los casos la información disponible se basa en notas periodísticas o informes con poca calidad técnica. El establecimiento de un sistema de evaluación riguroso de las iniciativas que aspiran a denominarse SbN, que podría correr a cargo de instituciones estatales o internacionales, permitiría extraer muchas más lecciones sobre su eficacia, robusteciendo su efectividad. Además, se ha encontrado un sesgo con respecto al tipo de información accesible sobre SbN: es necesario que la organización que lleva a cabo la iniciativa tenga un determinado conocimiento teórico y los recursos económicos suficientes para publicitar sus iniciativas como SbN. De este modo, es muy probable que muchos proyectos socioambientales de base local que puedan ser catalogados como SbN queden fuera del alcance de estas investigaciones por su difícil acceso, a pesar de que pueden tener un gran impacto y constituir grandes ejemplos de gobernanza local o de abajo a arriba.

## 1.5 Conclusiones

Los casos exitosos de implementación de SbN identificados se encuentran distribuidos en diez países de Latinoamérica, con Colombia y Perú concentrando el mayor número de ellos. Los sitios en donde se desarrollan las intervenciones se ubican principalmente en zonas rurales, sobre áreas de gran extensión en comparación con las SbN de contextos urbanos. La restauración, conservación y las actividades agrícolas fueron temáticas recurrentes en el ejercicio.

A nivel de la estructura de gobernanza, los actores internacionales fueron los de mayor representación en todos los casos, lo que podría estar muy relacionado con su papel como financiadores dentro de los distintos procesos. Se logró evidenciar que la participación de diferentes actores facilitó el desarrollo de los proyectos, en línea con la información planteada en otras fuentes o investigaciones. No obstante, los procesos de implementación de SbN son relativamente recientes, por lo que es necesario seguir con un proceso riguroso de monitoreo y documentación para consolidar estos hallazgos. A pesar de ello, es posible resaltar algunas lecciones aprendidas durante el proceso que permitirían aproximarse a casos exitosos de SbN en un contexto latinoamericano.

Este estudio evidencia el impacto positivo del fortalecimiento en la coordinación multi-nivel, a partir de la creación de una red de gobernanza previa al desarrollo del proyecto de SbN, que incluya representantes de diferentes niveles de gobierno estatal, así como organizaciones de la sociedad civil, academia y privados. La creación de esta red y el establecimiento de reglas de juego claras y concisas facilitan la toma de decisiones, asegurando que todas las partes interesadas estén alineadas con los objetivos y estrategias de intervención. La participación activa de la comunidad es un elemento clave, con injerencia sobre las decisiones de implementación y, ante todo, de apropiación, tanto del problema como de la solución propuesta. Para ello, es necesario abrir espacios de diálogo con la comunidad local, con el fin de conocer sus necesidades, preocupaciones y propuestas, e incorporar tanto sus demandas como su conocimiento local en el desarrollo del proyecto. La apropiación de las comunidades locales puede estar mediada por acciones de capacitación y educación continua, en aras de generar y mantener capacidad instalada en el territorio, que, por un lado, asegure la sostenibilidad de las SbN en el tiempo y, por otro, sirva de herramienta para hacer frente a otras problemáticas que puedan surgir. Por tanto, es importante que las SbN desde su formulación sean flexibles y adaptativas, para poder responder eficazmente a las condiciones sociales y ambientales del entorno, que suelen ser complejas y cambiantes.

Es necesario generar un canal de comunicación adecuado para que las políticas y normativas se alineen con lo planteado en cada uno de los proyectos de SbN y no queden como intervenciones aisladas, pudiendo ser, además, el escenario ideal para facilitar el acceso

a la financiación desde los fondos gubernamentales para este tipo de proyectos, así como para ajustar las políticas nacionales en materia de bienestar social y cuidado del medio ambiente.

## 1.6 Referencias

- Albert, C., Brillinger, M., Guerrero, P., Gottwald, S., Henze, J., Schmidt, S., Ott, E., & Schröter, B. (2021). Planning Nature-based Solutions: Principles, Steps, and Insights. *Ambio*, 50(8), 1446-1461. <https://doi.org/10.1007/s13280-020-01365-1>
- Alcamo, J. Ash, N., Butler, C., Baird Callicott, J., Capistrano, D., Carpenter, S., Castilla, J., chambers, R., Chopra, K., Cropper, K., Daily, G., Dasgupta, P., De Groot, R., Dietz, T., Duraiappah, A., Gadgil, M. y Hamilton, K. (2003). *Ecosistemas y bienestar humano: marco para la evaluación. Resumen*. World Resources Institute. <https://millenniumassessment.org/es/Framework.html>
- Alva-Rivera, M. E. (2019). *Discutir la gobernanza a nivel local: redes, actores e instituciones en la gestión de recursos naturales de dos áreas naturales protegidas en Chiapas* [Tesis de maestría, El Colegio de San Luis]. Biblioteca COLSAN. [https://biblio.colsan.edu.mx/tesis/MAPPP\\_AlvaRiveraMiguelEduardo.pdf](https://biblio.colsan.edu.mx/tesis/MAPPP_AlvaRiveraMiguelEduardo.pdf)
- Amaya, N. E., Blanco, D., Chamorro, A., Gonnet, J., Hegoburu, C. y Sosa, H. (2019). *Conservación y manejo de vegas altoandinas en Argentina y Perú. Dos estudios de caso*. Fundación para la Conservación y el Uso Sustentable de los Humedales. [https://www.researchgate.net/profile/Alan\\_Chamorro/publication/339110971\\_Conservacion\\_y\\_manejo\\_de\\_vegas\\_altoandinas\\_en\\_Argentina\\_y\\_Peru\\_Dos\\_estudios\\_de\\_caso/links/5e3e0bf5a6fdccd96590d9d5/Conservacion-y-manejo-de-vegas-altoandinas-en-Argentina-y-Peru-Dos-estudios-de-caso.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Alan_Chamorro/publication/339110971_Conservacion_y_manejo_de_vegas_altoandinas_en_Argentina_y_Peru_Dos_estudios_de_caso/links/5e3e0bf5a6fdccd96590d9d5/Conservacion-y-manejo-de-vegas-altoandinas-en-Argentina-y-Peru-Dos-estudios-de-caso.pdf)
- Arandia-Alarcón, J. M. (2022). Gobernanza ambiental, una estrategia para superar las desigualdades en territorios campesinos e indígenas de tierras bajas de Bolivia. *Desarrollo y Territorio*, 12, 36-45.
- Barkdull, J., & Harris, P. G. (2019). Emerging Responses to Global Climate Change: Ecosystem-Based Adaptation. *Global Change, Peace & Security*, 31(1), 19-37. <https://doi.org/10.1080/14781158.2018.1475349>
- Bevir, M. (2009). *Key Concepts in Governance*. SAGE Publications Inc. <https://doi.org/10.4135/9781446214817>
- Bjerre, A. R., Atieno, W. C., & Rizvi, A. R. (2021). *Nature-based Solutions for Climate Resilience: Mapping Analysis of IUCN's Nature-based Solutions for Climate Resilience Projects*. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN). <https://iucn.org/sites/default/files/2022-07/mapping-analysis-of-iucns-nature-based-solutions-for-climate-resilience-projects.pdf>
- Borrini-Feyerabend, G., & Hill, R. (2015). Governance for the Conservation of Nature. In G. L. Worboys, M. Lockwood, A. Kothari, S. Feary and I. Pulsford (Eds.), *Protected Area Governance and Management* (pp. 169-206). ANU Press. <https://doi.org/10.22459/pagm.04.2015.07>
- Boufous, S., Hudson, D., & Carpio, C. (2023). Farmers' Willingness to Adopt Sustainable Agricultural Practices: A Meta-Analysis. *PLOS Sustainability and Transformation*, 2(1), e0000037. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PSTR.0000037>
- Caicedo, E. (2023, 27 de septiembre). Usando estiércol de vaca, campesinos están produciendo gas en fincas del Atlántico. *El Tiempo*. <https://www.eltiempo.com/vida/medio-ambiente/biodigestor-con-estiercol-estan-produciendo-gas-en-el-atlantico-806235>

- Calheiros, C. S. C., & Stefanakis, A. I. (2021). Green Roofs Towards Circular and Resilient Cities. *Circular Economy and Sustainability*, 1, 395-411. <https://doi.org/10.1007/s43615-021-00033-0>
- Castrillón, F. (2015, 6 de enero). Manejo de agroecosistemas en las condiciones secas del Sur del Tolima. *Revista Semillas*. <https://www.semillas.org.co/es/resultado-busqueda/manejo-de-agroecosistemas-en-las-condiciones-secas-del-sur-del-tolima>
- Chong, J. (2014). Ecosystem-Based Approaches to Climate Change Adaptation: Progress and Challenges. *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics*, 14(4), 391-405. <https://doi.org/10.1007/S10784-014-9242-9/FIGURES/1>
- Cohen-Sacham, E., Walters, G., Janzen, C., & Maginnis, S. (Eds.). (2016). *Nature-based Solutions to Address Global Societal Challenges*. International Union for Conservation of Nature (IUCN). <https://doi.org/10.2305/iucn.ch.2016.13.en>
- Costanza, R., Kubiszewski, I., Ervin, D., Bluffstone, R., Boyd, J., Brown, D., Chang, H., Dujon, V., Graneek, E., Polasky, S., Shandas, V., & Yeakley, A. (2011). Valuing Ecological Systems and Services. *F1000 Biology Reports*, 3(14), 1-6. <https://doi.org/10.3410/B3-14>
- Daily, G. (1997). *Nature's Services. Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Island Press.
- Díaz-Ramírez, L. M., Bravo-Parra, A. M., Delgado-Cuene, I. R., Rosas-Sandoval, G., Gutiérrez-García, G. A., Vanegas-Cubillos, M. C., Lombo-Ortiz, D. F., Garzón-Pastrana, J. D., Castro-Nunez, A., & Hurtado-Bermúdez, J. J. (2023). *Estrategia para la sostenibilidad de la cadena de cacao en Caquetá: ruta hacia la acción climática y la construcción de paz*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). <https://cgspace.cgiar.org/items/f2aad9d9-35a3-4826-84e5-0728e2b83d79>
- Eggermont, H., Balian, E., Azevedo, J. M. N., Beumer, V., Brodin, T., Claudet, J., Fady, B., Grube, M., Keune, H., Lamarque, P., Reuter, K., Smith, M., van Ham, C., Weisser, W. W., & Le Roux, X. (2015). Nature-based Solutions: New Influence for Environmental Management and Research in Europe. *GAIA - Ecological Perspectives for Science and Society*, 24(4), 243-248. <https://doi.org/10.14512/GAIA.24.4.9>
- Egoh, B. N., Nyelele, C., Holl, K. D., Bullock, J. M., Carver, S., & Sandom, C. J. (2021). Rewilding and Restoring Nature in a Changing World. *PLoS ONE*, 16(7), e0254249. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0254249>
- Esquivel Ríos, S., Cruz Jiménez, G., Zizumbo Villarreal, L., & Cadena Inostroza, C. (2014). Gobernanza para el turismo en espacios rurales. Reserva de la biosfera mariposa Monarca. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, (9), 1631-1643.
- Gauss, M. (2008). *Constructed Wetlands: A Promising Wastewater Treatment System for Small Localities-Experiences from Latin America*. World Bank. <https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/224061468046774032/constructed-wetlands-a-promising-wastewater-treatment-system-for-small-localities-experiences-from-latin-america>
- Hölscher, K., Frantzeskaki, N., Collier, M. J., Connop, S., Kooijman, E. D., Lodder, M., McQuaid, S., Vandergert, P., Xidous, D., Bešlagić, L., Dick, G., Dumitru, A., Dziubała, A., Fletcher, I., Adank, C. G. E., Vázquez, M. G., Madajczyk, N., Malekkidou, E., Mavroudi, M.,... Vos, P. (2023). Strategies for Mainstreaming Nature-based Solutions in Urban Governance Capacities in Ten European Cities. *Npj Urban Sustainability*, 3(1), 1-11. <https://doi.org/10.1038/s42949-023-00134-9>
- Iza, A. (Ed.). (2019). *Gobernanza para la adaptación basada en ecosistemas*. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN). <https://doi.org/https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2019.EPLP.89.es>
- Jaramillo-Giraldo, J. J. (2019). *Estrategia de gobernanza para la promoción del turismo comunitario y de naturaleza en los municipios de Guapi y Timbiquí (Cauca)* [Tesis de maestría, Pontificia Universidad Javeriana]. <https://www.studocu.com/co/document/universidad-internacional-de-la-rioja-en-colombia/ciencias-politica/trabajo-de-grado-maestría-en-gobierno-jose-jairo-jaramillo-g-repositorio/69923471>

- Keenan, R. J. (2015). Climate Change Impacts and Adaptation in Forest Management: A Review. *Annals of Forest Science*, 72(2), 145-167. <https://annforsci.biomedcentral.com/articles/10.1007/s13595-014-0446-5>
- La Palmita Centro de Investigación. (2019, 23 de diciembre). *Morichales de vida*. <https://www.lapalmita.com.co/single-post/morichales-de-vida>
- Marquet, P., Rojas, M., Stehr, A., Farías, L., González, H., Muñoz, J. C., Wagemann, E., Rojas, C., Rodríguez, I. y Hoyos, J. (2021). *Soluciones basadas en la naturaleza*. Comité Científico de Cambio Climático, Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5736938>
- Moreno-Sánchez, R. (2023, 7 de octubre). Las mujeres piangueras: raíces de la Conservación en Bahía Málaga. *El Espectador*. <https://www.elespectador.com/ambiente/las-mujeres-piangueras-raices-de-la-conservacion-en-bahia-malaga/>
- Munang, R., Thiaw, I., Alverson, K., Mumba, M., Liu, J., & Rivington, M. (2013). Climate Change and Ecosystem-Based Adaptation: A New Pragmatic Approach to Buffering Climate Change Impacts. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 5(1), 67-71. <https://doi.org/10.1016/J.COSUST.2012.12.001>
- Oppla. (2023). *Mangrove restoration in Costa Rica*. <https://Oppla.Eu/Casestudy/21680>
- Ozmet, S., Gonzalez, M., Schumacher, A., Oliver, E., Morales, G., Gartner, T., Silva, M., Watson, G. y Grünwaldt, A. (2021). *Soluciones basadas en la naturaleza en América Latina y el Caribe. Situación regional y prioridades para el crecimiento*. Banco Interamericano de Desarrollo e Instituto de Recursos Mundiales. <https://publications.iadb.org/en/publications/spanish/viewer/Soluciones-basadas-en-la-naturaleza-en-America-Latina-y-el-Caribe-situacion-regional-y-prioridades-para-el-crecimiento.pdf>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S.,... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 Statement: An Updated Guideline for Reporting Systematic Reviews. *The BMJ*, 372(71). <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Powell, N., Osbeck, M., Sinh, B. T., & Vu, C. T. (2011). *Mangrove Restoration and Rehabilitation for Climate Change Adaptation in Vietnam: World Resources Report Case Study*. World Resources Institute. UniSC Research Bank. <https://research.usc.edu.au/esploro/outputs/report/Mangrove-Restoration-and-Rehabilitation-for-Climate/99450371002621>
- Price, R. (2021). *Nature-based Solutions (NbS)-What Are They and What Are the Barriers and Enablers to Their Use? K4D Helpdesk Report*. Institute of Development Studies. <https://k4d.ids.ac.uk/resource/nature-based-solutions-nbs-what-are-they-and-what-are-the-barriers-and-enablers-to-their-use/>
- Proyecto Agua. (2023, 3 de agosto). "Sembrando Agua, Cosechando Vida: aprendizaje cultural e intercultural". <https://abaayacuchoproyectoagua.org/f/%E2%80%9Csembrando-agua-cosechando-vida-aprendizaje-intercultural-e-int>
- Rametsteiner, E. (2009). Governance Concepts and Their Application in Forest Policy Initiatives from Global to Local Levels. *Small-scale Forestry*, 8(2), 143-158. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11842-009-9078-2>
- Rein, H., Alam, M., Berger, R., Cannon, T., Huq, S., & Milligan, Á. (2009). *Community-Based adaptation to Climatechange: An Overview*. International Institute for Environment and Development. <https://www.iied.org/sites/default/files/pdfs/migrate/GO2608.pdf>

- Robles-Chávez, D. (2018). El significado del agua y su gobernanza en territorio Wayuu, La Guajira, Colombia. En Grupo de Investigación Territorios Semiáridos del Caribe (Ed.). *Aproximaciones diversas hacia el ordenamiento del territorio costero y marino en el departamento de La Guajira*. Universidad de La Guajira (pp. 67-90). Editorial Gente Nueva. <https://repositoryinst.uniguajira.edu.co/entities/publication/dbf52ffd-a5cc-4aa0-9143-7f32e42169ca>
- Rodríguez, M. A. y Salamanca, L. A. (2005). *Suka Kollus. Una comunidad conviviendo con las inundaciones y sequías. Lecciones aprendidas y sistematización de buenas prácticas*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). <https://zcralliance.org/resources/item/suka-kollus-una-comunidad-conviviendo-con-las-inundaciones-y-sequias-lecciones-aprendidas-y-sistematizacion-de-buenas-practicas-experiencia-n%c2%ba-3/>
- Rodríguez-Prasca, V. P. (2023). *La gobernanza ambiental y los distritos regionales de manejo integrado en Colombia: El caso del ecosistema manglar y lagunar de ciénaga de la caimanera, municipio de Coveñas, departamento de Sucre* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. Repositorio Institucional UNAD. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/57979/vprodriguezp.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sarabi, S. E., Han, Q., Romme, A. G. L., de Vries, B., & Wendling, L. (2019). Key Enablers of and Barriers to the Uptake and Implementation of Nature-Based Solutions in Urban Settings: A Review. *Resources*, 8(3), 121. <https://doi.org/10.3390/RESOURCES8030121>
- Sianes, A., Vega-Muñoz, A., Tirado-Valencia, P., & Ariza-Montes, A. (2022). Impact of the Sustainable Development Goals on the Academic Research Agenda. A Scientometric Analysis. *PLoS ONE*, 17(3), e0265409. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0265409>
- Sieber, I. M., Biesbroek, R., & de Block, D. (2018). Mechanism-based Explanations of Impasses in the Governance of Ecosystem-based Adaptation. *Regional Environmental Change*, 18(8), 2379-2390. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10113-018-1347-1>
- Sierra-Correa, P. C., & Cantera Kintz, J. R. (2015). Ecosystem-based Adaptation for Improving Coastal Planning for Sea-Level Rise: A Systematic Review for Mangrove Coasts. *Marine Policy*, 51, 385-393. <https://doi.org/10.1016/J.MARPOL.2014.09.013>
- Smith, A. C., Tasnim, T., Irfanullah, H. M., Turner, B., Chausson, A., & Seddon, N. (2021). Nature-based Solutions in Bangladesh: Evidence of Effectiveness for Addressing Climate Change and Other Sustainable Development Goals. *Frontiers in Environmental Science*, 9, 737659. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2021.737659>
- Sowińska-Świerkosz, B., & García, J. (2021). A New Evaluation Framework for Nature-based Solutions (NBS) Projects Based on the Application of Performance Questions and Indicators Approach. *Science of The Total Environment*, 787, 147615. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2021.147615>
- Sowińska-Świerkosz, B., & García, J. (2022). What are Nature-based Solutions (NBS)? Setting Core Ideas for Concept Clarification. *Nature-Based Solutions*, 2, 100009. <https://doi.org/10.1016/J.NBSJ.2022.100009>
- Stanturf, J. A., Palik, B. J., Williams, M. I., Dumroese, R. K., & Madsen, P. (2014). Forest Restoration Paradigms. *Journal of Sustainable Forestry*, 33(SUP1), S161-S194. <https://doi.org/10.1080/10549811.2014.884004>
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. (2020). *Estándar Global de la UICN para soluciones basadas en la naturaleza. Un marco sencillo para la verificación, el diseño y la extensión de SbN* (1.ª ed.). UICN. <https://doi.org/https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2020.08.es>
- United Nations Development Program. (2023, November 18). *Ecuador's PROAMAZONÍA Completes First Phase*. <https://www.climateandforests-undp.org/proamazoniaclosing>
- United Nations Environment Programme, & International Union for Conservation of Nature. (2021). *Nature-Based Solutions for Climate Change Mitigation*. UNEP. <https://www.unep.org/resources/report/nature-based-solutions-climate-change-mitigation>

- United Nations Environment Program. (2022). *Upscaling Community Resilience through Ecosystem-based Disaster Risk Reduction in Haiti. Case Study*. UNEP. <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/40823;jsessionid=C714A0A8A8790C101BAADFB7ADC33BCC>
- Vargas, K. (2021, 15 de agosto). *Un tejido de mujeres para salvar la selva*. Radio Nacional de Colombia. <https://www.radionacional.co/actualidad/medio-ambiente/un-tejido-de-mujeres-para-salvar-la-selva>
- Vignola, R., Locatelli, B., Martinez, C., & Imbach, P. (2009). Ecosystem-based Adaptation to Climate Change: What Role for Policy-Makers, Society and Scientists? *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 14(8), 691-696. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11027-009-9193-6>
- Villate, P. A. y Aranda-Camacho, Y. (2020). La gobernanza para la gestión activa del turismo: el caso de la Provincia del Tequendama-Cundinamarca, Colombia. *Gestión y Ambiente*, 23(2), 284-298. <https://doi.org/10.15446/ga.v23n2.81896>
- World Wildlife Fund. (2020). *Programa Água Brasil*. [https://www.Wwf.Org.Br/Natureza\\_brasileira/Reducao\\_de\\_impactos2/Agua/Pab\\_programa\\_agua\\_brasil/](https://www.Wwf.Org.Br/Natureza_brasileira/Reducao_de_impactos2/Agua/Pab_programa_agua_brasil/)
- World Wildlife Fund. (2021). *Soluciones basadas en la Naturaleza. Ciudades que lideran el camino 2021*. [https://wwfint.awsassets.panda.org/downloads/exe\\_wwf\\_a4\\_template\\_sbn\\_final\\_es.pdf](https://wwfint.awsassets.panda.org/downloads/exe_wwf_a4_template_sbn_final_es.pdf)



## 2. Bonos de carbono: retos y oportunidades desde lo ecológico, lo legislativo y lo socioeconómico

Marina Piquer-Doblas  
Cristian Zapata Chavarría  
Alejandro González Ramírez

### Resumen

Los proyectos estructurados en torno al mercado de bonos de carbono son una de las herramientas de mitigación del cambio climático con mayor protagonismo dentro de la agenda ambiental a nivel mundial y de las más referenciadas dentro de los sistemas de Pagos por Servicios Ambientales (PSA). Sin embargo, su rápida y amplia proliferación viene acompañada de retos a nivel de regulación jurídica y de mercado, así como necesidades de reajustes a su funcionamiento, dependiendo del contexto; en especial para el caso de los países tropicales y ecuatoriales, donde se desarrollan la gran mayoría de proyectos. Este apartado analiza los retos y oportunidades que tiene por delante el mercado de bonos de carbono, tomando como base el contexto de Colombia, un país tropical con un gran atractivo para implementar este tipo de proyectos, pero con una gran complejidad ecosistémica y sociocultural que permite explorar ampliamente los vacíos que aún se mantienen.

**Palabras clave:** Cambio climático, Mitigación, Adaptación, Colombia, Finanzas verdes, Créditos de carbono.

## 2.1 Introducción

La reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) constituye una de las medidas clave para la mitigación del cambio climático a nivel global (Protocolo de Kyoto de 1997). El mecanismo insignia para lograr esta reducción es el mercado de carbono, diseñado para compensar las altas emisiones de países industrializados y de las grandes empresas, a través de la compra de bonos que aseguran la captura del carbono emitido. La captura de estas emisiones suele confiarse a diferentes tipos de ecosistemas, en especial a los bosques y ecosistemas costeros. Los ecosistemas tropicales, caracterizados por una alta tasa de productividad (Malhi, 2012) y ubicados por lo general en países con un menor grado de industrialización (Song et al., 2018), son el objetivo ideal para realizar proyectos de captura de carbono. Por ello, la demanda de este tipo de proyectos se concentra en los trópicos.

Desde su concepción, el mercado de carbono se pensó como un sistema autorregulado, con intermediación de las empresas que ofertan y demandan bonos de compensación de emisiones. Su gran crecimiento ha posibilitado la evaluación de este mercado por parte de diferentes grupos de expertos, desde diferentes disciplinas. Algunas de esas evaluaciones develan falencias en los proyectos, evidenciadas en ámbitos ecológicos, sociales, económicos y jurídicos. Poder avizorar y remediar dichas falencias se vuelve una necesidad urgente en el actual contexto de crisis planetaria, fruto del fenómeno de cambio climático y en medio de la discusión por la ruta más eficaz para contrarrestar sus causas, ante los comprobados fracasos en detener el aumento de las emisiones de GEI (Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC], 2023).

Este artículo tiene como objetivo estudiar las principales características del mercado de carbono en Colombia desde las perspectivas ambiental, jurídica y económica, considerando el caso colombiano de especial interés por diversas razones: en primero lugar, su condición de país con una gran diversidad biológica y cultural, característica que comparten muchos de los países tropicales en los que proliferan proyectos de captura de carbono. Esta diversidad tiene implicaciones a niveles ecosistémico y social, que suelen ser subestimadas a la hora de establecer estos proyectos, generando problemáticas sociales y sobreestimando logros de los objetivos de captura de GEI (Kill, 2015; West et al., 2023). Asimismo, Colombia es pionero en la regulación del mercado de carbono a través de instrumentos jurídicos y económicos. Estudiar estos instrumentos y su interacción con el mercado puede ayudar a vislumbrar posibles aportes de parte del control público en un mercado caracterizado por la autorregulación (Gifford, 2020; West et al., 2023).

Desde la perspectiva económica, se acude a conceptos asociados a la teoría de los bienes públicos para argumentar la importancia que representa la fijación del precio del carbono como instrumento económico utilizado para regular el mercado de carbono, promover la reducción paulatina de las emisiones de GEI y, así, avanzar hacia el cumplimiento de las metas climáticas acogidas en los diferentes acuerdos internacionales. A escala de país, se presentan algunos de los limitantes y potencialidades del Impuesto Nacional al Carbono (INC), el cual puede interpretarse como un mecanismo de fijación del precio interno del carbono, acogido por la institucionalidad nacional con el propósito de avanzar hacia el cumplimiento de las metas climáticas de mitigación de emisiones de GEI, estipuladas en la Contribución Nacionalmente Determinada (NDC, por sus siglas en inglés). En este sentido, se aborda el planteamiento de Ibararán Viniegra (2010), según el cual la atmósfera se comporta como un bien público que está sometido a una externalidad negativa representada por las emisiones de GEI.

El análisis de este trabajo pretende a su vez restringirse a una sola modalidad de las muchas variantes que presenta el mercado de los créditos de carbono: el mercado voluntario de bonos de carbono, estructurado en torno a los denominados proyectos de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de los Bosques (REDD+). Se elige esta modalidad por ser la que más se ha implementado en el territorio colombiano y por ser la de mayor presencia en la agenda internacional. Los proyectos REDD+ obedecen a una política de implementación global, generada en el seno de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC). Dicha política consiste en un sistema de incentivos a generar desde la agenda internacional para los países en desarrollo, en torno a la reducción de las emisiones derivadas de la deforestación y la degradación de los bosques, promoviendo su conservación, su gestión sostenible y el aumento de sus reservas forestales de carbono. El desarrollo de la política REDD+ se puede rastrear en las conferencias de las partes de Bali (COP13), Copenhague (COP15), Cancún (COP16), Varsovia (COP19) y Glasgow (COP26).

Para lograr el objetivo, se plantearon tres preguntas de investigación:

1. ¿Los proyectos REDD+ implementados en Colombia están adaptados a las características de los ecosistemas del país?
2. ¿Existe un umbral de protección jurídica que garantice el cuidado de los modos de vida de los pobladores y de los sistemas sociales ancestrales en los lugares donde se implementarán los proyectos REDD+?
3. ¿Cuáles son las limitantes para que el mercado de carbono se consolide como mecanismo eficiente para avanzar en el cumplimiento de metas de cambio climático acogidas por Colombia?

## 2.2 Marco conceptual

El mercado de carbono inició en 1997 con el Protocolo de Kyoto y desde entonces ha crecido hasta convertirse en un mercado millonario, representando una de las mayores estrategias de mitigación del cambio climático. Los proyectos REDD+ fueron concebidos en 2007 en Bali (COP13) con el objetivo de proteger y mejorar los sumideros y reservorios de GEI, promover prácticas forestales sostenibles, aforestación y reforestación, especialmente en los países en desarrollo (CPWP, 2009), ya que la deforestación y degradación de bosques está estrechamente ligada al desarrollo económico. Hosonuma et al. (2012) realizaron un estudio sobre los agentes de deforestación a nivel nacional, concluyendo que la mayoría de los países del mundo han desarrollado su economía a costa de la deforestación, y solo en las fases finales del desarrollo económico se reacciona con medidas de restauración forestal. Por tanto, uno de los objetivos del mercado de carbono es ofrecer incentivos económicos a los países en vías de desarrollo, que todavía poseen masas forestales extensas, para resolver la dicotomía entre conservación de bosques y desarrollo económico (ONU, 2009).

El principal objetivo de los proyectos REDD+ es mitigar el cambio climático a través de la conservación de las coberturas boscosas existentes. Para ello, este tipo de proyectos debe demostrar que su implementación ayuda a reducir las emisiones de GEI derivadas de la deforestación o degradación de bosques. Cuanta más sea la deforestación evitada, más bonos de carbono pueden comercializarse. Actualmente, son las empresas validadoras de los proyectos REDD+ las que calculan esta tasa de deforestación, evitada mediante el establecimiento de líneas base de deforestación. En los últimos años, países como Colombia han tratado de regular el mercado de carbono estableciendo normativas sobre los protocolos técnicos y metodológicos que deben seguirse para asegurar el rigor en las estimaciones de mitigación de emisiones de GEI, que deben seguir la norma ISO 14064-3:2019 (Resolución 1447). En 2017, Colombia adoptó la Estrategia Nacional REDD+, llamada Estrategia Integral de Control de la Deforestación y Gestión de los Bosques, para guiar el desarrollo de este tipo de proyectos en el país (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible e Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM], 2018).

Colombia ha trabajado en el establecimiento de líneas base de deforestación y degradación para los cinco grandes biomas del país: Amazonía, Orinoquía, Andes, Pacífico y Caribe (Minambiente e IDEAM, 2019, 2024). Estas líneas base incluyen también la definición de bosques que rige en el territorio colombiano: tierra ocupada principalmente por árboles que puede contener arbustos, palmas, guaduas, hierbas y lianas, en la que predomina la cobertura arbórea con una densidad mínima de dosel de 30%, una altura mínima del dosel (*in situ*) de 5 m al momento de su identificación y un área mínima de 1,0 ha. Se excluyen las coberturas arbóreas de plantaciones forestales comerciales, cultivos de palma y árboles sembrados para la producción agropecuaria (Minambiente e IDEAM, 2019). El Ministerio

de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) está a cargo de actualizar la línea base nacional cada cinco años, que actualmente se centra en la captura de CO<sub>2</sub> en cuatro sumideros: biomasa aérea (tallos y hojas), subterránea (raíces), detritos de madera y carbono orgánico del suelo (Minambiente e IDEAM, 2024). También se incluyen estimaciones sobre las emisiones derivadas de la degradación de los bosques, estudiando las variaciones en el dosel y la tala selectiva para obtener madera y leña.

En esa misma vía, el principio de adicionalidad es la herramienta jurídica que permite distinguir los resultados de una iniciativa de mitigación, como la ejecución de un proyecto de bonos de carbono, y demostrar que dichos resultados se consiguieron gracias a la existencia del proyecto o que no se hubieran producido en su ausencia.

La adicionalidad se usa para comprobar que las remociones o reducciones de GEI efectivamente son atribuibles a la existencia de un proyecto de esta naturaleza, descartando que se hubieran dado por medidas ya tomadas con anterioridad, o por el cumplimiento de normas o mandatos preexistentes. El principio de adicionalidad se desarrolla desde instrumentos internacionales como la herramienta para la demostración y evaluación de la adicionalidad del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), fruto de la CMNUCC. A nivel nacional, puede rastrearse en la Resolución 1447 de 2018, artículo 23, del MADS.

Para determinar la adicionalidad, existen metodologías y herramientas surgidas desde la autorregulación, acordes con estándares internacionalmente aceptados y normas de control de calidad. Estos involucran temas de adicionalidad normativa, análisis de barreras existentes en los territorios (financieras, institucionales, tecnológicas, etc.), puntos de referencia en relación con buenas prácticas y listas de chequeo de criterios de elegibilidad. Considerando que los mercados de carbono se conciben como sistemas de intercambio de contratos de compra y venta de derechos de emisión de GEI, que representan permisos para emitir ciertas cantidades de estos gases, se espera que el mercado se dinamice a través de un mecanismo de precios que opere como el elemento regulador entre la oferta y la demanda de los derechos de emisión de GEI. El permiso de emisión representa una cantidad de unidades de reducción o captura, donde cada unidad corresponde a un crédito de carbono, el equivalente a una tonelada dióxido de carbono (CO<sub>2</sub> eq) (Grupo de Financiamiento Climático para Latinoamérica y el Caribe [GFLAC], 2018). Ibararán (2010) se apoya en la teoría económica de los bienes públicos para argumentar que la atmósfera se comporta como un bien de uso público sobre el cual recae una externalidad negativa, representada en el costo de reducir las emisiones de GEI. Los bienes públicos son aquellos que cumplen con las características de no exclusión y no rivalidad, las cuales significan que así una persona los consume más no por ello le generarán costos adicionales a quien los produce, y que es imposible o muy costoso excluir a alguien de gozar de estos bienes. En estos términos, plantea que la externalidad negativa se materializa como un costo asumido por la sociedad sin que el emisor de GEI incorpore dicho costo en su matriz de

costos de producción y que, por tanto, la implementación de un precio del carbono se concibe como el instrumento económico a través del cual los emisores de GEI incorporan el costo social en su matriz de costos de producción (Ibarrarán, 2010).

Siguiendo los planteamientos de Ibarrarán (2010), en términos de la necesidad de acudir a la regulación directa o a los instrumentos económicos para determinar un precio del carbono que internalice las externalidades negativas por la emisión de GEI, Cartes Mena (2021) presenta el concepto de Precio Social del Carbono (PSC) como el mecanismo a través del cual los países y las empresas se motivan a reducir sus emisiones de GEI. El autor sugiere, además, que el PSC se incluya en la evaluación de los proyectos de inversión pública, con la intención de que los costos ambientales, sociales y económicos, asociados a las emisiones de GEI, sean considerados en las decisiones de inversión (Cartes Mena, 2021). Estos autores argumentan que el precio del carbono está subvalorado y que no representa el verdadero costo social de las emisiones, mientras que el PSC puede reflejar la magnitud del costo de los efectos negativos de las concentraciones del carbono en la atmósfera, cuya expresión material es la variabilidad climática que impacta los procesos agrícolas, la salud humana y los medios de vida. El cálculo del PSC se puede obtener a partir de tres métodos de valoración (Cartes Mena, 2021):

Utilizar un precio de mercado: para ello, se toma como referencia el precio de los bonos de carbono que, en términos aproximados, refleja la disposición a pagar por la reducción de emisiones de GEI. Los mercados regulados y voluntarios serían los mecanismos para definir el precio del carbono.

- **Costo social del carbono:** se espera que este costo refleje los reales impactos negativos de las emisiones en los sistemas ambiental y social, así como los costos de mitigación de las emisiones. El precio definido a través de estos costos sería un mejor indicador de lo que costaría a la sociedad reducir las emisiones.
- **Costos marginales de la reducción de emisiones:** este método se basa en la utilización de las curvas de costo de abatimiento, las cuales reflejan el costo de reducir las emisiones. La aplicación de este método ha demostrado que el precio del carbono fijado a través del mercado (precio de los bonos) es insuficiente para internalizar los impactos negativos de la variabilidad climática.

Cartes Mena (2021) también plantea que, en términos de regulación directa, se tiene el Impuesto Nacional al Carbono (INC), concebido como herramienta de carácter fiscal cuyo propósito es desincentivar las emisiones de GEI, a través de la imposición de una tarifa basada en la cantidad de carbono contenido en las emisiones producidas por las actividades económicas. Dicha tarifa incrementa el costo de producción de las emisiones, modificando así los hábitos de consumo de los contribuyentes y orientando sus decisiones de inversión hacia la aplicación de tecnologías limpias y eficientes energéticamente. Bajo

estos planteamientos, Aristizábal Alzate y González Manosalva (2019) exponen que el impuesto al carbono trae un doble beneficio, en la medida que no solo modifica patrones de consumo sobre los combustibles fósiles, sino que también permite recaudar recursos económicos que el Estado puede orientar hacia el cumplimiento de metas climáticas. No obstante, abren el interrogante sobre las externalidades causadas por la emisión de GEI, a las que no se les puede calcular el costo marginal de manera inmediata, pues las concentraciones de gases generan consecuencias que se reflejan en el futuro (Aristizábal Alzate y González Manosalva, 2019).

## 2.3 Metodología

Este estudio adopta la metodología PRISMA (Page et al., 2021), un enfoque sistemático con criterios de transparencia usado en este caso para obtener ejercicios síntesis de la literatura científica y las fuentes oficiales e institucionales que abordan el tema del mercado de carbono y la ejecución de proyectos REDD+. De dicha metodología se utilizaron explícitamente los siguientes ítems de su lista de verificación:

- **Identificación:** se realizó una búsqueda exploratoria en bases de datos académicas, utilizando palabras clave y combinaciones de términos relacionados con: mercados de carbono, proyectos REDD+ y bonos de carbono. Así mismo, se realizó una búsqueda cronológica de fuentes oficiales, concretamente de las principales decisiones surgidas en el marco de Conferencia de la Partes (COP) celebradas anualmente dentro de la CMNUCC.
- **Elegibilidad:** de la exploración inicial, se eligieron los artículos ubicados en las bases de datos académicas con criterios de inclusión y exclusión previamente definidos. Estos consistían en la pertinencia de abordar la herramienta de los bonos de carbono desde el punto de vista de su implementación, en el contexto de los ecosistemas tropicales y la revisión de sus esquemas de validación de resultados. Se excluyeron los trabajos que no tenían este enfoque de estudio. En cuanto a las fuentes institucionales, su elegibilidad se realizó sobre la base de determinar qué decisiones y normas internacionales contenían obligaciones vinculantes en torno a la ejecución de proyectos REDD+, descartando las fuentes institucionales que no se centraban en la ejecución de dichos proyectos.
- **Extracción de datos:** a partir de la ejecución de los ítems anteriores, se compiló la información obtenida sobre la ejecución de los proyectos de mercados de carbono en el contexto intertropical y se dividió en tres categorías, según las características de su ejecución desde los campos ecológico, jurídico y económico. La revisión de los datos permitió constatar el común denominador de enfoques críticos y necesidades de mejora para la ejecución de proyectos REDD+ desde cada uno de los campos.

- **Síntesis de resultados:** se sintetizó la información obtenida de los documentos seleccionados para construir una narrativa coherente sobre los principales retos a sortear en torno a la ejecución de los proyectos REDD+. Esta síntesis permitió identificar tendencias, lagunas en la literatura existente y áreas para investigaciones futuras.
- **Análisis y discusión:** basándose en la síntesis de los resultados, se discutieron las implicaciones de los hallazgos sobre el estado actual del mercado voluntario de créditos de carbono, destacando los desafíos y oportunidades para mejorar la eficacia en la ejecución de sus proyectos.

## 2.4 Resultados y discusión

### 2.4.1. Retos e inconsistencias del mercado de carbono en ecosistemas tropicales

En el actual contexto mundial de pérdida acelerada de biodiversidad y cambio climático, los bosques tropicales siguen albergando gran parte de la biodiversidad y del carbono terrestre, por lo que frenar su creciente deforestación y degradación es una prioridad para la mitigación del cambio climático a nivel global. Es por ello por lo que el mercado del carbono ha venido floreciendo con tanta intensidad en las regiones tropicales del planeta, con muchas empresas internacionales interesadas en comprar bonos que contribuyan a salvaguardar estos ecosistemas. Sin embargo, esta gran riqueza de biodiversidad y carbono viene aparejada con una gran complejidad ecosistémica, que, pese a las críticas de los científicos, sigue siendo subestimada, generando graves inconsistencias que impactan negativamente en la conservación de los bosques tropicales y en su papel como reservorios de carbono.

En primer lugar, la gran diversidad vegetal de los bosques tropicales es un gran reto para la estimación de su capacidad de captura de carbono. El cálculo del reservorio de carbono de un bosque es un proceso complejo, ya que requiere de ecuaciones para los diferentes sumideros que en él se encuentran. La capacidad de captura de carbono de estos sumideros depende de las características de cada bosque. Con el fin de representar la gran diversidad de sus bosques, Colombia los clasifica en cinco biomas diferentes y ajusta ecuaciones para cada uno de ellos: Andes, Amazonía, Orinoquía, Caribe y Pacífico (Minambiente e IDEAM, 2024). Sin embargo, la capacidad de captura de carbono varía en cada especie de árbol y un bosque tropical está conformado por miles de especies, por lo que, a pesar de los avances, estas estimaciones siempre serán imprecisas. Es enorme la complejidad de reducir un ecosistema entero a una molécula con precio. Por ello, los lineamientos REDD+ piden a los Gobiernos que controlen las diferentes fuentes de incertidumbre inherentes a los cálculos de las emisiones por deforestación. Sin embargo, una mayor incertidumbre

conlleva una devaluación del precio del carbono, lo cual hace que muchos países subestimen las fuentes de incertidumbre o la calculen de forma incorrecta (Yanai et al., 2020). Así, existen elementos, tanto ecosistémicos como del mercado, que dificultan la estimación del potencial real de los bosques tropicales como sumideros de carbono (Gardon et al., 2020; Yanai et al., 2020).

En segundo lugar, las dinámicas temporales y espaciales de las tasas de deforestación tropical tampoco son bien conocidas, pese a ser fundamentales para estimar las emisiones evitadas por los proyectos REDD+. El reciente estudio de West et al. (2023) analiza la efectividad de 27 proyectos REDD+ de conservación en seis países y tres continentes, arrojando unos resultados alarmantes: la gran mayoría de estos proyectos no reducen la deforestación y, en el caso de hacerlo, es una reducción mucho menor a la estimada. Del total de 89 millones de bonos de carbono emitidos por estos 27 proyectos, solo el 6,2% están asociados a reducciones reales de emisiones de CO<sub>2</sub>, por lo que los proyectos venden tres veces más bonos de carbono de lo que realmente compensan. West et al. (2023) atribuyen esta gran desproporción a tres causas: la utilización de tendencias de deforestación poco actualizadas, la omisión de cambios temporales en las dinámicas de deforestación, y el *gaming* o inflación deliberada de la reducción de deforestación con afán de lucro. Para enfrentar estos tres problemas, los autores hacen un llamado a los Gobiernos para que elaboren bases jurídicas para el desarrollo de proyectos REDD+. Cada vez más países realizan cálculos de líneas base de emisiones por deforestación y degradación de bosques que los proyectos REDD+ deben tomar como referencia. Colombia legisló al respecto a través de la Resolución 1447 de 2018 y actualiza sus niveles de referencia cada cinco años. De los seis proyectos REDD+ evaluados por West et al. (2023) en Colombia, solo uno de ellos logró una reducción real de la tasa de deforestación: el proyecto Río Pepe y ACABA, en los municipios de Bajo Baudó y Medio Baudó (Chocó). Cabe destacar que todos los proyectos evaluados fueron implementados antes de la entrada en vigor de la Resolución 1447 de 2018, que otorga al MADS la responsabilidad de establecer la línea base de deforestación en el país. Por tanto, repetir la investigación con proyectos REDD+ implementados después de 2018 sería una gran oportunidad para comprobar la efectividad del control estatal sobre el mercado de carbono.

El contexto actual apunta a una necesaria y urgente revisión de las prácticas del mercado de carbono (Delacote et al., 2024). Las falencias encontradas por West et al. (2023) son la prueba empírica de la crítica social al mercado de carbono realizada por Gifford (2020), según la cual es un mercado completamente desregulado, en el que las normas las diseñan y revisan las mismas empresas, y en el que coexisten múltiples métodos de estimación de reducción de emisiones para que cada proyecto escoja el que le convenga para maximizar beneficios. Actualmente, en este mercado los bosques dejan de ser ecosistemas para convertirse en instrumentos financieros, primando el beneficio económico por encima de los posibles beneficios de mitigación del cambio climático y de los derechos humanos de

las comunidades locales (Gifford, 2020). Conforme avanza la capacidad de control de los Estados y de la comunidad científica sobre el mercado de carbono, se hace cada vez más evidente que este mercado es una vía muy compleja para conseguir unos objetivos que podrían lograrse de formas mucho más simples, pero menos lucrativas (Sparrow, 2019). En el trópico existen dos sesgos principales en la formulación de proyectos REDD+ que los hacen poco efectivos para la reducción de la deforestación y, por tanto, para la mitigación: el enfoque ecosistémico y el enfoque social.

El sesgo ecosistémico de los proyectos REDD+ hace que suelen establecerse en bosques bien conservados, situados en zonas remotas en las que hay poca deforestación, por lo que su adicionalidad es poca o nula (Delacote et al., 2022). En la Figura 2-1 se puede observar un bosque andino secundario, establecido mediante labores de restauración hace diez años, en el que ya se puede apreciar una gran riqueza vegetal. Este sesgo desaprovecha una característica de los bosques tropicales con un gran potencial para la mitigación y adaptación al cambio climático: su gran capacidad de regeneración. En la actualidad, los bosques secundarios –aquellos que se regeneran sin intervención humana– no pueden incluirse en los proyectos REDD+ ni Aforestación, Reforestación y Revegetación (ARR), a

**Figura 2-1.** Restauración de bosque andino con especies nativas en las zonas rurales de Medellín (proyecto Más Bosques para Medellín).



*Nota.* Para poder entrar al mercado de carbono, este proyecto está calculando las ecuaciones de biomasa para varias especies de árboles, ya que al ser nativas todavía no están disponibles. Este caso ilustra las dificultades añadidas para que proyectos con gran valor ecológico y potencial de mitigación entren al mercado de carbono.

pesar de constituir más del 50% de los bosques tropicales y ser, por tanto, claves para la resiliencia ecosistémica de todos los bosques del trópico (Brancalion et al., 2024; Chazdon, 2014). La vida de estos bosques secundarios es muy corta, ya que la gran mayoría vuelve a ser deforestada en menos de una década, degradando cada vez más la capacidad regenerativa de la fauna y flora de los bosques tropicales (Brancalion et al., 2024; Reid et al., 2019). A pesar de que estos bosques suelen situarse en regiones poco adecuadas para las actividades agrícolas o la especulación urbanística (geografía compleja, lugares remotos, tierras de baja productividad), suelen deforestarse rápidamente, debido al nulo costo de oportunidad derivado de conservarlos (Brancalion et al., 2024).

Emitir bonos de carbono para estos bosques sería una estrategia clave y más eficiente económicamente para reducir emisiones y conservar la biodiversidad que los mecanismos actuales de REDD+ y ARR. Sin embargo, la adicionalidad es el principal obstáculo para la emisión de estos bonos, ya que no se toma en cuenta el alto riesgo de deforestación temprana de estos bosques si no se incluyen en mecanismos de pagos por servicios ambientales (Brancalion et al., 2024). La tasa de recuperación de los bosques tropicales es aquí un obstáculo: en menos de una década de regeneración cumplen con la definición de bosque dada por REDD+ y ARR, por lo que solo áreas de pastizal o rastrojos muy incipientes son aptas para emitir bonos de carbono. Sin embargo, el papel de los bosques secundarios como corredores biológicos entre bosques más conservados mejora tanto su resiliencia como su capacidad de proveer servicios ecosistémicos. Los bosques secundarios también proveen estos servicios y poseen un crecimiento más activo y rápido en términos de biomasa que los bosques primarios, con una tasa de captura de carbono hasta 20 veces más rápida, por lo que su potencial es de gran interés para la mitigación del cambio climático a nivel global (Heinrich et al., 2021; Poorter et al., 2016). El estudio de Chazdon et al. (2016) demostró que permitir la regeneración de estos bosques en cuatro países latinoamericanos (Brasil, Colombia, México y Venezuela) equivaldría a mitigar las emisiones de GEI de toda América Latina, de 1993 a 2014. Colombia es, además, el segundo país con mayor potencial de mitigación mediante la regeneración de sus bosques, potencial que en realidad es mucho mayor, ya que en el estudio solo se incluyeron bosques de tierras bajas, por lo que no se contabilizó el gran potencial de la región Andina, la más deforestada del país (Chazdon et al., 2016).

Actualmente, los proyectos REDD+ y ARR priorizan la intervención humana sobre los procesos espontáneos de regeneración de la naturaleza (Brancalion et al., 2024). Sin embargo, proteger estos procesos naturales resulta más realista para alcanzar objetivos de mitigación, los cuales deberían valorar los ecosistemas por sus múltiples propiedades y servicios, en lugar de centrarse en uno solo de sus atributos, como la captura de CO<sub>2</sub>, cuya medición es difícil y costosa. De este modo, se podrían establecer objetivos más tangibles e integrales, como la conservación y restauración de los ecosistemas. Emitir bonos de

carbono para bosques secundarios puede ayudar a su permanencia y expansión en áreas rurales y periurbanas, lo cual es clave para la agenda de adaptación al cambio climático, basada en gran parte en Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN), en las cuales la restauración y protección de los ecosistemas naturales juegan un papel clave.

Obviar el valor intrínseco de los ecosistemas, reduciéndolos a un reservorio de carbono, ha subestimado también el valor de la relación de las comunidades con los ecosistemas en los que habitan, lo cual ha sido fuente de numerosos conflictos socioculturales en las regiones en las que se implementan proyectos REDD+. El Movimiento Mundial por los Bosques Tropicales o World Rainforest Movement (WRM) revisó 24 proyectos REDD+ en el sur global, encontrando en todos conflictos con las comunidades que habitaban las zonas de ejecución, que vieron coartados su modo de vida y sus derechos de propiedad sobre la tierra (WRM, 2015). Muchos de estos proyectos REDD+ estaban certificados con sellos sobre excelencia social por sus presuntos beneficios sobre las comunidades locales, como el Climate, Community and Biodiversity Standard (CCB), demostrando, una vez más, que los mecanismos de control de calidad de estos proyectos falla estrepitosamente (WRM, 2015). Además de causar problemas a las comunidades locales, los proyectos REDD+ fallan en su papel de contención de la deforestación al perseguir las prácticas de aprovechamiento forestal tradicionales, en su mayoría sostenibles, y no enfocarse en agentes de deforestación a gran escala, como por ejemplo la industria agropecuaria, por lo que el resultado final es una deforestación creciente y unas comunidades locales castigadas (WRM, 2015).

Una década después del informe del WRM, la Sentencia T-248 de 2024 de la Corte Constitucional de Colombia demostró que estos conflictos siguen plenamente vigentes. De los 103 proyectos REDD+ activos en Colombia,

el 49% presenta peticiones, quejas o reclamos asociados a la presunta vulneración de las salvaguardas sociales y ambientales. El mayor número de quejas se debe a: 1) la falta de información y poca claridad en la información suministrada sobre los proyectos y el mercado de carbono, 2) procesos de participación deficientes y 3) el incumplimiento de la consulta previa y la no obtención.

El caso de la sentencia también incluía una restricción de las actividades tradicionales de cultivo de los pueblos indígenas de la Amazonía colombiana que no habían sido debidamente informados de las implicaciones del proyecto REDD+, a pesar de cumplir supuestamente con los protocolos de negociación con las comunidades.

## 2.4.2. Retos jurídicos en la estructura colombiana de regulación del mercado de carbono

En términos jurídicos e institucionales, los créditos de carbono se definen como unidades transables que representan una tonelada de carbono equivalente y que pueden ser negociadas en el mercado. Por lo cual, cuando se compra un crédito se está comprando la expresión verificada de una reducción de emisiones de GEI. Su estructuración obedece a un procedimiento complejo, en el que intervienen diversos actores y roles. En primer lugar, está quién desarrolla el proyecto que produce el crédito de carbono, proyecto que puede ser una SbN: un proyecto forestal, agrícola o de usos del suelo, o una solución basada en la tecnología, como proyectos de energías renovables, gestión de residuos sólidos o eficiencia energética. Seguidamente, se presentan, en el orden correspondiente: la parte que audita dicho proyecto, verificando las características y potencialidades técnicas del lugar del proyecto; la parte certificadora, que emite el bono y certifica la validez de sus contenidos, previo a ofertarlo en el mercado, y, finalmente, la parte que lo compra en ese mercado transable. Esta última casi siempre es una empresa cuyas operaciones producen emisiones de GEI. Al adquirir un crédito de carbono, este se incorpora a su inventario neto de emisiones, a fin de poder descontarlo e ir reduciendo dichas emisiones hasta alcanzar la denominada etapa de carbono neutralidad.

En Colombia, la regulación normativa a los bonos de carbono abarca básicamente tres campos:

1. Criterios técnicos para la contabilidad y el monitoreo de la reducción de emisiones de GEI (artículo 175, Ley 1753 de 2015);
2. El procedimiento para estructurar las iniciativas, programas y proyectos de reducción de GEI (Resolución 1447 de 2018 del MADS), y
3. La administración del Registro Nacional de Reducción de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (RENARE) (Resolución 418 de 2024 del MADS).

De igual manera, en Colombia los créditos de carbono están asociados a los temas tributarios. En la práctica, el tope máximo del precio de un bono de carbono es el pago del denominado impuesto nacional al carbono (artículo 221, Ley 1819 de 2016). Dicho de otra manera, desde las últimas reformas tributarias se permitió que el impuesto al carbono, con el cual se grava a agentes por el uso de combustibles fósiles, se pueda no causar si se certifica la carbono neutralidad por la vía de iniciativas como los bonos de carbono, acorde a un procedimiento técnico (Decreto 926 de 2017). Por tanto, nadie va a pagar por un bono de carbono más de lo que debería pagar por el impuesto al carbono, por lo cual todo termina girando en torno a comprar créditos por topes equivalentes a la carga tributaria que se tenga por este concepto.

Con este panorama general, la estructura de regulación jurídica que el país ha desarrollado para el mercado de carbono presenta algunos problemas, que se resumen a continuación:

### Contraposición entre acciones de mitigación y acciones de adaptación

La gestión de la crisis climática planetaria dentro de la CMNUCC prescribe dos clases de obligaciones para los Estados: las de mitigación y las de adaptación (Locatelli et. al, 2011). Las obligaciones de mitigación son compromisos enfocados en contrarrestar las causas del cambio climático, mientras que las obligaciones de adaptación se enfocan en atacar los efectos producidos por esa crisis climática.

De esta clasificación, ambos grupos de obligaciones se pueden ver contrapuestas desde el punto de vista de la búsqueda de fuentes de financiación pública en el modelo de regulación colombiano establecido para los créditos de carbono. Esto en tanto, al asociar el mercado de carbono con el impuesto nacional al carbono, como se vio, la financiación establecida para acciones de adaptación al cambio climático termina sacrificándose en pro de los resultados de un proyecto claramente de mitigación.

La explicación es la siguiente: los recursos fruto del recaudo del impuesto nacional al carbono tienen una destinación específica, según el artículo 223 de la Ley 1819 de 2016. Se deben invertir forzosamente en temas que pertenezcan al grupo de medidas de adaptación, como los programas de manejo de erosión costera y la reducción de la deforestación; la protección de fuentes hídricas y ecosistemas estratégicos; cumplimiento de las metas de adaptación establecidas en la Ley 2169 de 2021; pagos por servicios ambientales con énfasis en los municipios que integran los Programas de Desarrollo con Enfoque Territorial (PDET), y hasta financiación para la sustitución de cultivos ilícitos. Los ingresos destinados a financiar estas acciones descritas desaparecen al momento en que se da la no causación del impuesto al carbono, por la existencia de proyectos de créditos de carbono. Esto en la práctica muestra un privilegio, desde el punto de vista de las finanzas públicas, en la consecución de un resultado de mitigación del cambio climático (la remoción o reducción de GEI) por sobre la ejecución de acciones de adaptación, las cuales pierden recursos para ser financiadas por esta exención tributaria.

Cabe preguntarse, desde el contexto de un país en desarrollo como Colombia, y desde las prioridades ante la crisis climática, qué es más urgente de abordar desde el gasto público: las acciones de adaptación de los territorios vulnerables a los efectos del cambio climático o la promoción de acciones de remoción y reducción de GEI por la vía de sacrificar algo de sus impuestos a recaudar.

Este problema, en parte, se ha visto intervenido por las reformas recientes que modificaron el tema tributario, estableciendo que solo podrá no causarse hasta el 50% del total

del impuesto al carbono a pagar (Ley 2277 de 2022, artículo 47), buscando así recuperar recaudos directos por este concepto (Ley 2277 de 2022, artículo 49).

### Falta de criterios claros para establecer la adicionalidad

El segundo problema documentado con los bonos de carbono tiene que ver con los criterios para comprobar los resultados obtenidos con estos proyectos. Concretamente, con el cumplimiento de uno de los principios rectores: la adicionalidad. En teoría, debe demostrarse que el proyecto de bonos de carbono genera acciones adicionales a las existentes para preservar el ecosistema intervenido. Esto, principalmente en los denominados proyectos REDD+.

La normatividad colombiana señala al respecto, por ejemplo, que no es compatible un proyecto de reducción de GEI en un lugar de preservación de ecosistemas estratégicos por los cuales se estén percibiendo pagos por servicios ambientales, dado que allí no existe el criterio de la adicionalidad, como tampoco existe, dice la norma, en los casos de reducciones o remociones logradas en zonas por concepto de aplicar las llamadas compensaciones ambientales.<sup>1</sup>

Sin embargo, persisten otras ambigüedades al respecto que no se contemplan en las normas. Y es que, así mismo, queda la duda sobre si podría existir adicionalidad en un proyecto REDD+ al recaer, por ejemplo, sobre un bosque que realmente no se encuentre amenazado o sobre zonas al interior de parques nacionales naturales, las cuales ya cuentan con unos objetivos de conservación y con un plan de manejo establecidos, como el caso de gran parte de los proyectos que se están ejecutando en el sur del país, en zonas traslapadas con parques nacionales (Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI, 2023).

### Aplicación laxa de las salvaguardas ambientales y sociales

Las salvaguardas ambientales y sociales son una serie de reglas a tener en cuenta en la ejecución de los proyectos REDD+, propuestas para prevenir eventuales daños en la ejecución de estas iniciativas. Colombia ha presentado ante las instancias internacionales una interpretación nacional de salvaguardas sociales y ambientales, y diseñó un sistema

---

1 Según el artículo 2.2.2.3.1.1 del Decreto 1076 de 2015, las compensaciones ambientales "Son las acciones dirigidas a resarcir y retribuir a las comunidades, las regiones, localidades y al entorno natural por los impactos o efectos negativos generados por un proyecto, obra o actividad, que no puedan ser evitados, corregidos o mitigados".

nacional de salvaguardas. Así mismo, sus normas consagran que en todo proyecto de esta envergadura será obligatorio su cumplimiento y se hace un especial énfasis en la obligatoriedad de la consulta previa, como derecho fundamental de las comunidades étnicas del país (artículo 175, Ley 1753 de 2015).

No obstante, subsisten quejas sobre su no acatamiento. En ocasiones, las comunidades indígenas reportan que ni siquiera se enteran de la existencia de los proyectos ejecutados en su territorio. Así mismo, que estos se estructuran sin atender a las formas de gobierno propio de estas comunidades, ni de relacionamiento y apropiación de sus elementos naturales. Al respecto, se pueden documentar casos judiciales como el estudiado por la Corte Constitucional en la Sentencia T-248 de 2024.

Las salvaguardas se estructuran alrededor de algunos principios que tienen que ver con temas como: compatibilidad de las medidas REDD+ con los programas y normas nacionales; transparencia y eficacia en la gobernanza; respeto de los conocimientos y derechos de los pueblos ancestrales; participación plena y efectiva, sobre todo de comunidades étnicas y locales, y consideración de medidas para evitar los riesgos de reversión y desplazamiento de las emisiones.

En Colombia, esas salvaguardas se convirtieron en 15 elementos a aplicar, mencionados en la Tercera Comunicación (Mendoza et al., 2017). Sin embargo, como lo señalan algunos informes:

[...] la interpretación nacional se ha materializado únicamente en una cartilla informativa, no en una norma vinculante. Mientras tanto, en la realidad de los contextos locales no existen normas, instituciones ni mecanismos de información y cumplimiento para que las salvaguardas sean reglas efectivamente adoptadas [...] (Fundación Gaia Amazonas, 2023, p. 26)

Efectivamente, la reglamentación sobre el procedimiento para estructurar estas iniciativas, la Resolución 1447 de 2018, apenas menciona una vez, y de paso, a las salvaguardas, sin desarrollarlas (artículo 13). En cambio, se centra en los aspectos técnicos de estos proyectos, no en su relacionamiento con los territorios y las comunidades. Nada dice dicha norma sobre el desglose de los principios de las salvaguardas, ni sus especificidades para cada tipo de proyecto; tampoco sus criterios de cumplimiento en el tiempo o su régimen sancionatorio para cuando no se cumplan. Adicionalmente, al MADS no se le asignan competencias expresas para vigilar el cumplimiento de las salvaguardas y, en el caso de los proyectos del mercado de carbono, su responsabilidad se limita al registro formal de las iniciativas, sin facultades para supervisar lo registrado.

La falta de aplicación de las salvaguardas ha motivado recientemente a la Corte Constitucional a escoger por primera vez para revisión una tutela relacionada con la ejecución de

un proyecto REDD+ en un territorio indígena. Se trata de la acción de tutela interpuesta por representantes legales del Consejo Indígena del Pirá Paraná y de la Asociación de Autoridades Tradicionales Indígenas del Río Pirá Paraná, en contra de la Corporación Masbosques, entre otros desarrolladores de la iniciativa REDD+ denominada "Baka Rokarire ~ia tir+~dito", a ejecutarse en el Gran Resguardo Indígena del Vaupés.

El caso fue estudiado en la reciente Sentencia T-248 de 2024, de la cual se pueden extraer las siguientes conclusiones respecto a retos jurídicos que siguen sin solucionarse dentro de la formulación y ejecución de los proyectos REDD+ en el país:

1. El marco regulatorio sigue sin dar claridad sobre la titularidad y responsabilidades del proyecto, lo que a su vez remite a la discusión sobre la titularidad de los bienes involucrados en un proyecto de créditos de carbono. ¿Son bienes públicos o son servicios ambientales generados por bienes privados?
2. Es inapropiada la forma contractual que media las relaciones entre los desarrolladores de dichos proyectos y las comunidades indígenas que habitan los territorios, en tanto se utiliza un clásico contrato del derecho comercial: el contrato de mandato, que no reconoce las formas organizativas de los pueblos originarios.
3. No existen mandatos locales por los cuales las empresas privadas desarrolladoras deban realizar la debida diligencia en cuanto a prevenir impactos en las comunidades indígenas de los territorios donde se formulará el proyecto, tanto en sus formas de vida como en sus métodos de organización.
4. Los estándares que usan las firmas validadoras se basan solo en criterios técnicos respecto a la captura de carbono, sin considerar la evaluación de impactos sociales a las comunidades indígenas como un ítem a evaluar también. Esta misma situación aplica para las empresas certificadoras. Dicho de otra manera, estos estándares se enfocan en una definición de bosques aislados del relacionamiento con las comunidades, restringiéndolos al carácter de bienes públicos mundiales sobre los cuales tasar un servicio con métodos universalizables, lo que, a criterio de algunos autores, revive ciertas visiones neocolonialistas (Navarro, 2022).
5. No termina de ser clara la ruta para implementar las salvaguardas acordadas en el marco de la CMNUCC, por lo cual la figura sigue siendo solo retórica. En el caso del proyecto REDD+ a ejecutar en el Vaupés, estudiado por la Corte Constitucional, se encontró que no fue concertado con las autoridades tradicionales de los resguardos indígenas involucrados, limitándose a celebrar contratos con miembros aislados. Así mismo, generó divisiones y conflictos entre ellos, y, además, comprometió las formas tradicionales de subsistencia, dado que entre los compromisos de captura de carbono estaba el suprimir algunas zonas de cultivo de pancoger, el cual es de uso tradicional de los indígenas.

### 2.4.3. Componente económico

#### La gestión del cambio climático bajo el enfoque de los bienes públicos

La gestión del cambio climático abarca un amplio espectro de herramientas técnicas y políticas que determinan la capacidad de acción de los agentes territoriales en sus diferentes escalas. Este conjunto de herramientas se coordinan bajo una infraestructura institucional derivada de las disposiciones de la CMNUCC, desde la cual se definieron las instancias encargadas de orientar las acciones en materia de gestión del cambio climático, así como los mecanismos de financiación requeridos a nivel internacional, a los cuales pueden acudir los países interesados en financiar sus acciones climáticas (ONU, 1992).

En la búsqueda de herramientas de financiamiento climático surgen los mercados de carbono como mecanismos de compra y venta de créditos de carbono, que representan una cantidad de carbono capturada o dejada de emitir a la atmósfera y que pueden ser transados bajo dos esquemas de mercado ampliamente desarrollados: i) sistema de comercio de emisiones y ii) mercados de bonos de carbono. Estos dos esquemas de mercado pueden analizarse bajo los planteamientos de Ibarrarán (2010), quien argumenta que el establecimiento de cuotas máximas de emisión y la determinación de precios hacen parte de los mecanismos utilizados por la institucionalidad para fomentar la reducción de emisiones, logrando además que en la estructura de costos de las actividades intensivas en carbono se incorpore el costo de la externalidad negativa. Pizarro Gariazzo (2021) plantea que los permisos de emisión transables y el impuesto al carbono son los principales instrumentos de fijación del precio del carbono, y que se diferencian por el hecho de que el Gobierno fija el precio a través del impuesto y deja que el mercado determine las emisiones totales, mientras que con los permisos transables el Gobierno establece un límite máximo de emisiones y deja que el mercado determine el precio (Pizarro Gariazzo, 2021).

Por otra parte, Torres López y Tarazona Flores (2022) plantean que las acciones de mitigación de emisiones de GEI son el mejor mecanismo para alcanzar las metas establecidas en el Acuerdo de París y, por tanto, los mercados de carbono adquieren protagonismo como instrumentos para gestionar el cambio climático a nivel mundial, ya que permiten que los países puedan comprar y vender créditos de carbono. Bajo este panorama, países como Colombia pueden acceder al mercado mundial como oferentes de créditos de carbono y, así, acceder a recursos para financiar sus acciones climáticas acogidas para cumplir los compromisos mundiales. En este sentido, la institucionalidad colombiana ha venido gestionando recursos de financiamiento climático a través de la formulación de diferentes instrumentos económicos, entre los que se cuentan los Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL) y el Impuesto Nacional al Carbono (INC). Hay que tener en cuenta que las emisiones

de carbono de Colombia representan el 0,34% de las emisiones globales, mientras que aparece entre los 15 primeros países con alta vulnerabilidad a los efectos adversos al cambio climático (Aristizábal Alzate y González Manosalva, 2019), situación que pone en evidencia la necesidad de destinar mayores recursos a las acciones de adaptación, teniendo en cuenta que la mitigación debe ser un proceso paulatino que no trastorne el modelo de desarrollo económico del país.

Colombia ha establecido diferentes instrumentos económicos para generar recursos de financiamiento climático destinados a las acciones establecidas en las NDC para alcanzar las metas climáticas al 2030. Aunque los MDL han sido los instrumentos más utilizados en Colombia, desde 2016 se comenzó a implementar el INC como estrategia para avanzar en las metas de mitigación de emisiones de GEI. Este impuesto opera como mecanismo de fijación del precio del carbono, el cual, según la norma que lo rige, se ajusta cada año con base en el Índice de Precios al Consumidor (IPC). De acuerdo con los datos del World Bank Group (2024), el INC generó ingresos al Gobierno por valor de USD 113 millones para el año 2022, que, con base en la normativa colombiana, se debieron destinar a acciones de mitigación y adaptación al cambio climático.

### Generalidades del INC

En el marco de la Estrategia Nacional de Financiamiento Climático (ENFC) se establece la Línea Estratégica 1: Desarrollo de Instrumentos Económicos y Financieros, cuyo objetivo es movilizar y garantizar los recursos e instrumentos económicos, financieros y técnicos para promover un desarrollo bajo en emisiones (Departamento Nacional de Planeación [DNP] y Fundación para la Educación Superior y el Desarrollo [Fedesarrollo], 2022). De esta forma, pueden cumplirse los compromisos adquiridos por el país en el marco del Acuerdo de París. En este sentido, el INC hace parte del conjunto de instrumentos económicos diseñados no solo para motivar a los emisores a reducir los GEI, sino también para generar capacidad de recaudo fiscal orientado a financiar proyectos de adaptación al cambio climático.

El INC aparece estipulado en la Ley 1819 de 2016 como un gravamen que recae sobre el contenido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>eq) de todos los combustibles fósiles (artículo 221). Su propósito es desincentivar el consumo de dichos combustibles, ya que su combustión está asociada a la emisión de GEI y su consecuente efecto sobre el calentamiento de la atmósfera y el cambio climático. Como se anotó en apartados anteriores, el recaudo que se realiza a través del INC se destina a financiar acciones de mitigación y adaptación, aunque, si se compara la posibilidad de destinación del recaudo del INC con las metas de adaptación según la NDC para Colombia (Gobierno de Colombia, 2020), podría inferirse una alta disposición de recursos que inciden mayoritariamente en acciones de adaptación.

El hecho generador del impuesto está asociado a: i) la venta de combustible fósil en el territorio nacional; ii) el consumo del productor del combustible, y iii) la importación del combustible (Congreso de la República, Ley 1819, 2016). Sin embargo, este es un impuesto indirecto que recae en las empresas distribuidoras de combustibles, las cuales se encargan de pagarlo a la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN) como entidad responsable del recaudo. Las empresas distribuidoras trasladan el impuesto al consumidor final por la vía del precio y, por tanto, este gravamen hace parte de los instrumentos económicos utilizados por la economía ambiental que se fundamentan en el principio de que quien contamina paga, como una manera de incorporar en las actividades productivas los costos externos que no han sido contabilizados en la matriz de costos de un proceso productivo en particular. Este principio puede interpretarse como la posibilidad de que quien cuente con los recursos económicos suficientes para asumir el precio del carbono carezca de incentivos suficientes para reducir el uso de combustibles fósiles. En consecuencia, ello podría dificultar el avance hacia la descarbonización de la matriz energética del país y el cumplimiento de las metas de la NDC ajustadas para Colombia.

No obstante, la normativa colombiana también determina la posibilidad de no causación del impuesto para los agentes que demuestren ser carbono neutrales (Congreso de la República, Ley 1819, 2016), lo cual puede entenderse como una posibilidad para que los sujetos pasivos del impuesto se esfuercen en la implementación de proyectos que compensen las emisiones de GEI generadas en sus procesos productivos y así el país avance hacia el cumplimiento de las metas de descarbonización trazadas al 2030. En cuanto a la posibilidad del INC para incrementar el recaudo fiscal y mejorar el financiamiento de acciones climáticas, el mecanismo de no causación del impuesto se podría configurar como una menor capacidad fiscal para invertir en acciones de adaptación, ya que la destinación del recaudo se orienta a acciones que inciden más en la adaptación que en la mitigación (Congreso de la República, Ley 1819, 2016, art. 223).

### INC y su impacto en el cumplimiento de metas establecidas en el Acuerdo de París

Si bien los mecanismos tributarios tienen el propósito de recaudar recursos económicos para financiar acciones del Estado, el INC tiene como objetivo principal que los sujetos pasivos se vean motivados a cambiar sus hábitos de consumo de combustibles fósiles como primera opción ante la carga impositiva, lo cual se reflejaría en una menor emisión de GEI. Ante este supuesto, Pizarro Gariazzo (2021) argumenta que, al excluir el gas natural y el carbón del cobro del impuesto, tan solo se está abarcando el 20% del total de las emisiones de Colombia, evidenciando un impacto relativamente bajo en la reducción de dichas emisiones.

En cuanto a su aplicación, el impuesto al carbono se concibe como un mecanismo de fijación del precio del carbono mediante el cual se aspira a que Colombia logre dar cumplimiento a las metas de reducción de emisiones de GEI contempladas en el Acuerdo de París. En este sentido, se infiere una insuficiencia del impuesto para alcanzar tal fin, teniendo en cuenta que, para cumplir con los objetivos de París, el precio del carbono al año 2030 debe llegar a USD 75-100 por tonelada (Chollet y Roessing, 2021) y, según la Resolución 0007 de 2024, se plantea que en Colombia la tarifa por tonelada de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>eq) para el año 2024 corresponderá a \$25,799, un precio que debe ajustarse cada año con base en el IPC más un punto, hasta que sea equivalente a tres Unidades de Valor Tributario (Congreso de la República, Ley 1819, 2016). Muy probablemente este ajuste del precio del carbono no alcanzará las metas de precio promedio establecidas a nivel mundial para el año 2030.

Colombia es líder regional en cuanto a las intenciones de reducir la meta de emisiones para el año 2030, aunque el mecanismo de no causación del impuesto al carbono podría interferir en el logro de esta meta, teniendo en cuenta que el precio de carbono fijado a través del INC está muy por debajo del precio promedio a nivel mundial y del precio de USD 67 por tonelada de CO<sub>2</sub> que ha sido proyectado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) al año 2030 (Departamento Nacional de Planeación [DNP], 2023) (Tabla 2-1). Bajo este panorama, los agentes emisores de GEI en Colombia preferirán mantener el nivel de consumo de combustibles fósiles antes que avanzar en la inversión de tecnologías limpias, ya que el paso hacia una economía de bajas emisiones podría hacer más costosa su matriz de producción en el corto plazo.

**Tabla 2-1.** Precio del impuesto al carbono en países de América Latina (US\$).

<b>País-Región</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>
Uruguay	155,86	167,7
Querétaro	32,2	36,69
Yucatán	15,52	17,69
Zacatecas	13,85	15,08
Colombia	5,05	6,67
Chile		5
México	3,78	4,3
Argentina	3,33	

Fuente: Elaboración propia con base en datos del World Bank Group (2024).

Por otra parte, el precio relativamente bajo en comparación con el del mercado mundial estaría emitiendo señales que incitarían a los grandes consumidores de combustibles fósiles, ubicados en países donde el precio del carbono sea más alto, a trasladar sus procesos productivos hacia Colombia o a participar como compradores de créditos de carbono que les permitan acreditar la condición de carbono neutral en sus países. Este escenario no solo dificultaría el logro de metas de descarbonización de la economía colombiana, sino que interferiría en el logro de metas globales de reducción de los GEI.

Si bien la intención del país está orientada a avanzar hacia la descarbonización de la economía, el mecanismo de no causación puede interpretarse como una alternativa para alcanzar dicho propósito. No obstante, para que sea realmente efectivo se requiere ampliar la base gravable del impuesto, de modo que los grandes consumidores de combustibles fósiles se vean incentivados a implementar prácticas de menor consumo y, además, que los recursos generados se destinen a financiar procesos que incorporen tecnologías con menor capacidad de emisión de GEI.

## 2.5 Conclusiones

La revisión bajo el enfoque ecosistémico señala que el mercado de carbono posee graves inconsistencias metodológicas que lo hacen poco efectivo como mecanismo de mitigación del cambio climático. Estas solo pueden ser resueltas mediante una mayor transparencia y una regulación más sólida de este mercado, tanto a nivel nacional como internacional. Los objetivos del mercado de carbono están descontextualizados con respecto a la realidad ecosistémica y social del trópico. Los proyectos REDD+ se enfocan en bosques bien conservados, con poca probabilidad de deforestación, por lo que no solo poseen poca adicionalidad, sino que esta se logra a base de restringir las actividades tradicionales de aprovechamiento forestal de las comunidades que los habitan, que suelen ser sostenibles, de pequeña escala y no dañinas para la dinámica ecosistémica. Mientras tanto, la gran capacidad de regeneración de los bosques secundarios tropicales está siendo desaprovechada, a pesar de que los científicos llevan años demostrando su gran potencial como sumidero de carbono y de estar situados en zonas con un riesgo de deforestación real. Por tanto, también urge un nuevo enfoque en las áreas de implementación de proyectos REDD+, para que generen beneficios reales tanto para el bienestar social como para la conservación de los ecosistemas.

En materia jurídica, los esfuerzos regulatorios de los mercados de carbono se han centrado exclusivamente en atender temas relacionados con los estándares de calidad a cumplir, las características reputacionales de las firmas involucradas en el mercado y los criterios

del medio biofísico a evaluar como potencial zona de captura significativa de carbono. No obstante, existen temas aún no valorados desde el punto de vista normativo, relacionados con la protección de las formas de vida de las comunidades locales en los territorios donde se pretenden ejecutar proyectos de esta clase, así como la garantía de preservación de sus saberes ancestrales. También se encuentran pendientes de esclarecer las obligaciones en torno a la transparencia de la información sobre dichos proyectos, y los mecanismos necesarios para garantizar que las comunidades puedan otorgar un consentimiento previo e informado sobre estos.

También subsisten lagunas normativas en torno a las responsabilidades diferenciadas que deben tener las partes dentro de la asignación de roles que traen estos proyectos (habitantes locales, desarrolladores, validadores, certificadores y entidades públicas involucradas).

Asimismo, persiste una discusión doctrinaria en torno a la naturaleza jurídica de los bienes involucrados en los proyectos de mercados de carbono, quedando preguntas por contestar como las siguientes, cuyas respuestas influirían también en el régimen de responsabilidades a establecer en esta clase de proyectos: ¿a quién se debe tener como propietario de los recursos que generan los servicios ecosistémicos de almacenamiento de carbono? ¿El carbono forestal contenido en los bosques es un bien apropiable o es un recurso natural considerado patrimonio común? ¿Sobre quién debe recaer el resultado de la reducción de deforestación de una zona determinada? ¿Cómo se habilita el responsable a reclamar financiación para ello? ¿La retención de carbono, que es el objeto de la transacción que se realiza sobre un bono de carbono, es un servicio ambiental independiente o ligado al propietario de los bosques que lo genera?

Desde la perspectiva económica, se encontró que los mercados de carbono se pueden analizar bajo la perspectiva de los bienes públicos, teniendo en cuenta que la emisión de GEI genera impactos negativos que se manifiestan a escala global y que se materializan como un costo social que debe ser incorporado en la estructura de costos de producción de las actividades productivas que emiten estos gases. El precio del carbono se comporta como el mecanismo a través del cual se puede incorporar este costo en los procesos productivos de las actividades contaminantes.

Los Sistemas de Comercio de Emisiones (ETS, por sus siglas en inglés) y el impuesto al carbono son los instrumentos a través de los cuales se establece el precio del carbono. En los ETS el precio se fija a partir de la oferta y la demanda de créditos de carbono, mientras que el impuesto al carbono se concibe como mecanismo de fijación del precio del carbono. En Colombia, el precio del carbono se establece con base en el INC, con el propósito de desincentivar el consumo de combustibles fósiles y, de esta manera, avanzar en el cumpli-

miento de metas climáticas acogidas en los acuerdos internacionales. Teniendo en cuenta la exclusión del gas natural y del carbón, el impacto del INC es muy limitado, ya que tan solo impacta el 20% de las emisiones totales de GEI del país.

El mecanismo de no causación del impuesto al carbono podría estar configurando una menor capacidad de recaudo para el financiamiento de acciones climáticas. Teniendo en cuenta que el país es altamente vulnerable a los impactos negativos del cambio climático, y que el 80% del recaudo busca financiar acciones enmarcadas en las estrategias de adaptación, el efecto del impuesto en cuanto al cumplimiento de metas sería relativamente bajo.

Por tanto, los proyectos REDD+ no se encuentran adaptados a las características de los ecosistemas diversos del trópico y, particularmente, de Colombia. No hay mecanismos claros que definan la adicionalidad de este tipo de proyectos, ni desarrollos normativos que garanticen el cuidado de los modos de vida de los pobladores y de los sistemas sociales ancestrales en los lugares donde se implementarán los proyectos REDD+. Mientras tanto, el mercado sigue siendo insuficiente para generar los recursos necesarios que permitan cumplir con las obligaciones de adaptación y mitigación.


## 2.6 Referencias

- Aristizábal Alzate, C. E. y González Manosalva, J. L. (2019). Impuesto al carbono en Colombia: un mecanismo tributario contra el cambio climático. *Semestre Económico*, 22(52), 179-202. <https://doi.org/10.22395/seec.v22n52a8>
- Brancalion, P. H., Balmford, A., Wheeler, C. E., Rodrigues, R. R., Strassburg, B. B., & Swinfield, T. (2024). A Call to Develop Carbon Credits for Second-Growth Forests. *Nature Ecology & Evolution*, 8, 179-180. <https://www.nature.com/articles/s41559-023-02288-2#citeas>
- Cartes Mena, F. (2021). *Metodología para la estimación del precio social del carbono en Chile y los países de América Latina y el Caribe*. CEPAL.
- Corte Constitucional de Colombia. Sentencia T 248 de 2024.
- Chazdon, R. L. (2014). *Second Growth: The Promise of Tropical Forest Regeneration in an Age of Deforestation*. The University of Chicago Press.
- Chazdon, R. L., Broadbent, E. N., Rozendaal, D. M., Bongers, F., Almeyda Zambrano, A. M. A., Aide, T. M., Balvanera, P., Becknell, J., Boukili, V., Brancalion, P., Craven, D., Almeida-Cortez, J., Cabral, G., de Jong, B., Denslow, J., Dent, D., DeWalt, S., Dupuy, J., Durán, S.,... & Poorter, L. (2016). Carbon Sequestration Potential of Second-Growth Forest Regeneration in the Latin American Tropics. *Science Advances*, 2(5), e1501639.
- Chollet, X. y Roessing, C. (2021, 20 de julio). Qué precio del carbono necesita el mundo. *El Economista*. <https://www.economista.es/opinion-blogs/noticias/11331290/07/21/Que-precio-del-carbono-necesita-el-mundo-.html>
- Delacote, P., Le Velly, G., & Simonet, G. (2022). Revisiting the Location Bias and Additionality of REDD+ Projects: The Role of Project Proponents Status and Certification. *Resource and Energy Economics*, 67, 101277. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0928765521000622>

- Delacote, P., L'horty, T., Kontoleon, A., West, T. A., Creti, A., Filewod, B., LeVelly, G., Guizar-Coutiño, A., Groom, B., & Elias, M. (2024). Strong Transparency Required for Carbon Credit Mechanisms. *Nature Sustainability*, 7, 706-713. <https://www.nature.com/articles/s41893-024-01310-0>
- Departamento Nacional de Planeación y Fundación para la Educación Superior y el Desarrollo. (2022). *Estrategia Nacional de Financiamiento Climático. Cerrando la brecha*. BID y DNP. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Ambiente/Finanzas%20del%20Clima/Estrategia-Nacional-de-Financiamiento-Climatico-2022.pdf>
- Departamento Nacional de Planeación. (2023, 11 de agosto). *Estudio del DNP indica que un impuesto al carbono más alto reduciría las emisiones de CO2, aumentaría ingresos fiscales y subiría el PIB a largo plazo*. [https://www.dnp.gov.co/Prensa\\_/Noticias/Paginas/estudio-del-dnp-indica-que-un-impuesto-al-carbono-mas-alto-reduciria-las-emisiones-de-co2-aumentaria-ingresos-fiscales.aspx](https://www.dnp.gov.co/Prensa_/Noticias/Paginas/estudio-del-dnp-indica-que-un-impuesto-al-carbono-mas-alto-reduciria-las-emisiones-de-co2-aumentaria-ingresos-fiscales.aspx)
- Fundación Gaia Amazonas. (2023). *Problemas y oportunidades de REDD+. Una mirada desde los territorios indígenas de la Amazonía*. Gaia Amazonas. [https://gaiaamazonas.org/wp-content/uploads/2024/02/REDD\\_policy\\_paper\\_VF\\_web.pdf](https://gaiaamazonas.org/wp-content/uploads/2024/02/REDD_policy_paper_VF_web.pdf)
- Gardon, F. R., dos Santos, R. F., & Rodrigues, R. R. (2020). Brazil's Forest Restoration, Biomass and Carbon Stocks: A Critical Review of the Knowledge Gaps. *Forest Ecology and Management*, 462, 117972. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378112719322273>
- Gifford, L. (2020). "You Can't Value What You Can't Measure": A Critical Look at Forest Carbon Accounting. *Climatic Change*, 161(2), 291-306. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10584-020-02653-1>
- Gobierno de Colombia. (2020). *NDC de Colombia. Actualización 2020*. Minambiente. [https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/05/NDC\\_Libro\\_final\\_digital-1.pdf](https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/05/NDC_Libro_final_digital-1.pdf)
- Grupo de Financiamiento Climático para Latinoamérica y el Caribe. (2018). *Guía de financiamiento climático*. SCRIBD. <https://es.scribd.com/document/406401435/Guia-de-Financiamiento-Climatico-Gflac>
- Heinrich, V. H., Dalagnol, R., Cassol, H. L., Rosan, T. M., Torres de Almeida, C., Silva Junior, C. H., Campanharo, W., House, J., Sitch, S., Hales, T., Adami, M., Anderson, L., & Aragão, L. (2021). Large Carbon Sink Potential of Secondary Forests in the Brazilian Amazon to Mitigate Climate Change. *Nature Communications*, 12(1), art. 1785. <https://www.nature.com/articles/s41467-021-22050-1>
- Hosonuma, N., Herold, M., De Sy, V., De Fries, R. S., Brockhaus, M., Verchot, L., Angelsen, A., & Romijn, E. (2012). An Assessment of Deforestation and Forest Degradation Drivers in Developing Countries. *Environmental Research Letters*, 7(4), 044009.
- Ibarrarán Viniegra, M. E. (2010). *Externalidades, bienes públicos y medio ambiente*. Studocu. <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-de-lima/economia/externalidades-bienes-publicos-y-medio-a/92531764>
- Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. (2023). *Diagnóstico de proyectos REDD+ en la Amazonía colombiana*. MADS. <https://sinchi.org.co/diagnostico-de-proyectos-redd-en-la-amazonia-colombiana>
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2023). Sections. In Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (Eds.). *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 35-115). IPCC. [https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_SYR\\_LongerReport.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_LongerReport.pdf)
- Kill, J. (2015). *REDD: una colección de conflictos, contradicciones y mentiras*. World Rainforest Movement. <https://www.wrm.org.uy/es/publicaciones/redd-una-coleccion-de-conflictos-contradicciones-y-mentiras>
- Locatelli, B., Evans, V., Wardell, A., Andrade, A. y Vignola, R. (2011). Bosques y cambio climático en América Latina. En E. Petkova, A. Larson y P. Pacheco (Eds.). *Gobernanza forestal REDD+: Desafíos para las políticas y mercados en América Latina* (pp. 79-95). CIFOR.

- Malhi, Y. (2012). The Productivity, Metabolism and Carbon Cycle of Tropical Forest Vegetation. *Journal of Ecology*, 100(1), 65-75. <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2745.2011.01916.x>
- Mendoza, T., Camacho A., Guerrero R. D., Vargas D. M. y Ortega S. C. (2017). *Primer resumen de información de salvaguardas REDD+ en Colombia, énfasis en la Amazonía con referencia a los años 2013-2014*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. [https://redd.unfccc.int/files/salvaguardas\\_en\\_colombia.pdf](https://redd.unfccc.int/files/salvaguardas_en_colombia.pdf)
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible e Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2018). *Estrategia integral de control a la deforestación y gestión de los bosques en Colombia*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible e Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2019). *Propuesta de nivel de referencia de las emisiones forestales por deforestación en Colombia para pago por resultados de REDD+ bajo la CMNUCC*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, IDEAM y Programa ONU REDD Colombia.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible e Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2024). *Propuesta del nivel de referencia de las emisiones forestales de Colombia para el periodo 2023-2027 como mecanismo para optar al pago por resultados de REDD+ bajo la CMNUCC*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, IDEAM y Programa ONU REDD Colombia.
- Navarro, R. (2022). Climate Finance and Neo-Colonialism: Exposing Hidden Dynamics. In *The Political Economy of Climate Finance: Lessons from International Development* (pp. 179-203). Springer International Publishing.
- ONU, Organización de Naciones Unidas. (1992). Convención Marco de las Naciones Unidas contra el cambio climático.
- ONU, Organización de Naciones Unidas. (2009). Conference Parts World Policy. Cop 13, Bali.
- Page, M., McKenzie, J., Bossuyt, P., Hoffmann, T., Mulrow, C., Shamseer, L., Tetzlaff, J., Akl, E., Brennan, S., Chou R., Glanville, J., Grimshaw, J., Hróbjartsson, A., Lalu, M., Li, T., Loder, E., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., McGuinness, L,... Yepes-Nuñez, J. (2021) Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista Española de Cardiología*, 4(9), 790-799.
- Pizarro Gariazzo, R. (2021). *Sistemas de instrumentos de fijación de precios del carbono en América Latina y jurisdicciones de las Américas relevantes. Documentos de Proyectos (LC/TS.2021/41)*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Poorter, L., Bongers, F., Aide, T. M., Almeyda Zambrano, A. M., Balvanera, P., Becknell, J. M., Boukili, V., Brancalion, P., Broadbent, E., Chazdon, R., Craven, D., de Almeida-Cortez, J., Cabral, G., de Jong, B., Denslow, J., Dent, D., DeWalt, S., Dupuy, J., Durán, S,... & Rozendaal, D. M. (2016). Biomass Resilience of Neotropical Secondary Forests. *Nature*, 530(7589), 211-214. <https://www.nature.com/articles/nature16512>
- Presidencia de la República de Colombia. Decreto 1076 de 2015.
- Reid, J. L., Fagan, M. E., Lucas, J., Slaughter, J., & Zahawi, R. A. (2019). The Ephemerality of Secondary Forests in Southern Costa Rica. *Conservation Letters*, 12(2), e12607.
- Song, X. P., Hansen, M. C., Stehman, S. V., Potapov, P. V., Tyukavina, A., Vermote, E. F., & Townshend, J. R. (2018). Global Land Change from 1982 to 2016. *Nature*, 560(7720), 639-643. <https://www.nature.com/articles/s41586-018-0411-9>
- Sparrow, J. (2019, January 22). George Orwell Said the World's Bureaucrats Couldn't Take Spring from Us, but They Are. *The Guardian*. <https://www.theguardian.com/commentisfree/2019/jan/22/george-orwell-said-the-worlds-bureaucrats-couldnt-take-spring-from-us-but-they-are>

- Torres López, N. y Tarazona Flores, A. (2022). Mercados de carbono: alcances y desafíos para afrontar el cambio climático. *Revista Derecho Público Económico*, 3(3), 89-102. <http://dx.doi.org/10.18259/dpe.2023007>
- West, T. A., Wunder, S., Sills, E. O., Börner, J., Rifai, S. W., Neidermeier, A. N., Frey, G., & Kontoleon, A. (2023). Action Needed to Make Carbon Offsets from Forest Conservation Work for Climate Change Mitigation. *Science*, 381(6660), 873-877. <https://www.science.org/doi/10.1126/science.ade3535>
- World Bank Group. (2024). *State and Trends of Carbon Pricing Dashboard*. <https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/compliance/price>
- Yanai, R. D., Wayson, C., Lee, D., Espejo, A. B., Campbell, J. L., Green, M. B., Zuskwert, J. M., Yoffe, S. B., Aukema, J. E., Lister, A. J., Kirchner, J. W., & Gamarra, J. G. (2020). Improving Uncertainty in Forest Carbon Accounting for REDD+ Mitigation Efforts. *Environmental Research Letters*, 15(12), 124002. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/abb96f>



## Parte II. Caracterización de problemas territoriales y aportes para soluciones: análisis a partir de casos de estudio en Antioquia

El cambio climático ha detonado reacciones en cadena en los sistemas naturales, provocando transformaciones territoriales para las que pocos estaban preparados, que además han ocurrido de manera acelerada, en una retroalimentación positiva constante y creciente. Sin embargo, al indagar un poco más sobre las problemáticas relacionadas con estos cambios en Antioquia, se ha encontrado que la mayoría de ellas no se originan directamente por el clima y sus modificaciones –sean estas de corto o de largo plazo–, sino que se trata de situaciones generadas por usos inadecuados del suelo, sobreexplotación o degradación de bienes y servicios ambientales y, en general, falta de direccionamiento y control en las distintas actividades (productivas, extractivas y de construcción) urbanas y rurales llevadas a cabo por las autoridades e instituciones públicas que tienen asignadas estas tareas como por parte de las mismas comunidades.

Así, en esta parte II se recogen algunas propuestas para direccionar la toma de decisiones sobre la localización más adecuada para los usos productivos, como es el modelo de la capacidad de acogida. Al respecto, cabe mencionar que esta metodología multivariable es sumamente flexible, por lo que permite incorporar variables tanto biofísicas como sociales, económicas, culturales e institucionales, según se considere pertinente, siempre y cuando todas las variables a usar puedan espacializarse a la misma escala.

Relacionado con lo anterior, esta parte II contiene un capítulo 4 que busca entender la percepción de los agricultores con respecto a los cambios en el clima local y las afectaciones que ello ha generado en su producción en algunas zonas del departamento, lo cual permite visualizar respuestas más adecuadas a problemáticas particulares.

Asimismo, la parte II incluye un capítulo que analiza, a partir de tres casos de estudio en municipios del departamento, los procesos y las maneras en las que ocurren los cambios asociados a la gentrificación rural en los territorios rurales. Reconocer las formas y las tipologías que inciden en los impactos que generan sobre la configuración de los territorios y las formas de habitarlos también da pistas sobre esas formas posibles de adaptación a las nuevas condiciones ambientales y al cambio climático.

Finalmente, como parte de las respuestas que se han encontrado en los recorridos por el territorio antioqueño, se resaltan algunas estrategias y dispositivos que, de manera individual o colectiva, aportan en esa búsqueda de territorios más resilientes.



# 3. Capacidad de acogida del territorio: un análisis del caso antioqueño para usos productivos en el contexto del cambio climático

Armando Javier Gómez Montes  
María Fernanda Cárdenas Agudelo

## Resumen

El Modelo de Capacidad de Acogida (MCA) combina diversas variables territoriales para determinar la aptitud y la vulnerabilidad ante la implementación de usos específicos. Es una herramienta valiosa para la toma de decisiones de planeación, atendiendo los principios de sostenibilidad de los valores ambientales, económicos y socioculturales de los territorios. En este ejercicio se aplicó el MCA para identificar las zonas del departamento de Antioquia con capacidad de acogida para la producción de alimentos, en términos de ganadería, cultivos permanentes y cultivos transitorios, luego de excluir del análisis las zonas con coberturas naturales, áreas protegidas, cuerpos de agua y zonas urbanas, las cuales cubren cerca del 40%. Los resultados señalan las zonas con capacidades altas, que son pocas y muy puntuales. Una gran proporción del territorio resultó con capacidad media de acogida, en gran medida derivada de la escasa infraestructura vial. Luego de aplicar el modelo para cada uso, se recurrió al modelo multicriterio para priorizar las actividades productivas sugeridas y se espacializaron todos los productos generados. Aunque el ejercicio tiene un valor académico, también es útil para la toma de decisiones, a diferencia de otros que no resultan sencillos ni accesibles para la comunidad. Adicionalmente, el cambio climático y la crisis ambiental global son retos que obligan no solo a gestionar herramientas de toma de decisiones informadas, sino también a monitorear las variaciones en el clima, los suelos, la flora y fauna, adaptando los territorios a las transformaciones, que afectan, desde la producción primaria, a todas las dimensiones.

**Palabras clave:** Aptitud del territorio, Vulnerabilidad del territorio, Análisis multicriterio, Evaluación multiobjetivo, Sostenibilidad.

### 3.1 Introducción

El cambio climático es una realidad que exige a los Gobiernos y a la sociedad movilizar distintos tipos de recursos para enfrentar sus efectos y adecuarse a las situaciones sobrevivientes como consecuencia de un sistema global cambiante. Se espera que, entre otros aspectos, la biodiversidad, la seguridad alimentaria y la producción agrícola se vean alteradas, debido a las nuevas condiciones del clima a futuro (Muluneh, 2021). La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2015) menciona que los impactos del cambio climático sobre los sistemas agrarios se traducirían en consecuencias económicas y sociales. La institución apunta que las variaciones en la temperatura o la precipitación, el aumento del nivel del mar, la disponibilidad de agua y la degradación de los suelos pueden ser algunos de los efectos que incidan negativamente sobre los sistemas de producción agrícola.

En el contexto colombiano, tanto el cambio climático como la variabilidad del clima han tenido efectos diversos dentro del sector, como la afectación del desarrollo fisiológico de muchos cultivos, la reducción en la producción de café, el incremento de plagas y la proliferación de enfermedades en el ganado (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD], 2022).

Las actividades asociadas a la producción de alimentos, desde los cultivos y la ganadería, han sido tradicionales en el territorio. Sin embargo, la presencia de dichos usos no necesariamente da cuenta de que sean las áreas óptimas para su desarrollo, ya que muchas veces se localizan en áreas no aptas, lo cual puede generar dos tipos de consecuencias: problemas en la producción, expresados en menores rendimientos y mayores requerimientos de insumos y mano de obra, y afectaciones al territorio donde se asientan, tales como erosión, contaminación o reducción del agua superficial o subterránea. Lo anterior se agrava cuando se consideran los escenarios de cambio climático, cuyos efectos podrían significar impactos negativos sobre territorios poco aptos bajo los usos y actividades que soportan.

Frente a este panorama, cobra relevancia la importancia de modelos como el de capacidad de acogida del territorio, ya que una mayor capacidad de acogida podría significar una mejor respuesta ante los efectos del cambio climático, al ser una herramienta que permite determinar qué áreas cumplen con los requisitos para un uso o actividad específica –aptitud– y que, a su vez, no se vean afectados significativamente por la implementación de dichos usos –vulnerabilidad–. Este modelo se posiciona como una línea base técnica para la toma de decisiones a escala municipal o regional en términos del ordenamiento y planificación de diversas actividades, ya sea turismo, producción de alimentos o, incluso, conservación.

Así, este trabajo tiene como objetivo evaluar la capacidad de acogida del territorio a algunos usos productivos (ganadería, cultivos transitorios y permanentes), considerando un contexto de cambio climático. Para ello, se responderán las siguientes preguntas: ¿cómo es la capacidad de acogida para los usos productivos a evaluar en el departamento de Antioquia? ¿Qué actividades productivas deben protegerse y fomentarse en los territorios, teniendo en cuenta sus características? Y, por último, ¿qué afectaciones pueden esperarse en los territorios, considerando escenarios de cambio climático?

## 3.2 Marco conceptual

El concepto de capacidad de acogida parte de una serie de consideraciones ambientales de los elementos constitutivos del territorio y las funciones que estos cumplen. El objetivo principal de esta técnica es establecer qué territorios son más aptos y menos vulnerables para un uso específico y, de esta manera, armonizar la relación humano-naturaleza, con el fin de que las actividades implementadas sean productivas y no afecten las condiciones originales de los suelos, el agua, la flora y fauna o, en general, de los ecosistemas y los servicios ecosistémicos.

En principio, y considerando la justicia ambiental que implica, entre otros asuntos, solidaridad temporal con las generaciones futuras (Hervé Espejo, 2010), espacial con otras zonas y respetuoso con los criterios que definen la racionalidad en el uso de los recursos del entorno (Gómez Orea y Gómez Villarino, 2013), el argumento es que deben conocerse los límites naturales antes de emprender cualquier tipo de actividad antrópica que pueda agredirlos, buscando el equilibrio ecológico en el presente y hacia el futuro. Esto es, conocer y respetar la capacidad que tienen los recursos o los territorios para garantizar que las cualidades que se quieren aprovechar puedan perdurar en el tiempo, en lugar de destruirlos, agotarlos o deteriorarlos rápidamente.

En otras palabras, la sostenibilidad del territorio exige acatar los criterios ecológicos: respeto a las tasas de renovación de los recursos naturales renovables; aprovechar los recursos naturales no renovables a ciertos ritmos e intensidades de uso, y tener en cuenta la capacidad de asimilación de los vectores ambientales aire, agua y suelo, de modo que las tasas de emisiones no las superen, así como la capacidad de acogida de los ecosistemas y del territorio (Daly, 1994; Daly & Cobb, 1989).

El territorio, además de soporte, tiene funciones como fuente de bienes y servicios, y como receptor de efluentes, lo que es especialmente evidente cuando se trata de territorios asociados a importantes centros urbanos o metropolitanos, en donde un conjunto importante de problemas espaciales y ambientales se relacionan con la sobreexplotación de

los recursos naturales, incrementando las denominadas tensiones territoriales (Galacho Jiménez y Arrebola Castaño, 2008). Las situaciones de insostenibilidad, evidenciadas actualmente en muchos territorios, han puesto en primer plano la necesidad de abordar la ordenación de usos del territorio a través de una evaluación de sus aptitudes y de los impactos de las actuaciones.

Dado que el territorio es heterogéneo y complejo, debe abordarse a partir de simplificaciones, pero también con toda la información disponible y pertinente que pueda ser colectada. Especialmente, se trata de información cartográfica o de información que sea posible de ser mapificada, esto es, que tenga atributos que le permitan espacializarse.

El MCA, entonces, parte de unidades homogéneas del territorio –o espaciales– sobre las que evalúa, para un uso determinado, la aptitud del territorio, entendida como el conjunto de oportunidades que ofrece para desarrollar la actividad y el impacto que pueda tener sobre este, considerando variables de vulnerabilidad del medio para establecer limitaciones que puedan impedir su deterioro (Galacho Jiménez y Arrebola Castaño, 2008). Así, al evaluar la capacidad de acogida, se establecen la aptitud y la vulnerabilidad, pero también se consideran algunas variables que pueden constituirse en restrictivas o de exclusión, que señalan aquellos territorios que, por sus condiciones naturales o normativas, no deben siquiera considerarse para la evaluación del modelo. En esta última podrían considerarse áreas bajo amenazas naturales, zonas con infraestructura a escala regional o nacional que implique retiros obligatorios, áreas de especial interés biológico / ecológico o zonas bajo alguna figura de protección. Finalmente, es la combinación de las condiciones de aptitud e impacto las que determinarán la capacidad de acogida de una unidad espacial.

Aunque la selección de las actividades a evaluar puede hacerse a partir de criterios técnicos o de ordenamiento territorial, otra opción es escogerlas a partir de un escenario prospectivo o deseado para el territorio en cuestión, que consistirá en un modelo territorial deseable a largo plazo (definido en estructura, función, imagen y variables descriptivas cuantificadas), fundamentado en una visión compartida del futuro y en identificar las medidas necesarias (de regulación, de intervención y de gestión) para avanzar hacia él (Bernal Vargas, 2015). En este ejercicio se combinan un poco los dos enfoques, ya que los usos y actividades a evaluar son deseables en el territorio, pero pueden presentar tensiones o conflictos de uso del suelo por sub o sobreexplotación. En este caso, y teniendo en cuenta que un territorio puede tener alta capacidad de acogida para dos o más usos, se aplica un análisis multicriterio, que permite tomar decisiones teniendo en cuenta los objetivos propuestos o deseados para el territorio. Las técnicas de evaluación multicriterio constituyen un modelo de evaluación que permite abordar la selección de una entre un conjunto de alternativas reales, considerando criterios pertinentes al ejercicio (Galacho Jiménez y Arrebola Castaño, 2008).

En la aplicación de las técnicas de evaluación multicriterio se combinan y valoran simultáneamente criterios que se componen de factores, es decir, aspectos que fortalecen o debilitan los criterios, a través del manejo de sus atributos (variables) dentro de unas determinadas reglas de decisión y valoración (Barredo, 1996). Ejemplos de la aplicación de este método en una zona de Antioquia puede encontrarse en Cárdenas et al. (2023), Montoya-Restrepo et al. (2019) y Ríos-Gallego (2014).

Por último, es necesario considerar las implicaciones de los cambios que el clima está generando en los territorios. El Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2022) define el cambio climático como las condiciones predominantes del clima que persisten por un periodo de una o varias décadas, asociadas a procesos naturales, factores externos como las modulaciones del ciclo solar, erupciones volcánicas o, inclusive, los cambios antropogénicos en la composición de la atmósfera o el uso de la tierra.

Autores como Bolaños y Betancur (2018) y Muluneh (2021) plantean diferentes impactos derivados del cambio climático a la hora de hablar de sistemas de aguas subterráneas o de sistemas agrícolas y seguridad alimentaria. Estos impactos representarían, por ejemplo, la disminución en la disponibilidad del recurso hídrico subterráneo o en la producción de alimentos en ciertas zonas más vulnerables a eventos extremos. De igual forma, impactos sobre sistemas hídricos superficiales también podrían materializarse, ya sea por un fenómeno de sequía o por un aumento considerable en las lluvias. A este panorama se adiciona la variabilidad climática representada en el fenómeno El Niño-Oscilación del Sur (ENSO).

El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, 2015a, 2015b), como insumo para la toma de decisiones, plantea escenarios de cambio climático en tres cortes durante el siglo XXI, siendo el de 2011-2040 el más cercano. Estos escenarios presentan las variaciones de temperatura y precipitación a nivel nacional. Para el departamento de Antioquia, se tienen variaciones que van desde un aumento de 1°C en las temperaturas, hasta un aumento del 30% de la precipitación y una disminución del 29%. Los mayores cambios se proyectan sobre las zonas de menor altitud en el departamento, en subregiones como el Urabá, el Bajo Cauca y el Magdalena Medio en términos de la temperatura; para la precipitación, se esperan variaciones en disminución y aumento sobre la subregión del Bajo Cauca o el Valle de Aburrá y Occidente, respectivamente.

Así, los retos que el cambio climático actual y futuro plantea sobre los territorios requieren abordarse debidamente en busca de minimizar su impacto y aumentar la resiliencia de las poblaciones a estos. Para el caso del presente trabajo, el interés gira alrededor de una disponibilidad potencial de alimentos desde la consideración de los usos definidos.

## 3.3 Metodología

Los usos seleccionados fueron la ganadería, que incluye las actividades de producción lechera, de carne y doble propósito; cultivos transitorios, donde se abarca la totalidad de los cultivos que puedan darse en las distintas zonas, entendiendo que varían según el clima y los tipos de suelos, pero se abordan de forma general para señalar los sitios con este potencial de producción; y los cultivos permanentes, que van desde café, cítricos, aguacate y otros frutales arbóreos, hasta plantaciones forestales.

### 3.3.1 Zona de estudio y áreas excluidas del ejercicio

La zona de estudio elegida para este ejercicio fue el departamento de Antioquia, el cual está ubicado en la zona de transición entre el norte y el centro de país. Su clima está condicionado por factores como la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), el fenómeno ENSO, su posición geográfica en el ecuador, los vientos alisios y su orografía (Instituto Geográfico Agustín Codazzi [IGAC] et al., 2007). Posee alturas que van desde los 0 m s. n. m. en las inmediaciones del golfo de Urabá, a los aproximados 4000 m s. n. m. en el páramo de Urrao, sobre la cordillera Occidental. Esta variación altitudinal se expresa en diversos pisos térmicos que condicionan el desarrollo de algunas actividades, más cuando de producción de alimentos se está hablando.

La temperatura para el departamento se encuentra entre valores menores a 16°C y mayores a 28°C, según los registros promedios multianuales, y fluctúan durante todo el año en rangos específicos, dependiendo de la altura sobre el nivel del mar (IGAC et al., 2007). Las mayores temperaturas se registran en inmediaciones del golfo de Urabá, el río Magdalena y el río Cauca, al norte en municipios como Caucasia, Nechí o El Bagre; las menores se presentan en el altiplano norte y el valle de San Nicolás (IGAC et al., 2007). Estos datos son consecuentes con menores y mayores alturas sobre el nivel del mar, respectivamente.

En términos de precipitación, el departamento posee un régimen bimodal, distribuyéndose en diferentes meses, dependiendo de las zonas (IGAC et al., 2007). Los valores medios mensuales multianuales presentan datos de precipitación que van desde los 1.000 mm a más de 5.000 mm; el cañón del río Cauca y las áreas circundantes poseen los menores valores para el departamento, en contraste con las áreas en inmediaciones de los municipios de Cocorná, Argelia y Sonsón, con valores superiores al dato máximo mencionado (IGAC et al., 2007).

Las actividades económicas de Antioquia se caracterizan por una fuerte presencia del sector industrial, complementada por una amplia oferta de servicios, la explotación de recursos de la base natural y el sector agrícola, en donde se encuentra los cultivos y la ganadería (IGAC et al., 2007). Para este último sector, a 2016 la producción de alimentos fue de 3 461 738 t, con productos como el banano de exportación, plátano, café, hortalizas o papa (Agencia de Desarrollo Rural et al., 2019). Mientras que, a 2024, el número de cabezas de ganado en el departamento era de 3 172 473, siendo el mayor valor a nivel nacional, seguido por el Meta, Casanare o Caquetá (Instituto Colombiano Agropecuario [ICA], 2024), compuesto por la producción de carne y leche.

El departamento se divide en 125 municipios y nueve subregiones. Estas últimas no son unidades político-administrativas, pero intentan agrupar conjuntos de municipios antioqueños que comparten características biofísicas y socioeconómicas (Figura 3-1).

Dado que este ejercicio se enfoca en identificar los territorios con mayor capacidad de acogida para los usos productivos asociados a la ganadería y a los cultivos transitorios o permanentes, se excluyeron del análisis las variables de áreas protegidas del Registro Único Nacional de Áreas Protegidas (RUNAP) a 2024, los cauces o los espejos de agua de embalses, las ciénagas, con un retiro de 30 m lado a lado (IGAC, 2022), y las coberturas de bosques y áreas urbanizadas, que fueron seleccionadas del IDEAM et al. (2021).

Las exclusiones se hacen porque su uso actual, su vocación o restricciones normativas impiden que se usen para algo diferente. En el caso de las áreas protegidas, aplica tanto la lógica conservacionista como normativa, mientras que las áreas urbanizadas ya no pueden emplearse en usos productivos por las condiciones ambientales, edáficas y la escasez de espacios disponibles. Como se puede ver en la Tabla 3-1 y en la Figura 3-1, la sumatoria de las zonas con algún tipo de restricción llega a casi a un valor bruto del 48% del territorio departamental, que no considera el hecho de que algunas categorías se superponen; el valor porcentual neto, considerando la superposición y evitando la doble suma de áreas, es de aproximadamente 40%. Para el primer caso, seis de las nueve subregiones tienen más de la mitad del área en alguna o en varias de las categorías de exclusión y, para el segundo, partiendo de los valores netos, solo dos subregiones superan el umbral de 50% de su área total bajo alguna categoría excluida.

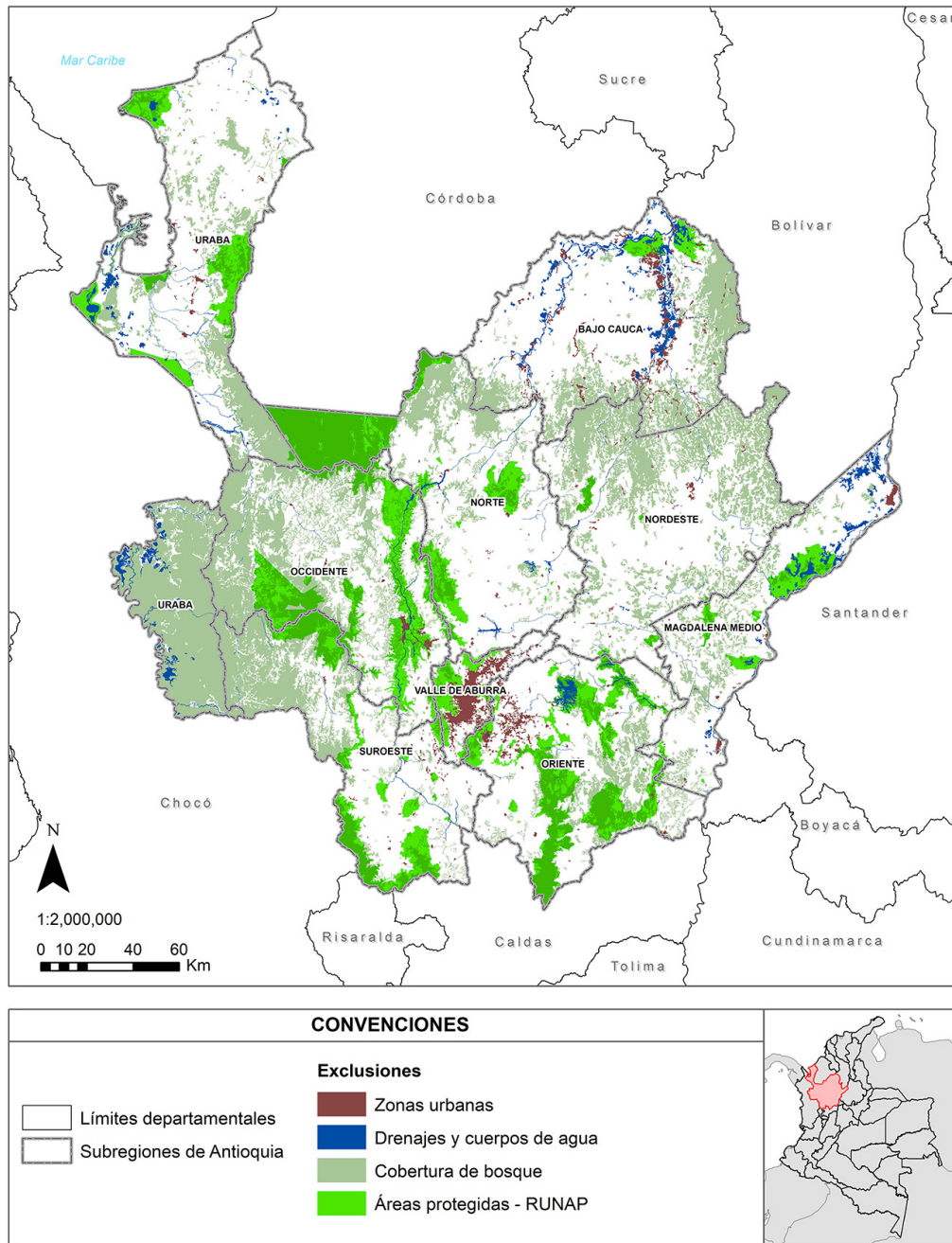
**Tabla 3-1.** Áreas en hectáreas (ha) y proporción por subregión excluidas del análisis de capacidad de acogida.

Subregiones	Bosques (ha)	Drenajes dobles (ha)	Áreas protegidas (ha)	Zonas urbanas (ha)	Total bruto excluido (ha)	Total neto excluido (ha)	Total bruto excluido (%)	Total neto excluido (%)
Bajo Cauca	164 519	41 739	25 252	25 346	256 856	250 139	31,7	30,8
Magdalena Medio	64 790	35 662	48 870	4.981	154 303	137 824	32,1	28,7
Nordeste	265 884	6.834	9.553	3.711	285 982	278 994	33,8	33,0
Norte	226 240	7.703	183 081	2.700	419 723	288 633	52,9	36,4
Occidente	306 437	6.350	180 686	4.398	497 872	410 696	66,0	54,4
Oriente	167 936	12 594	193 310	14 646	388 485	276 923	55,6	39,7
Suroeste	220 814	4.183	118 267	3.232	346 496	280 638	54,4	44,1
Urabá	433 660	44 094	100 599	4.426	582 778	540 854	51,0	47,3
Valle de Aburrá	7.190	756	30 544	28 837	67 327	60 605	57,9	52,1
Total	1 857 470	159 915	890 161	92 276	2 999 822	2 525 306		

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.2 El modelo multivariable: aptitud y vulnerabilidad

La metodología empleada para el MCA cuenta con dos fases: la definición de las variables, sus atributos y sus valores, y la aplicación cartográfica. Las variables consideradas en el ejercicio corresponden a las de aptitud y vulnerabilidad. Las primeras señalan las condiciones consideradas apropiadas para desarrollar un uso, mientras que las segundas se asocian a condiciones del territorio que podrían ocasionar impactos negativos al implementarlo. Dentro de estas variables no se consideran aquellas de carácter socioeconómico, que dan cuenta de las dinámicas propias del territorio y sus habitantes, y que pudieran ser determinantes a la hora de la implementación de los arreglos planteados en el presente ejercicio, debido a la escala de la información disponible, principalmente municipal, difiriendo del nivel de desagregación que poseen las otras variables que se consideraron. Sin embargo, si se cuenta con este tipo de información espacializada, es posible integrarla al modelo, lo que permitiría considerar, además de los aspectos biofísicos del territorio, las tradiciones, conocimientos, cultura y saberes de sus habitantes.



**Figura 3-1.** Mapa de localización donde se muestran las áreas excluidas del análisis de capacidad de acogida para ganadería y cultivos en el departamento de Antioquia. El mapa señala la división de las nueve subregiones.

Fuente: Elaboración propia.

Las variables de aptitud consideradas para los tres usos fueron: pendientes, clima, cercanía a centros poblados y cercanía a vías. Estas últimas fueron divididas en dos categorías: vías 1, que agrupa las vías tipo 1 y 2, y vías 2, que contiene las vías tipo 3, 4, 5 y 6, según la distinción planteada por el IGAC (2022b). Esta división en dos categorías responde al estado de la infraestructura, según lo cual las vías 1 tienen las mejores características. La Tabla 3-2 presenta la valoración que se realizó de cada variable de aptitud para los tres usos evaluados. Esta valoración se hizo de 0 a 10, donde 10 indica las condiciones ideales de la variable o que se asocian con mayor aptitud para un uso.

**Tabla 3-2.** Variables, atributos y valores de aptitud para los usos seleccionados.

Variable	Atributos	Valores de aptitud			Fuente de información
		Ganadería	Cultivos transitorios	Cultivos permanentes	
Pendiente	0% a 5%	10	10	10	Construido a partir del procesamiento de modelos de elevación digital (DEM, por sus siglas en inglés) con resolución de 12,5 del satélite ALOS PASAR (© JAXA y METI, 2010)
	5% a 15%	5	7	10	
	15% a 30%	1	3	7	
	30% >	0	0	5	
Clima	Cálido húmedo	10	10	10	Obtenido de la capa de suelos para el departamento de Antioquia 1:100 000 (IGAC, 2005)
	Cálido húmedo a muy húmedo	10	10	10	
	Cálido muy húmedo	5	5	2	
	Cálido seco	7	0	0	
	Cálido seco a cálido húmedo	0	0	0	
	Cálido seco a húmedo	10	10	10	
	Frío húmedo	0	5	3	
	Frío húmedo a muy húmedo	3	2	1	
	Frío húmedo y frío muy húmedo	10	10	10	
	Frío muy húmedo	0	7	7	
Muy frío y muy húmedo	0	0	0		

Variable	Atributos	Valores de aptitud			Fuente de información
		Ganadería	Cultivos transitorios	Cultivos permanentes	
	Templado húmedo a muy húmedo	5	7	7	Cartografía base a nivel nacional 1:100 000 (IGAC, 2022)
	Templado muy húmedo	0	10	8	
Centros poblados	0 a 5 km	10	10	10	
	5 a 10 km	5	5	5	
	10 km>	2	2	2	
Vías 1	1 km	10	10	10	
	2 km	9	9	9	
	3 km	8	8	8	
	4 km	7	7	7	
	5 km	6	6	6	
	5 km>	1	1	1	
Vías 2	1 km	5	5	5	
	2 km	4	4	4	
	3 km	3	3	3	
	4 km	2	2	2	
	5 km	1	1	1	
	5 km>	1	1	1	

Fuente: Elaboración propia con base en información secundaria (©JAXA y METI, 2010; IGAC, 2005, 2022).

El procesamiento de las variables pendiente y clima se realizó a partir de sus atributos, del tal modo que un clima húmedo, por ejemplo, obtuvo una calificación de 10 para ganadería, o, para el caso de la pendiente, que valores mayores a 30% poseerían una calificación de 0 para el mismo uso.

Para el caso de las variables vías y centros poblados, el proceso consistió en la generación de una capa de distancias. Para las vías, los primeros 5 km respecto a la línea de vía fueron los definidos para plantear las mejores aptitudes en la variable, distribuyendo 10 puntos entre los dos grupos, siendo el primero el de mejor calificación. En relación con los centros

poblados, la capa de distancia se realizó respecto al punto que representa la ubicación de las cabeceras municipales, corregimientos o, incluso, la capital departamental; la distancia planteada como de mayor aptitud correspondió a valores menores a 5 km, con la posibilidad de tener el menor grado de aptitud para la variable si es mayor a 10 km. El procesamiento de las variables mencionadas, vías y centros poblados, consideró un DEM como base para generar capas que tuvieran en cuenta la geografía del departamento.

En términos de la vulnerabilidad, su análisis varía según el uso considerado. Para los cultivos permanentes, dadas sus características como permanencia en el sitio por varios años y raíces usualmente más profundas que ayudan a estabilizar los terrenos cuando están en zonas con pendientes, no se considera que puedan representar una afectación al territorio, dadas las variables de vulnerabilidad consideradas. Por ello, este uso no se cruzó con ningún aspecto de vulnerabilidad. Para los cultivos transitorios, se considera que pueden generar impactos negativos en zonas de mayores pendientes y con alguna susceptibilidad a la erosión, por lo que se evaluó la vulnerabilidad con base a esta.

Para la ganadería, las variables de vulnerabilidad incluyen, por un lado, la cercanía a cuerpos de agua y los drenajes principales definidos desde la cartografía básica (IGAC, 2022b), a los cuales se les realizó una capa de distancias, considerando las menores a 1 km como de alta vulnerabilidad si se llegaron a establecer algunos de los usos evaluados, de 2 a 3 km como de media, y distancias mayores a 3 km como de baja vulnerabilidad. También se incorporó la variable erosión como un factor limitante que puede agravarse con la presencia de ganado, especialmente de bovinos y bufalinos. Por último, en esta misma lógica, se incluyeron en la variable vulnerabilidad las áreas con suelos con mal drenaje, es decir, las que presentan encharcamientos en temporada de lluvias, ya que puede relacionarse con humedales dentro de sistemas hidrológicos, bien sea en su nacimiento o en las partes medias y bajas de las cuencas. La presencia de ganado podría presentar una afectación significativa en tal sentido. La Tabla 3-3 resume lo mencionado para evaluar la vulnerabilidad.

**Tabla 3-3.** Variables, atributos y valores de vulnerabilidad para los usos seleccionados.

Variable	Atributos	Valores de aptitud			Fuente de información
		Ganadería	Cultivos transitorios	Cultivos permanentes	
Capacidad de drenaje del suelo	Bueno a pobre	5	N/A	N/A	Obtenido de la capa de suelos para el departamento de Antioquia 1:100 000 (IGAC, 2005)
	Pobre	8	N/A	N/A	

Variable	Atributos	Valores de aptitud			Fuente de información
		Ganadería	Cultivos transitorios	Cultivos permanentes	
Erosión del suelo	Erosión muy severa	10	10	N/A	IDEAM (2024)
	Erosión severa	8	10	N/A	
	Erosión moderada	5	5	N/A	
	Erosión ligera	2	2	N/A	
	Sin evidencia de erosión	0	0	N/A	
	Sin suelo con afloramiento rocoso	0	0	N/A	
	Sin suelo con cuerpos de agua	0	0	N/A	
	Sin suelo en zonas urbanas	0	0	N/A	
Drenajes dobles y cuerpos de agua	1	10	N/A	N/A	Cartografía base a nivel nacional 1:100 000 (IGAC, 2022)
	2	4	N/A	N/A	
	3	7	N/A	N/A	
	3>	1	N/A	N/A	

Nota. N/A: no aplica. Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.3 Combinación de variables de aptitud y vulnerabilidad considerando las zonas excluidas

Una vez definidas las variables, sus atributos y valores, se procedió con el procesamiento cartográfico de las capas por medio del *software* ArcGis 10.8, resultando en una capa por variable. Por medio de la herramienta de álgebra de mapas, se realizó la sumatoria de las variables, teniendo en cuenta la ponderación definida para el modelo por cada uno de los usos. Esta ponderación permitió considerar el peso de cada una de las variables en relación con las otras. Así, por ejemplo, la variable de centros poblados para el uso ganadero posee un menor valor en relación con las otras, al reconocer que tanto la ganadería lechera como la de cárnicos implican el establecimiento de equipamientos (plantas de beneficio animal, frigoríficos o plantas de procesamiento de leche) que no se ubican en cada centro poblado necesariamente (Tabla 3-4).

**Tabla 3-4.** Ponderación de las variables de aptitud y vulnerabilidad para el álgebra de mapas.

Usos	Aptitud		Vulnerabilidad	
	VARIABLES	Ponderación	VARIABLES	Ponderación
Ganadería	Pendiente	0.3	Drenaje del suelo	0.33
	Clima	0.2		
	Centros poblados	0.1	Erosión del suelo	0.33
	Vías 1	0.25		
	Vías 2	0.15		
Transitorios	Pendiente	0.1	Drenaje del suelo	N/A
	Clima	0.25		
	Centros poblados	0.25	Erosión del suelo	1
	Vías 1	0.2		
	Vías 2	0.2		
Permanentes	Pendiente	0.15	Drenaje del suelo	N/A
	Clima	0.2		
	Centros poblados	0.25	Erosión del suelo	N/A
	Vías 1	0.2		
	Vías 2	0.2		

*Nota.* N/A: no aplica. Fuente: Elaboración propia.

Obtenidos los mapas resultados de aptitud y vulnerabilidad para cada uno de los usos, se procedió a su clasificación en alta, media y baja. La relación entre dichas variables se planteó con base en la lógica que se presenta en la Tabla 3-5.

**Tabla 3-5.** Capacidad de acogida del territorio a un uso a partir de la valoración de la aptitud y vulnerabilidad

Aptitud	Vulnerabilidad		
	Baja	Media	Alta
Alta	Alta. Uso permitido sin restricciones	Media. Debe evaluarse el impacto ambiental antes de implementarse el uso	Baja. Se desaconseja dada la fragilidad del territorio
Media	Media. Debe evaluarse la viabilidad técnico-económica	Media. Debe evaluarse el impacto ambiental y la viabilidad técnico-económica antes de implementarse el uso	
Baja	Baja. Uso no permitido		

Fuente: Adaptado de Universidad Nacional de Colombia (UNAL) y Empresas Públicas de Medellín (EPM) (2017).

### 3.3.4 Análisis multicriterio, considerando los escenarios de cambio climático

A partir de los resultados del MCA, se procedió con la evaluación multicriterio para los lugares que dieron capacidad de acogida alta y media para dos o tres usos, con el fin de establecer cuál de estos usos priorizar. La lógica de este análisis es dar elementos adicionales para la toma de decisiones cuando, sobre un mismo espacio, se superponen altas o medias capacidades de acogida para diversos usos. En este punto, se consideraron tanto las altas como las medias con limitaciones técnico-económicas (TE), ya que son subsanables y, por tanto, capaces de pasar a alta capacidad de acogida. Las otras categorías de media no se incluyeron, ya que, al tratarse de restricciones ambientales, principalmente dadas por asuntos de difícil transformación o que no se deberían alterar, como la hidrología, las altas pendientes y la susceptibilidad a la erosión, no se recomiendan para actividades productivas intensivas.

Así, el cruce de mapas con capacidad de acogida alta y media para los tres usos analizados se realizó considerando las prioridades presentadas en la Tabla 3-6. Cuando en la superposición de mapas un lugar presenta capacidad alta o media TE para dos o tres usos, se recomiendan todos, excepto cuando se combinan los usos de ganadería y cultivos transitorios, los cuales resultan ser incompatibles. En este caso, se priorizan los cultivos sobre la ganadería.

**Tabla 3-6.** Cruce de usos con capacidad de acogida alta y media TE.

Cruces	Usos	Ganadería (G)		Transitorios (T)		Permanentes (P)	
		Alta	Media TE	Alta	Media TE	Alta	Media TE
Ganadería	Alta	x	x	T	G	GP	G
	Media TE	x	x	T	T	P	GP
Transitorios	Alta	T	T	x	x	TP	T
	Media TE	G	T	x	x	P	TP
Permanentes	Alta	GP	P	TP	P	x	x
	Media TE	G	GP	T	TP	x	x

Fuente: Elaboración propia.

Cuando en el cruce de las tres capas de los usos analizados los tres tengan la misma calificación, esto es, o los tres tienen capacidad de acogida alta o todos tienen capacidad de acogida media con recomendación de evaluación TE, el uso recomendado es GTP, es decir, una combinación de las tres, lo cual equivale a un arreglo agrosilvopastoril. Así mismo, en los casos en los que aparecen dos usos compatibles combinados, la recomendación es priorizar arreglos que los combinen, esto es, arreglos silvopastoriles (GP) o agroforestales (TP) (Figura 3-2).

**Figura 3-2.** Arreglos agroforestales (a) y silvopastoriles (b) en los municipios de Amalfi y Tarso, respectivamente.



Fuente: Propiedad de los autores.

No obstante, se entiende que este tipo de arreglos tienen mayores requerimientos técnicos, aunque también más beneficios ambientales y económicos, pero la decisión final la tomará quien implemente la actividad específica en el territorio.

Para este ejercicio, se consideraron también los escenarios de cambio climático proyectados a 2040 para precipitación y temperatura (IDEAM, 2015a, 2015b), los cuales se presentan en la Figura 3-3 y la Figura 3-4, para incluir en el análisis los posibles efectos en los usos productivos o en la vulnerabilidad de los territorios con relación a las actividades priorizadas. Los escenarios proyectados indican un aumento generalizado del promedio de las temperaturas en el departamento, aunque más leve (hasta 0,8°C) en la zona Andina y más severo (por encima de 1°C) en las partes más bajas del Urabá, Bajo Cauca y Magdalena Medio antioqueños (Figura 3-3). Las precipitaciones, por su parte, tienden a mostrar incrementos en los valores medios anuales en las partes montañosas de la zona centro occidental del departamento y reducciones de la lluvia media anual en el Bajo Cauca (Figura 3-4).

## 3.4 Resultados

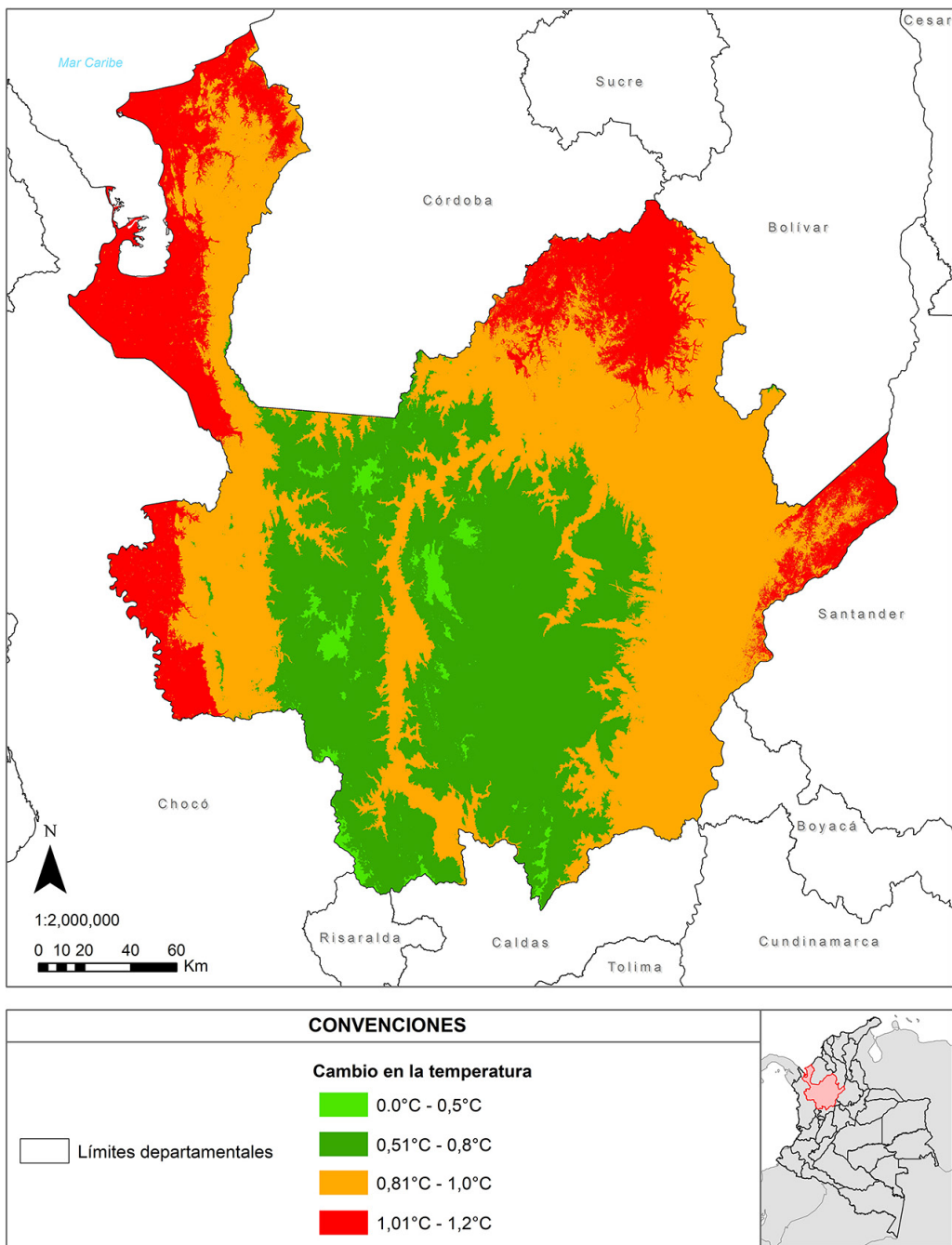
Este apartado presenta los resultados obtenidos al cruzar los mapas, transformados según la valoración que se indicó en la Tabla 3-1 para generar los análisis de aptitud y de acuerdo con la Tabla 3-2 para generar los mapas de vulnerabilidad, cuando aplica. Y, finalmente, el cruce de ellos aplicando las ponderaciones de la Tabla 3-3 y el cruce de acuerdo con la lógica señalada en la Tabla 3-4. Los mapas presentados en esta sección se colorean tipo semáforo, donde los colores verdes aluden a las características deseables en el territorio, contrario a las tonalidades rojizas.

Cabe recordar que este ejercicio se realizó para cada uso evaluado por separado y, posteriormente, se presenta el cruce de los tres usos, atendiendo a un análisis multiobjetivo. Dada la diversidad geográfica del departamento, los resultados se analizan por subregiones, tal como se presentan en la Figura 3-1.

### 3.4.1 Cultivos transitorios

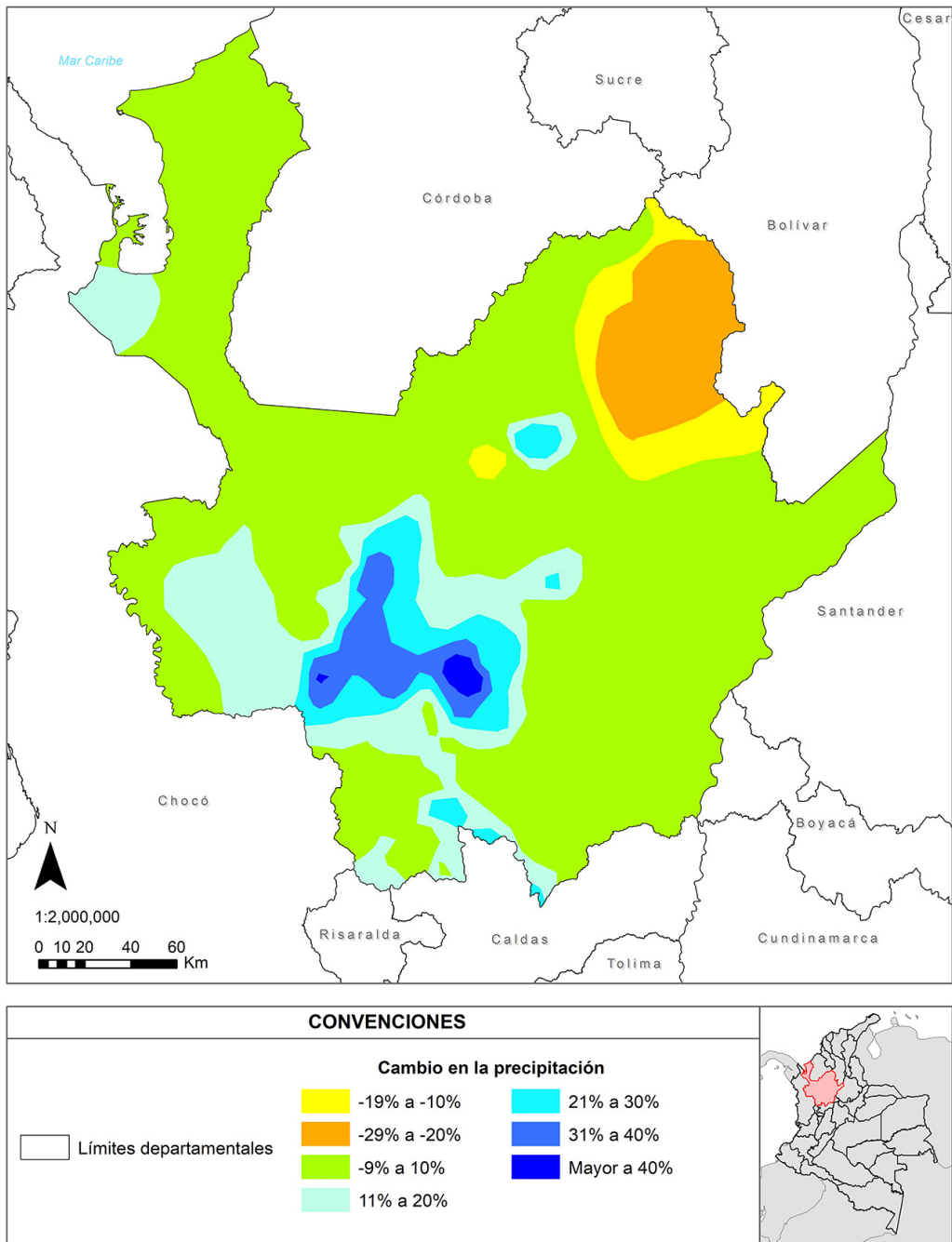
#### Aptitud

En el mapa resultante de aptitud para cultivos transitorios es evidente la influencia de las vías sobre esta variable, resultando con alta aptitud (representado en azul) las zonas que tienen mejor conectividad, especialmente al sumarle los centros poblados (Figura 3-5). Cabe aclarar que este mapa luego se dividió en las tres categorías puntuales de aptitud alta, media y baja, tal como aparecen en la Tabla 3-5.



**Figura 3-3.** Mapa de variación proyectada para la temperatura en el departamento de Antioquia a 2040.

Fuente: Elaboración propia a partir de IDEAM (2015b).



**Figura 3-4.** Mapa de variación proyectada para la precipitación en el departamento de Antioquia a 2040.

Fuente: Elaboración propia a partir de IDEAM (2015a).

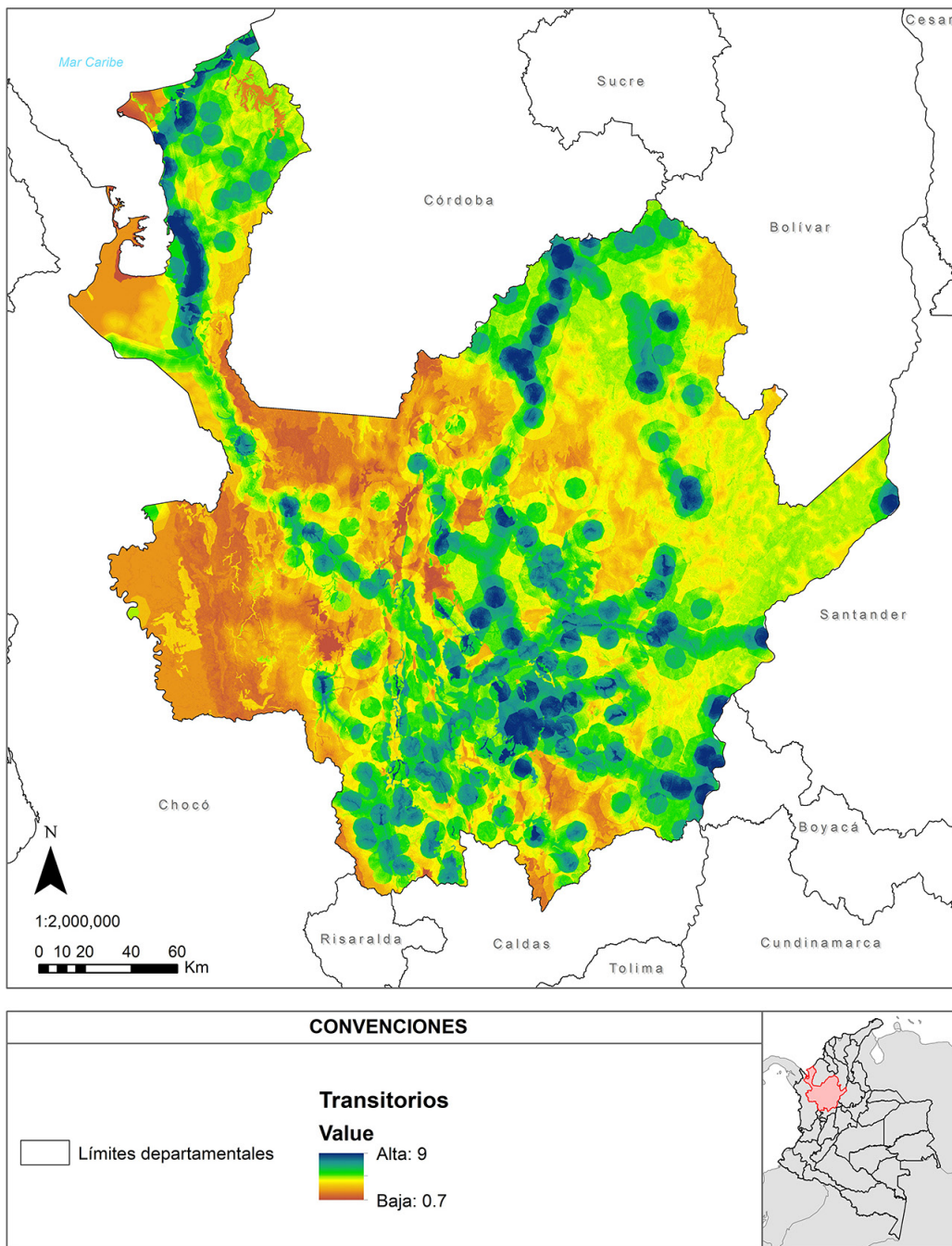
## Vulnerabilidad

La vulnerabilidad del territorio a la implementación de cultivos transitorios es significativa, especialmente en la categoría media (Figura 3-6), relacionada con la erosión del suelo, estrechamente vinculada con las pendientes del terreno. Esto se debe a que la dinámica temporal de este tipo de cultivos, junto con las prácticas agrarias que usualmente retiran el material vegetal parcial o completamente antes de establecer un nuevo cultivo, lo cual ocurre dos o tres veces al año, dejan el suelo desprotegido ante los agentes erosivos, especialmente la precipitación. Y es precisamente aquí donde se vuelve crítico el tema al cruzarlo con el cambio climático, porque no solo hay zonas del departamento en donde se prevén aumentos totales, sino que, en general, las precipitaciones están ocurriendo con mayores intensidades, concentradas en unos períodos más cortos y dejando unas temporadas de sequía más prolongadas. Lo primero, lluvias más intensas en suelos desprotegidos de vegetación incrementan los procesos erosivos, que pueden derivar incluso, en un mediano o largo plazo, en movimientos en masa. Lo segundo, es decir, temporadas secas más largas, también puede afectar las dinámicas y los tiempos de siembra y de cosecha.

## Capacidad de acogida

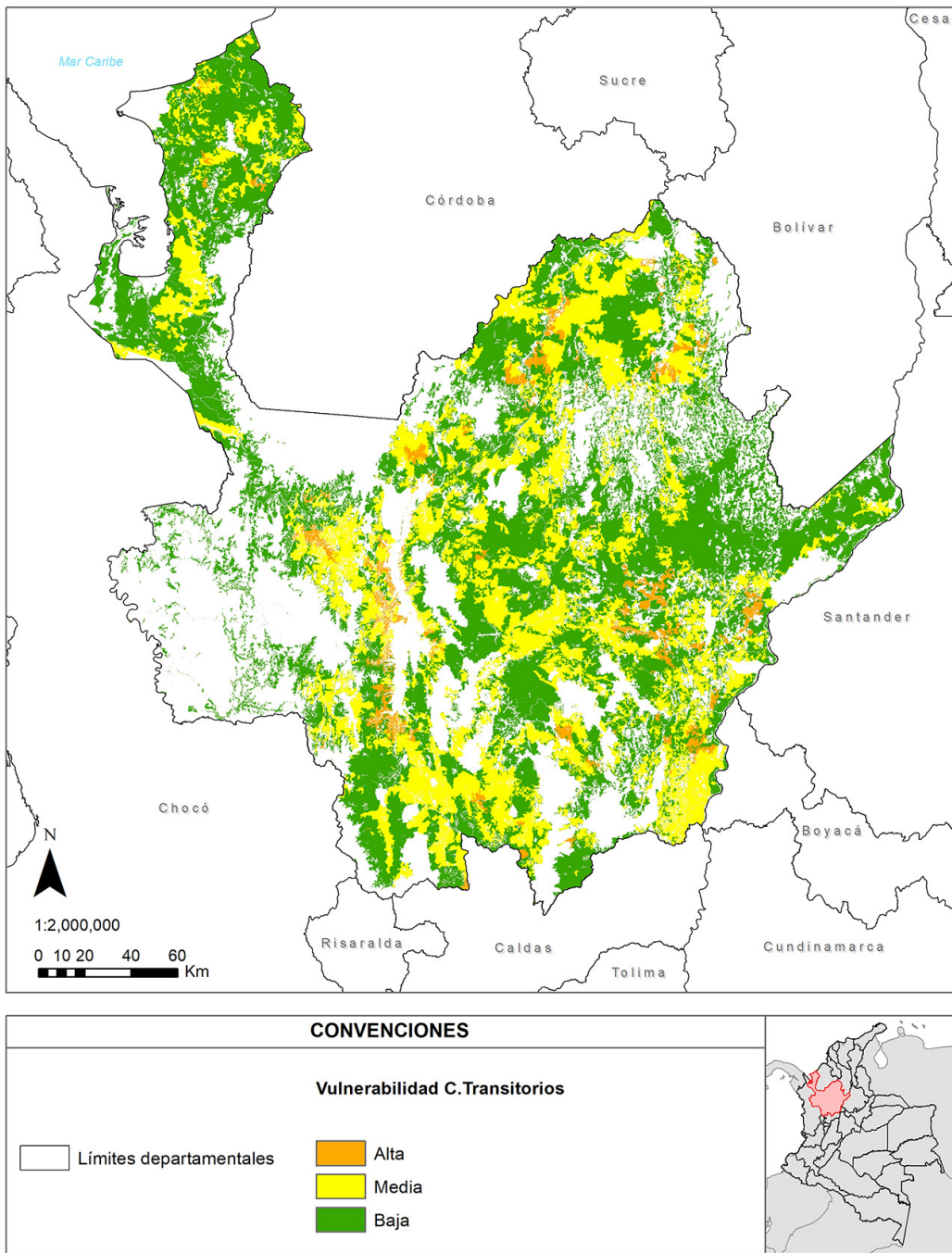
Como se puede ver en la Figura 3-7, la mayoría del territorio departamental, analizado por subregiones, presenta capacidad de acogida media con recomendación de evaluación técnico-económica, lo cual puede entenderse como que es necesario invertir en la adecuación de algunas condiciones que permitirían mejorar la acogida de los territorios a usos agrarios. Particularmente, se insiste en el tema de las vías, que son escasas o precarias en muchas zonas, e indispensables para la comercialización y el flujo de materiales asociados con esta actividad.

Sumando las áreas con capacidad de acogida alta y media TE, se encuentra que las subregiones del Magdalena Medio y Nordeste, seguidas por Bajo Cauca, son las que tienen –o pueden tener– mayores áreas destinadas a cultivos transitorios. En términos del departamento en su totalidad, este valor llega al 30%, del cual solo 5,1% del territorio tiene capacidad alta y el restante 24,9% media sujeta a evaluación técnico-económica. La distribución espacial de los resultados para este uso se presenta en la Figura 3-8.



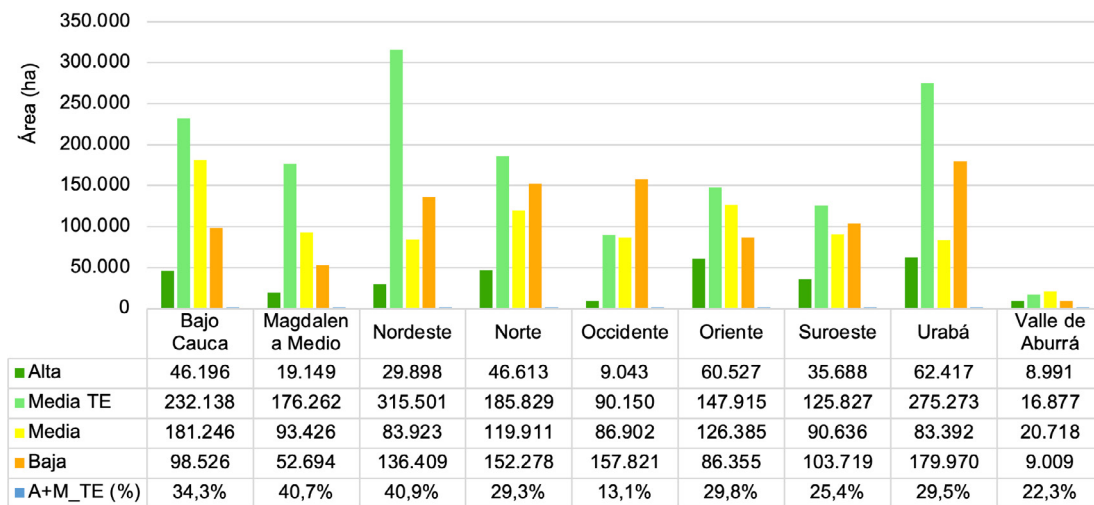
**Figura 3-5.** Mapa de aptitud para cultivos transitorios en el departamento de Antioquia.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 3-6.** Mapa de vulnerabilidad para el uso de cultivos transitorios en el departamento de Antioquia.

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 3-7.** Extensión (ha) y proporción de áreas con capacidad de acogida para cultivos transitorios por subregión en el departamento de Antioquia.

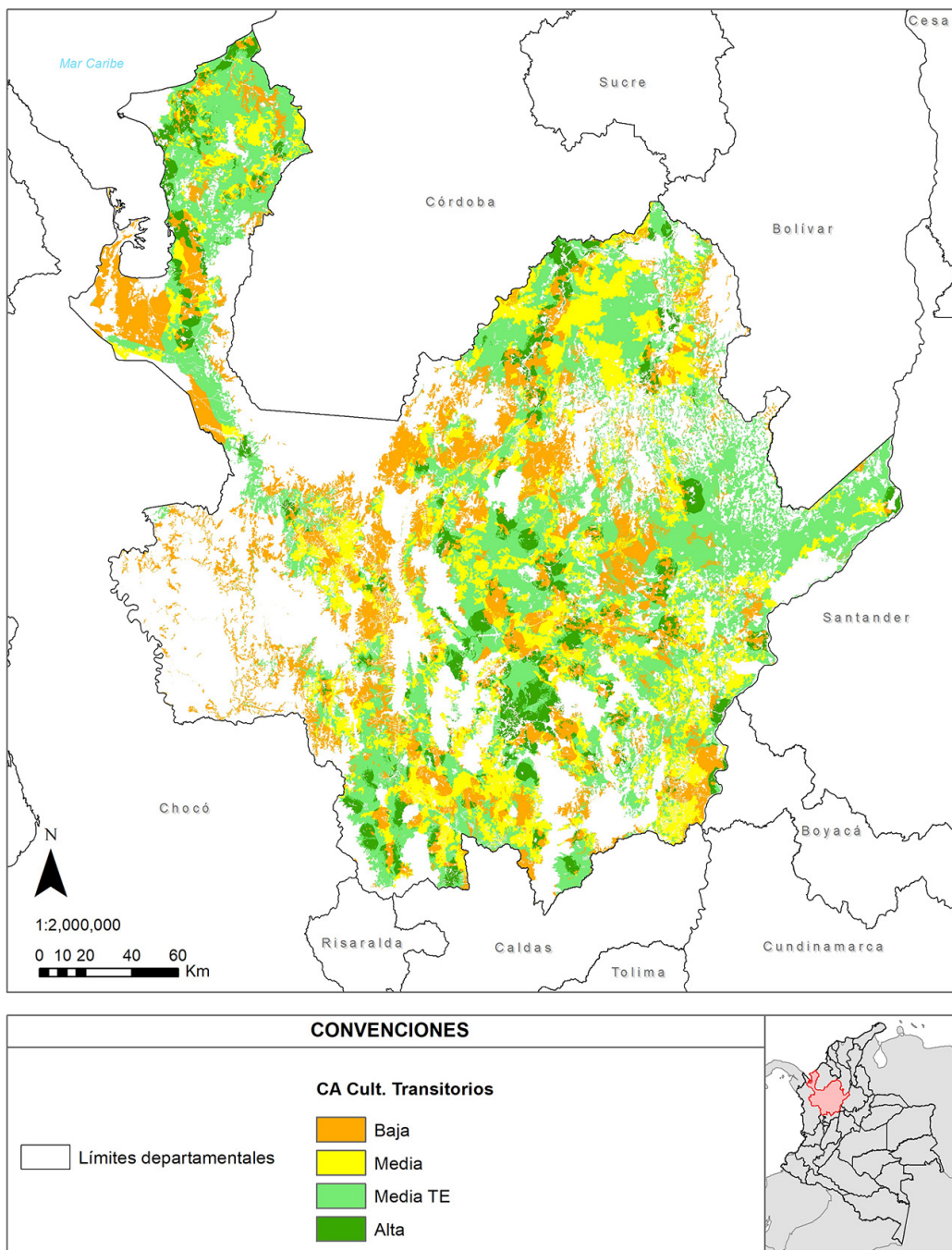
Fuente: Elaboración propia.

### 3.4.2 Cultivos permanentes

En este uso se consideran tanto cultivos frutales –café, cítricos, aguacate, etc. – como cultivos forestales. A este uso no se le incluyó la variable vulnerabilidad, dadas sus características de permanencia por varios años en el lugar, desarrollo de raíces profundas y aportes permanentes de biomasa, sumado a prácticas agrarias que no exponen el suelo con limpiezas totales y ayudan a estabilizarlo. Esto significa que no se considera que el territorio tendría afectaciones significativas cuando se implementen cultivos permanentes, sin desconocer, sin embargo, que en algunos casos se han reportado problemáticas relacionadas con la disponibilidad y el uso del agua, lo cual genera tensiones sociales, aunque suelen estar asociadas al manejo y a prácticas puntuales, más que a las plantas en sí.

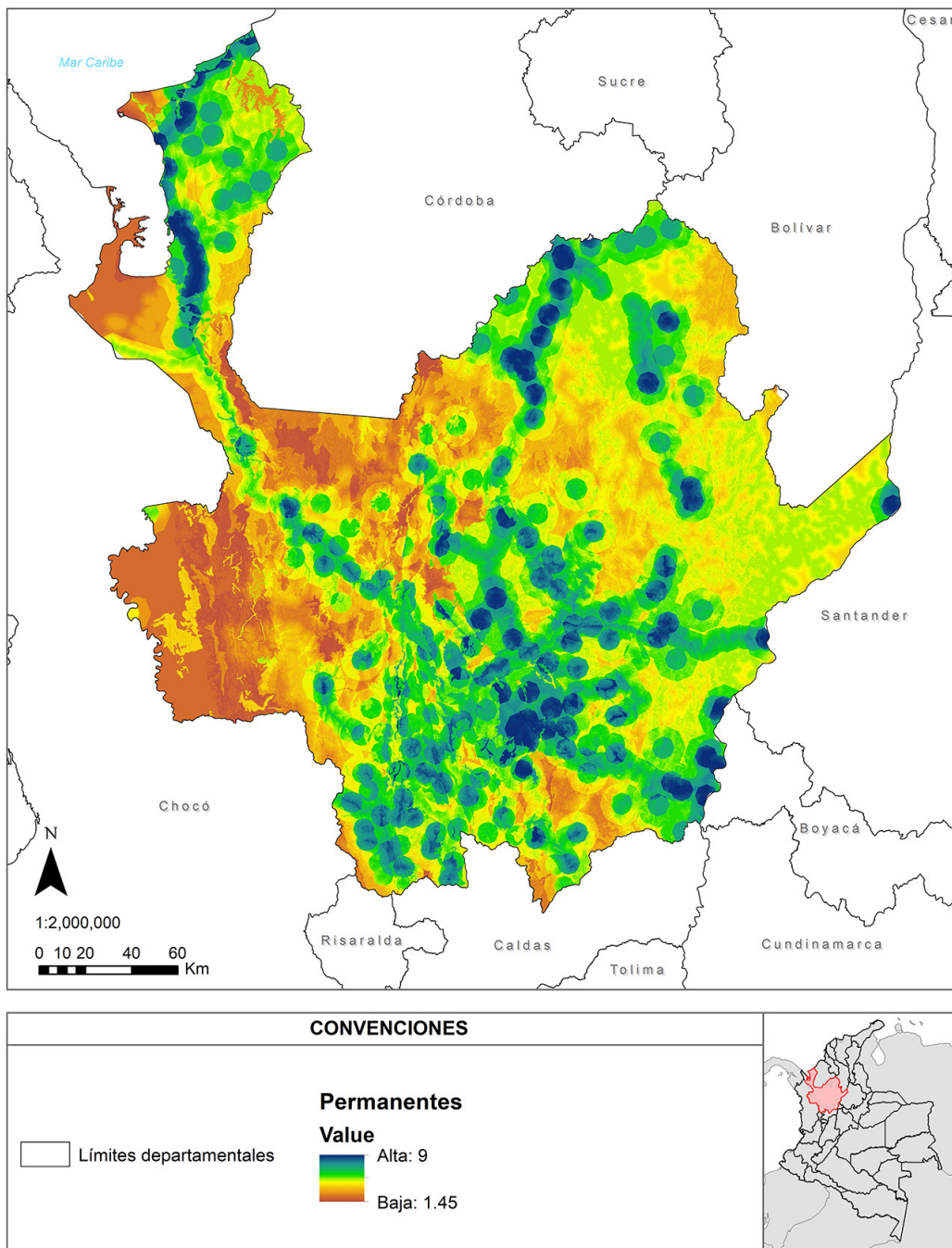
#### Aptitud

El mapa resultante de la aptitud del territorio para este uso es similar al presentado para los cultivos transitorios, con algunas diferencias que no se perciben claramente por la escala (Figura 3-9). Es decir, las vías y los centros poblados siguen siendo un elemento relevante para viabilizar cualquier actividad productiva que implique transportar insumos y productos al mercado.



**Figura 3-8.** Mapa de capacidad de acogida para cultivos transitorios en el departamento de Antioquia.

Fuente: Elaboración propia.



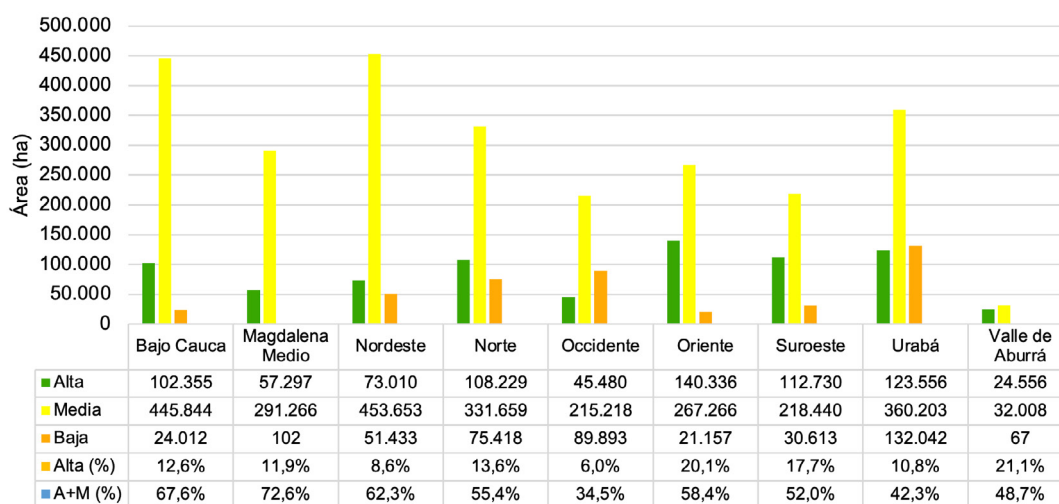
**Figura 3-9.** Mapa de aptitud para cultivos permanentes en el departamento de Antioquia.

Fuente: Elaboración propia.

## Capacidad de acogida

Las características climáticas y geográficas de Antioquia posibilitan que los cultivos permanentes tengan capacidad de acogida alta y media en gran parte del territorio. Aunque la capacidad alta solo representa el 12,5%, al sumarla con la media se alcanza un 54,2% del departamento (Figura 3-10 y Figura 3-11).

**Figura 3-10.** Extensión (ha) y proporción de áreas con capacidad de acogida para cultivos permanentes por subregión en el departamento de Antioquia.

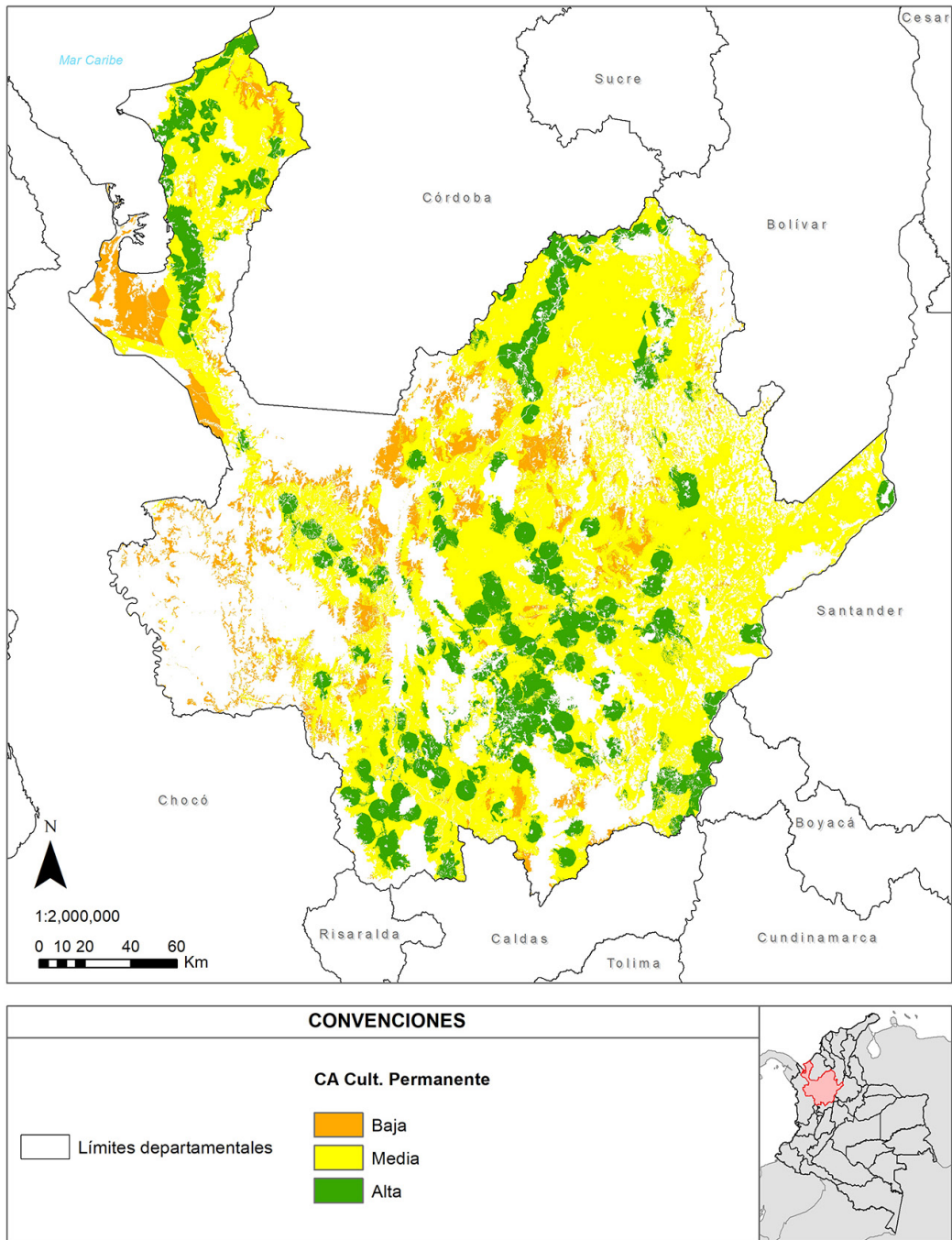


Fuente: Elaboración propia.

## 3.4.3 Ganadería

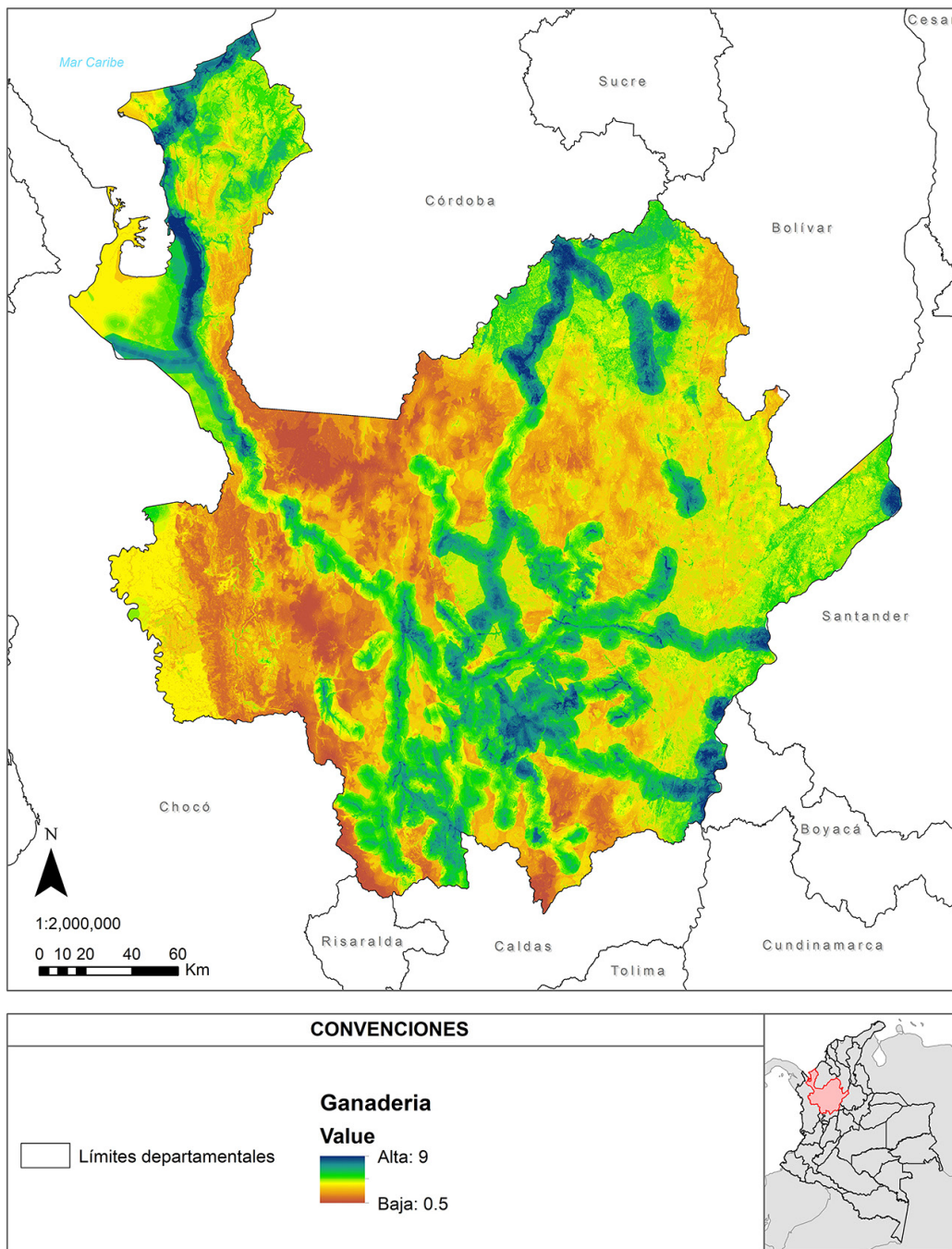
### Aptitud

Nuevamente, es fácil apreciar cómo el uso ganadero está limitado por la conectividad del territorio. En este caso, además, se consideraron las pendientes como una variable determinante para calificar la actividad, dado que el relieve montañoso típico de Antioquia reduce la capacidad de carga del sitio y afecta la calidad del producto, especialmente la carne, aunque se reconoce que en algunas laderas se han establecido con éxito usos de ganadería de doble propósito (cárnicos y lácteos). La distribución espacial del resultado de aptitud para ganadería se puede observar en la Figura 3-12.



**Figura 3-11.** Mapa de capacidad de acogida para cultivos permanentes en el departamento de Antioquia.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 3-12.** Mapa de aptitud para usos ganaderos en el departamento de Antioquia.

Fuente: Elaboración propia.

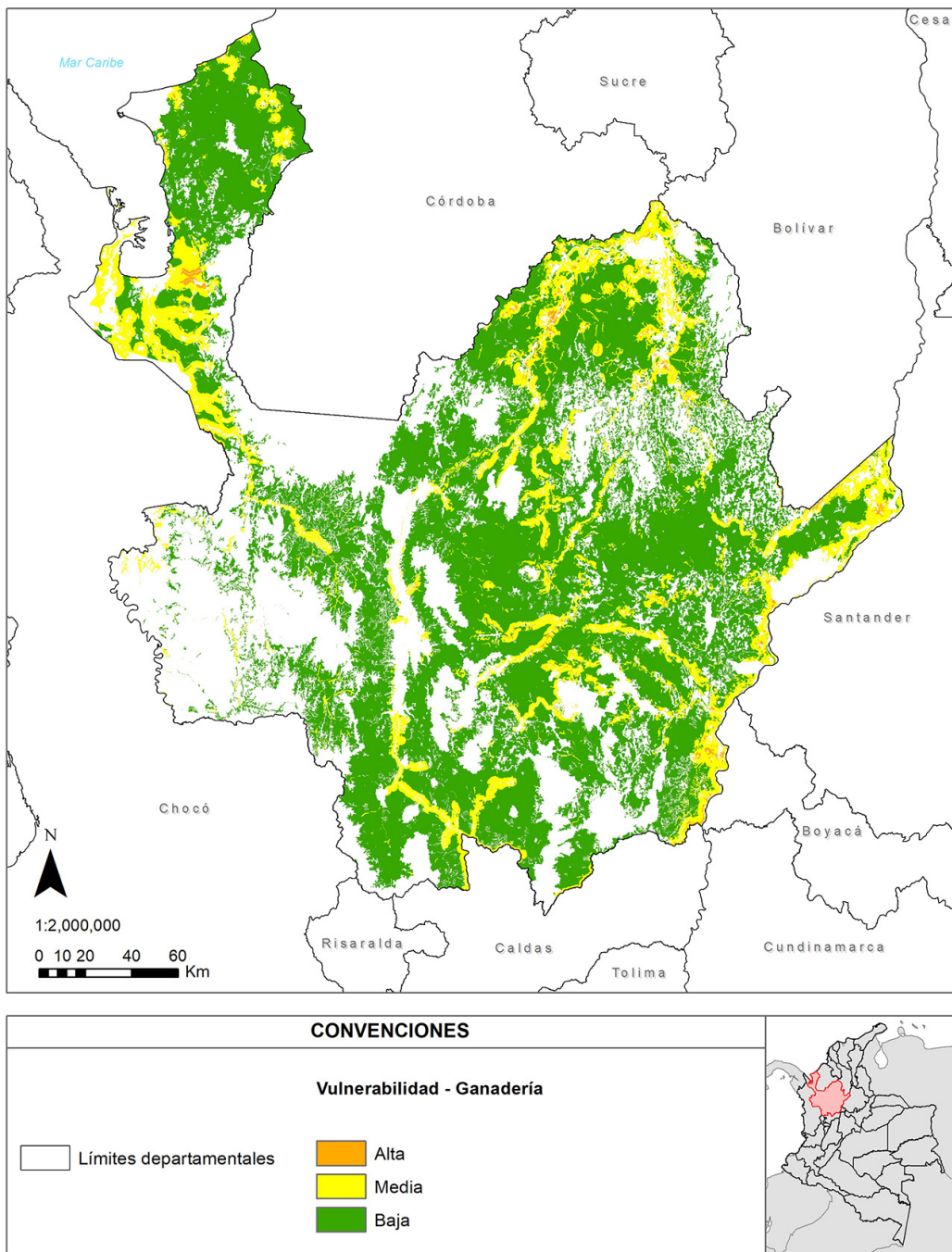
## Vulnerabilidad

Para la vulnerabilidad se consideraron los efectos sobre áreas susceptibles a la erosión y posibles daños ambientales a humedales o cuerpos de agua, dado que el pisoteo del ganado tiende a alterar la estructura de los suelos, afectando los flujos de agua tanto hacia su interior (infiltración) como a través de estos, bien sea hacia partes más profundas (percolación) o por las pendientes como flujos subsuperficiales. Por tanto, el mapa de áreas vulnerables al uso ganadero puede relacionarse con grandes ríos y las áreas de humedales asociados a ellos, así como con otras zonas con mal drenaje o encharcamientos, que también pueden estar indicando presencia de humedales no solo en las partes bajas de las cuencas, sino en la alta montaña, donde están los nacimientos de las corrientes hídricas (Figura 3-13).

## Capacidad de acogida

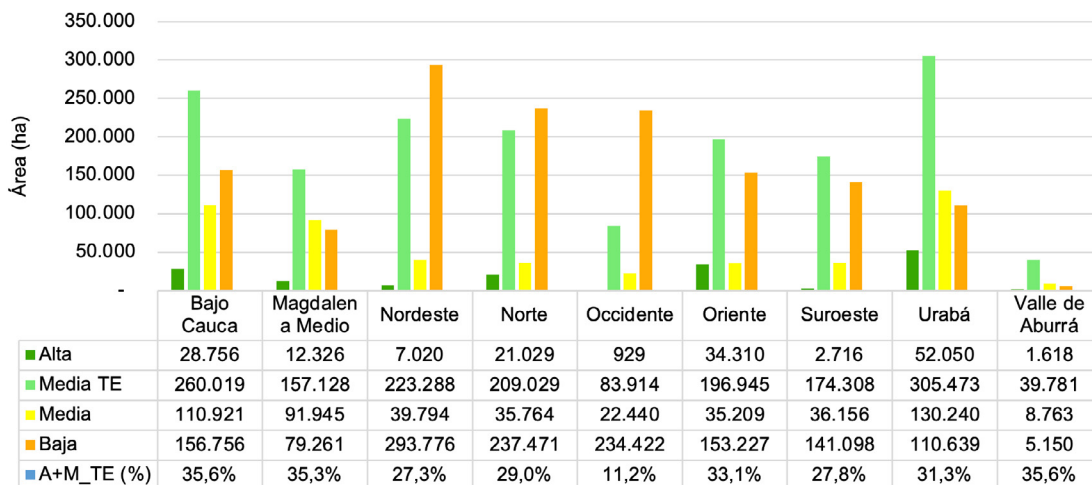
La capacidad de acogida para este uso resultó ser poco representativa si se consideran solo las zonas con capacidad alta. No obstante, hay una porción importante de territorio con capacidad de acogida media que requiere evaluación técnico-económica, que se traduce en inversiones en el campo. Considerando las áreas con capacidad alta y media TE, se cubre el 29% del departamento, 2,6% con capacidad alta y 26,3% con media TE. Sobresalen las subregiones Bajo Cauca, Magdalena Medio, Oriente y Valle de Aburrá (Figura 3-14). No obstante, estas dos últimas subregiones son inviables, incluso con inversiones técnico-económicas, por la dinámica urbanística que tienen y los desarrollos que, si bien no representan tejido urbano continuo, sí han ocupado de manera dispersa importantes extensiones destinadas a usos residenciales, comerciales o industriales, pero que ya no están disponibles para los usos productivos analizados aquí.

La subregión Norte tiene un desarrollo importante en ganadería de leche y productos asociados, pero en este ejercicio gran parte del altiplano quedó clasificado con capacidad media TE, debido a la precariedad de las infraestructuras (Figura 3-15).



**Figura 3-13.** Mapa de vulnerabilidad para usos ganaderos en el departamento de Antioquia.

Fuente: Elaboración propia.

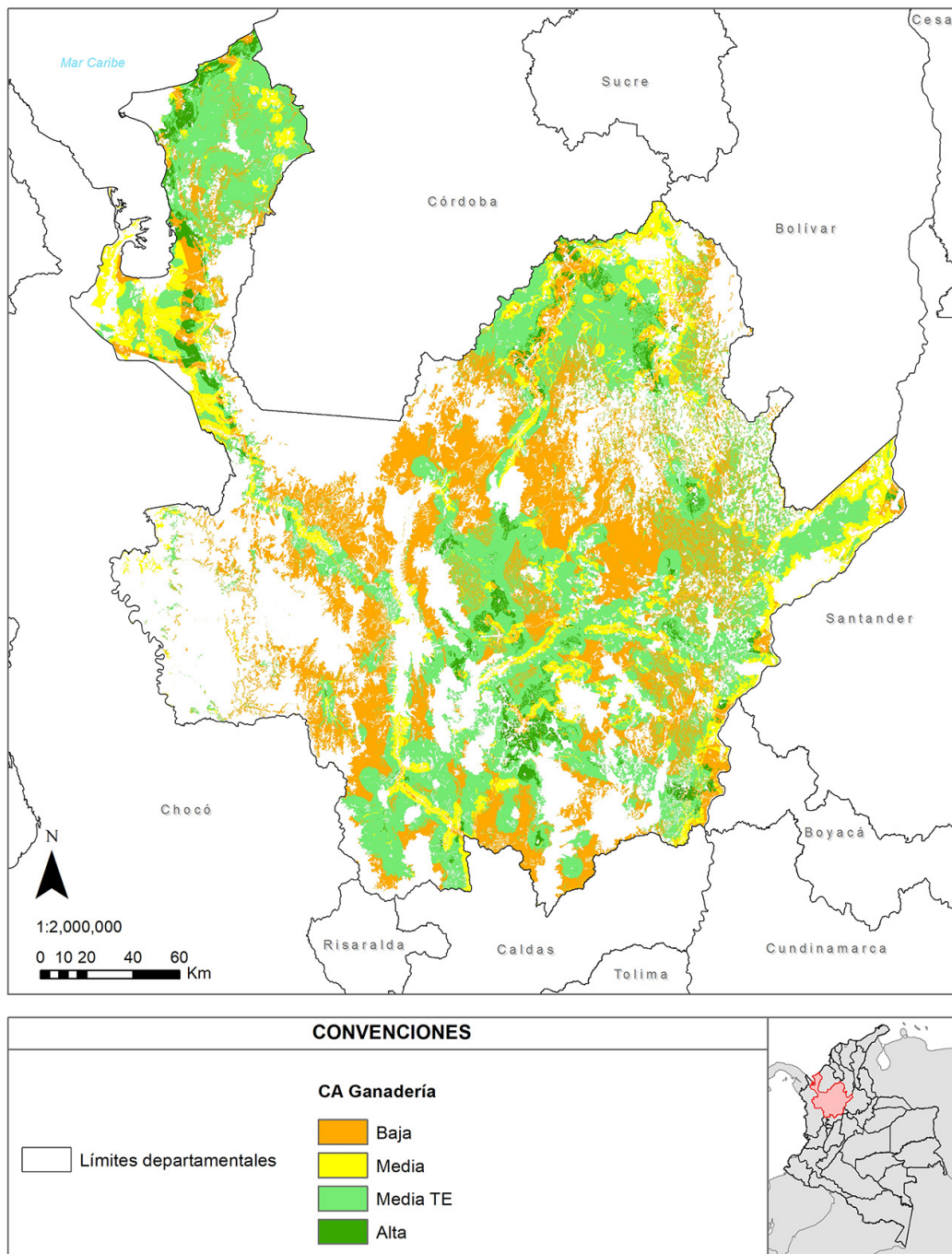
**Figura 3-14.** Extensión (ha) y proporción de áreas con capacidad de acogida para usos ganaderos por subregión en el departamento de Antioquia.

Fuente: Elaboración propia.

### 3.4.4 Análisis multicriterio para los tres usos

A partir de los criterios planteados en la Tabla 3-6, los resultados obtenidos se presentan en la Figura 3-16 y la Figura 3-17. Los usos u arreglos con mayor representación dentro de la priorización corresponden a permanentes (P), arreglos agroforestales (TP) y agrosilvo-pastoriles (GTP), con 17%, 14% y 13,5% respecto del área del departamento. La priorización de un solo uso se encuentra encabezada por el permanente (P), el uso de ganadería (G) y, por último, el transitorio (T), con 4573 ha; para este, su mayor representación se encuentra dentro de los arreglos mencionados. La categoría denominada como no relevantes está asociada a la clasificación media<sup>1</sup> y baja en los mapas de capacidad de acogida presentados anteriormente.

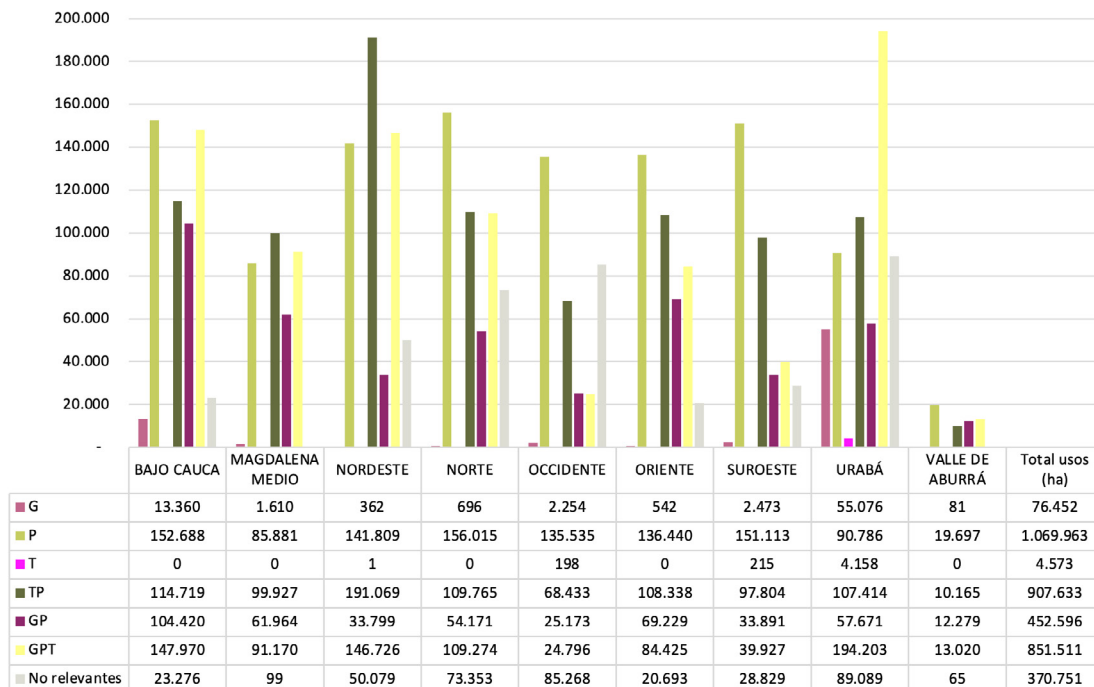
1 Diferentes a la media técnica, también presentes en los resultados.



**Figura 3-15.** Mapa de capacidad de acogida para usos ganaderos en el departamento de Antioquia.

Fuente: Elaboración propia.

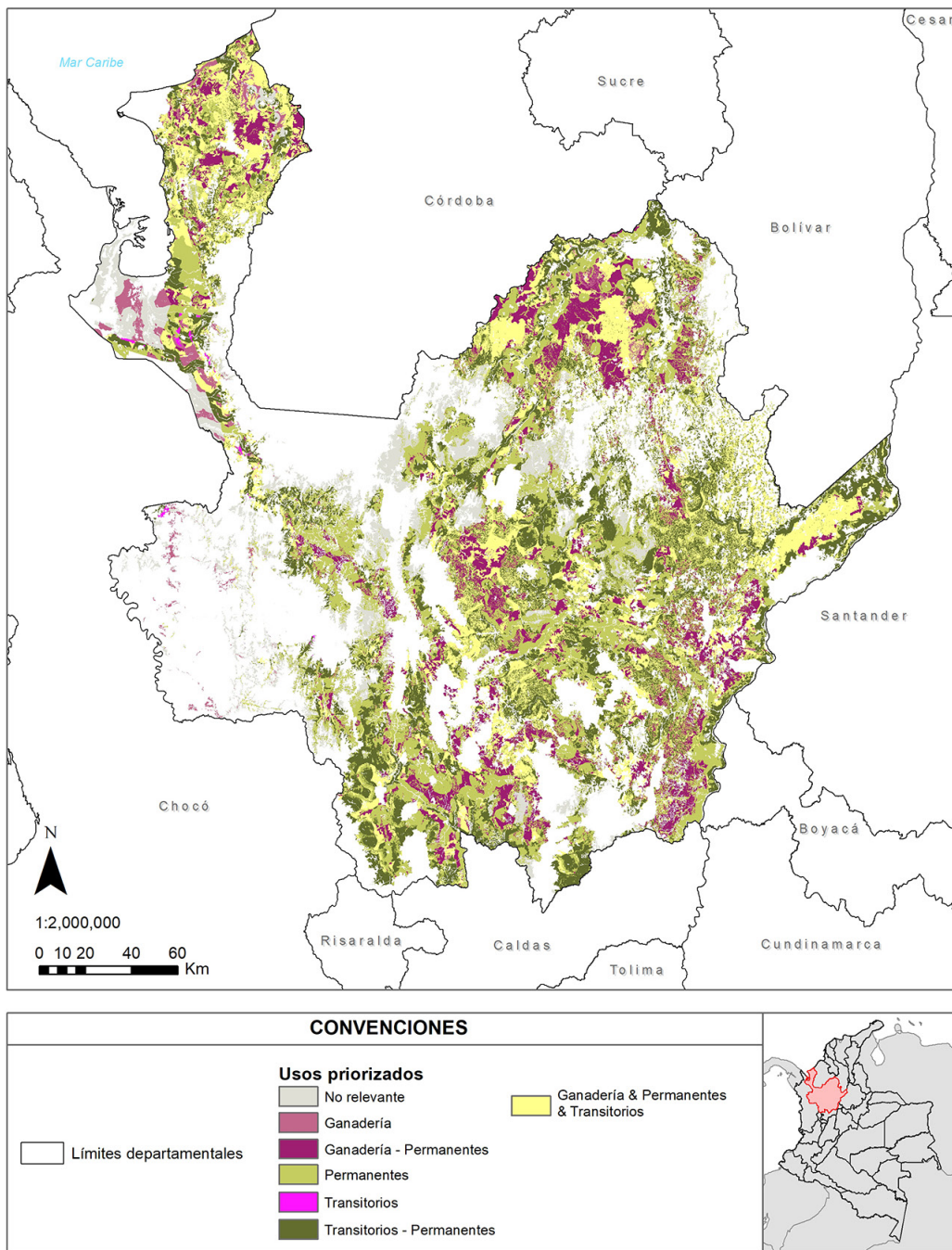
**Figura 3-16.** Extensión (ha) para usos y sus combinaciones priorizadas en el departamento de Antioquia.



Fuente: Elaboración propia.

### 3.5 Discusión

El ejercicio presentado, si bien es bastante general al emplear unas categorías tan amplias para su implementación, como la ganadería y los cultivos transitorios y permanentes, que abarcan gran parte de las actividades agrarias, permite un acercamiento realista a la situación del territorio departamental en varios sentidos. En primer lugar, al reconocer las áreas excluidas del trabajo, se asume una postura conservacionista de las zonas declaradas como de interés ecológico, pero también de las áreas que preservan sus coberturas naturales y que, dadas las características biofísicas de los Andes tropicales, prestan mayores servicios ambientales que si se reemplazaran por coberturas asociadas a actividades productivas como las analizadas. En segundo lugar, los resultados dejan en evidencia una gran debilidad del departamento –y del país– que incide negativamente en el desarrollo de las zonas rurales, que es la falta de infraestructura para movilizar mercancías y personas. Esto explica que haya sido reiterativo en los resultados calificaciones medias de aptitud,



**Figura 3-17.** Mapa de priorización de usos a partir del análisis multicriterio para el departamento de Antioquia.

Fuente: Elaboración propia.

en gran parte determinadas por las vías y las áreas circundantes a los centros poblados. El mejoramiento en la infraestructura vial podría significar un aumento de las áreas con alta aptitud dentro del ejercicio, aunque un mejor sistema vial que permita la accesibilidad a zonas remotas podría ser el punto de partida para otros fenómenos como la ocupación y la transformación de los usos del suelo, que pueden no responder a usos agropecuarios. Es decir, en la decisión de fomentar actividades productivas agrarias inciden, además de la infraestructura, muchos otros asuntos socioeconómicos y de política pública que escapan al alcance de este ejercicio, por lo que se hace la claridad de que lo territorial, si bien es fundamental, no es lo único a tener en cuenta. Más aún cuando puede ocurrir que, para viabilizar o conectar algunos territorios, se afecten zonas con algún tipo de exclusión. La debida planificación del territorio y el cumplimiento de las normas del suelo es primordial para que un proceso de aumento de las actividades agrarias no signifique una pérdida de servicios ecosistémicos o un aumento de otros fenómenos de ocupación, que se podrían traducir en impactos negativos en el mediano o largo plazo.

Por otro lado, los escenarios de cambio climático proyectados a 2040 para temperatura y precipitación (IDEAM, 2015a, 2015b) dan cuenta de variaciones que pueden incidir en la productividad, las velocidades de crecimiento y desarrollo de las especies, la presencia de plagas o la ocurrencia de enfermedades que históricamente no se daban en una zona, entre otras. La temperatura presentará un aumento en diferentes grados en todo el territorio, siendo las zonas con menores altitudes las de mayor variación, mientras que las menores variaciones se proyectan sobre las mayores altitudes, como los sistemas paramunos. La precipitación media anual proyectada es relativamente estable en gran parte del territorio, salvo dos zonas específicas: en el centro del departamento, en inmediaciones del cañón del río Cauca y parte del Valle de Aburrá, se pronostican aumentos, mientras que en la zona baja de la cuenca del río Cauca se augura una disminución de alrededor del 30%. Sobre los impactos generados por el cambio climático algunos autores apuntan a una disminución en la producción de alimentos del sector agropecuario, lo que puede incidir negativamente en la seguridad alimentaria (FAO, 2015; Muluneh, 2021). Respecto a la ganadería, la Federación Colombiana de Ganaderos (Fedegan) y el Fondo Nacional del Ganado (FNG) (2022) plantean que, a partir de los fenómenos ENSO registrados en el país, particularmente desde El Niño del 2009-2010, a 2022 se ha presentado el deceso de 452 126 animales. La Niña 2010-2011 ha sido el evento climático de mayor afectación, con una pérdida de 160 965 a nivel nacional. Si bien la variabilidad climática, dentro de la cual se sitúa el fenómeno ENSO, y el cambio climático difieren conceptualmente, su relación es inequívoca. Los efectos que este último pueda ocasionar sobre el primero van desde el aumento en la magnitud de estos eventos climáticos hasta su duración y periodicidad. Los impactos registrados solo hacen alusión a eventos de sequía o inundación que afectan principalmente las áreas rurales, donde el sector agropecuario constituye la principal actividad económica (Fedegan y FNG, 2022). Otros efectos asociados a los cambios del clima podrían ser el aumento de enfermedades en cultivos o ganado, así como en los seres

humanos; el desplazamiento altitudinal de los pisos térmicos asociados a la producción, o la pérdida de sistemas naturales y productivos por los cambios temporales de los estímulos climáticos, que tienen fuerte influencia en los tiempos de floración de las especies. Lo anterior podría tener repercusiones en la producción y la economía primaria, generando a su vez afectaciones en otras dimensiones.

En consecuencia, además de conocer y aprovechar las áreas con mayor capacidad de acogida para implementar actividades productivas, el establecimiento de buenas prácticas dentro de los usos, priorizados o no, es de importancia frente a los efectos que el cambio climático pueda ocasionar sobre los sistemas productivos. Así mismo, monitorear los cambios tanto en el comportamiento climático como de los cultivos o del ganado es una herramienta valiosa para tomar decisiones adaptativas continuas y permanentes, tratando de anticipar las modificaciones inevitables que están ocurriendo en el sistema global, derivadas de la crisis ambiental actual y que generan condiciones de alta incertidumbre.

En concordancia, en los resultados de este ejercicio se sugieren arreglos silvopastoriles, agroforestales y agrosilvopastoriles, los cuales posibilitan diversificar y tener producciones en distintos momentos, a la vez que son más sostenibles ecológicamente y pueden, incluso, aumentar la productividad de los usos implementados. No obstante, estos arreglos difieren de los usos que históricamente se han implementado en Antioquia y Colombia, más asociados a modelos extensivos o a monocultivos. Por tanto, se requiere de educación y apoyo técnico para combinar dos o más usos que escapen al conocimiento y a las prácticas tradicionales. Nuevos enfoques como la ganadería y la agricultura regenerativa aparecen en el panorama como posibles formas de abordar la producción de alimentos; de hecho, los arreglos propuestos podrían implementarse en las áreas con un solo uso principal.

Este trabajo consideró para el ejercicio solo los cultivos y la ganadería. Sin embargo, se reconoce que algunas de las áreas propuestas para alguno o varios de esos usos en los resultados pueden estar dedicados a otros usos extractivos, como la minería, recreativos o de urbanización, como las zonas para la vivienda campestre.

El ejercicio presentado no es pionero ni único en su clase. Para Antioquia existen, por lo menos, dos ejercicios que aportan al tema de la producción agropecuaria a niveles departamental y nacional: el Plan de Ordenamiento Territorial Agropecuario de Antioquia (POTA) y las evaluaciones de tierra para la zonificación con fines agropecuarios de la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA). Lo que sí difiere es el alcance, ya que los estudios mencionados llegaron solo a los resultados de aptitud del suelo para diversos Tipos de Utilización de la Tierra (TUT) tan específicos como, por ejemplo, el café, cacao, coco, acacia, teca, búfalos, bovinos, etc. (Unidad de Planificación Rural Agropecuaria [UPRA], 2013). El POTA evaluó la aptitud para 58 TUT, mientras que el segundo realizó el ejercicio

para 47 TUT a nivel nacional (Sistema de Información para la Planificación Rural Agropecuaria [SIPRA], 2018; UPRA et al., 2018). En ambos la escala de trabajo fue más detallada, ya que se empleó un modelo para cada tipo de cultivo o especie posible de implementar en el territorio, en contraste con las categorías más aplicas consideradas en el presente trabajo.

Los ejercicios mencionados no consideraron la vulnerabilidad como una condición que permitiera plantear un modelo de capacidad de acogida propiamente, aunque el POTA en sus resultados distingue entre *aptitud* y *aptitud con condicionantes*, que alude a áreas con condiciones legales y técnicas que implicarían una modificación de los sistemas de manejo agrotecnológicos (UPRA et al., 2018). Esto podría entenderse como una capacidad de acogida que involucra lo legal y lo técnico, por lo menos sobre los resultados denominados *con condicionantes* al incluir elementos como los humedales y que coincide como una de las variables para la exclusión o la vulnerabilidad de este trabajo. Asimismo, estos ejercicios no dan elementos de priorización para la toma de decisiones equivalentes con el modelo multicriterio usado, ya que un territorio puede tener alta capacidad de acogida –en este caso– o alta aptitud para los estudios citados para dos o más usos, muchos de los cuales pueden ser incompatibles entre sí.

Adicionalmente, un tema a considerar en estos esfuerzos técnicos, tanto a nivel nacional como departamental, radica en el acceso a la información. Por ejemplo, para las evaluaciones agropecuarias existe el SIPRA como la plataforma de información geográfica que contiene los distintos resultados de cada una de las TUT, pero su uso y manejo podrían representar una barrera tecnológica para la población que no domine las tecnologías. Para el caso del POTA, existe un atlas igualmente construido por cada TUT, pero no es posible usarlo al no estar contenido en un plataforma o visor geográfico.

### 3.6 Conclusiones

Los resultados muestran que cerca del 40% del departamento está excluido del análisis por contener áreas protegidas, coberturas de bosques o sistemas hidrológicos importantes, o por estar urbanizado.

De acuerdo con las variables empleadas en este ejercicio, alrededor del 30% del territorio departamental tiene capacidad de acogida alta o media, sujeto a evaluación técnico-económica para algún cultivo transitorio, 54% para cultivos permanentes y 29% para ganadería. En gran media, la escasez de vías que conectan los territorios incide negativamente en los resultados, por lo que muchas de las zonas con capacidad media pueden pasar a alta interviniendo este aspecto.

Al superponer los mapas, se descartó la combinación de cultivos transitorios con ganadería, por ser incompatibles, pero se recomiendan arreglos combinados agroforestales –cultivos transitorios y permanentes–, silvopastoriles –cultivos permanentes con ganadería– o agrosilvopastoriles –una mezcla de los tres usos–. La aplicación y espacialización del modelo multicriterio facilitan la toma de decisiones en los territorios concretos del departamento.

Aunque se reconocen otros ejercicios similares realizados en Antioquia y Colombia, carecen del análisis de la vulnerabilidad del territorio, lo cual es crítico, especialmente considerando su riqueza en relieves, agua y biodiversidad. Esta riqueza es a la vez una ventaja, pero también requiere cuidados específicos para no degradar la biodiversidad o generar nuevas problemáticas. Así mismo, se recomienda que este tipo de estudios se presenten de manera sencilla y espacializada, a fin de que sean accesibles a toda la comunidad que busque elementos para tomar decisiones en cuanto a la implementación de usos productivos en la ruralidad.

Modelos como el de capacidad de acogida a usos específicos permiten conocer las particularidades del territorio para tener elementos que promuevan un uso adecuado. Lo anterior implica tener en cuenta otros aspectos que, más allá de los hechos territoriales, reconozcan e incorporen decisiones de aprovechamiento o conservación, como la valoración de zonas con coberturas naturales que se pretendan preservar, lo cual es incompatible con la expansión de la frontera agropecuaria. Pero también implica considerar, más allá de los atributos meramente biofísicos, las condiciones socioeconómicas y culturales de las poblaciones asentadas allí. En este sentido, sería interesante evaluar los resultados presentados a la luz de los usos actuales, que dan cuenta de los conocimientos y prácticas en los distintos territorios.

El cambio climático y la crisis ambiental global son retos que obligan a las comunidades y a los tomadores de decisiones a contar con herramientas para tomar decisiones informadas, así como a monitorear permanentemente las condiciones y los cambios en el clima, los suelos, la flora y la fauna. Hay que reconocer que la gran velocidad de los cambios que vienen ocurriendo genera incertidumbre y nuevos retos de adaptación.

### 3.7 Referencias

©JAXA, & METI. (2010). EARTHDATA – ASF Data Search Vertex. <https://search.asf.alaska.edu/#/>  
Agencia de Desarrollo Rural, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural y Gobernación de Antioquia. (2019). *Plan Integral de Desarrollo Agropecuario y Rural con enfoque territorial. TOMO II*. FAO y ADR. [https://www.adr.gov.co/wp-content/uploads/2021/07/ANTIOQUIA-TOMO-II\\_compressed.pdf](https://www.adr.gov.co/wp-content/uploads/2021/07/ANTIOQUIA-TOMO-II_compressed.pdf)

- Barredo, J. I. (1996). *Sistemas de información geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio*. Ra-Ma Editorial.
- Bernal Vargas, L. M. (2015). *Una propuesta de adaptación de la metodología de Gómez Orea para el desarrollo del componente rural de los Planes de Ordenamiento Territorial en Colombia*. Pontificia Universidad Javeriana.
- Bolaños, S. y Betancur, T. (2018). Estado del arte sobre el cambio climático y las aguas subterráneas. Ejemplos en Colombia. *Revista Politécnica*, 14(26), 52-64. <https://doi.org/10.33571/rpolitec.v14n26a5>
- Cárdenas, M. F., Vahos Mesa, G., Zapata, C., Botero Rivera, T. A., Tobón, D., Rincón Grajales, C. L., Vásquez, Á., Pérez Rojas, J., Contreras, J., Silva, A. y Cortés Traslaviña, D. (2023). *Reflexiones y aprendizajes sobre el ordenamiento territorial de embalses* (M. F. Cárdenas, Comp.). Tragaluz Editores.
- Daly, H. (1994). De la economía de un mundo vacío a la de un mundo lleno *En desarrollo económico sostenible. Avances sobre el informe Brundtland* (pp. 51-71). Tercer Mundo Editores.
- Daly, H., & Cobb, J. (1989). *For the Common Good: Redirecting the Economy toward Community, the Environment and a Sustainable Future*. Beacon Press.
- Federación Colombiana de Ganaderos y Fondo Nacional del Ganado. (2022). *El sector ganadero colombiano y las afectaciones climáticas. Comportamiento, impactos y propuestas*. Fedegan. [https://estadisticas.fedegan.org.co/DOC/download.jsp?pRealName=Afectaciones\\_climaticas\\_sector\\_ganadero\\_2024\\_3v.pdf&ildFiles=1178](https://estadisticas.fedegan.org.co/DOC/download.jsp?pRealName=Afectaciones_climaticas_sector_ganadero_2024_3v.pdf&ildFiles=1178)
- Galacho Jiménez, F. B. y Arrebola Castaño, J. A. (2008). El modelo de evaluación de la capacidad de acogida del territorio. Aspectos conceptuales y técnicas relacionadas. *Baética: Estudios de Historia Moderna y Contemporánea*, (30), 21-40.
- Gómez Orea, D. y Gómez Villarino, A. (2013). *Ordenación territorial* (3.ª ed.). Ediciones Mundi-Prensa.
- Hervé Espejo, D. (2010). Noción y elementos de la justicia ambiental: directrices para su aplicación en la planificación territorial y en la evaluación ambiental estratégica. *Revista de Derecho*, XXIII(1), 9-36.
- Instituto Colombiano Agropecuario. (2024). *Censos Pecuarios Nacional*. <https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/epidemiologia-veterinaria/censos-2016/censo-2018>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2015a). *Escenario cambio de la precipitación para Colombia (%) para el 2011-2040 vs 1976-2005*. <https://visualizador.ideam.gov.co/CatalogoObjetos/catalog/viewObjectIndex/2908983>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2015b). *Escenario diferencia de la temperatura media (°C) para el 2011-2040 vs 1976-2005*. <http://www.siac.gov.co/catalogo-de-mapas>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2024). *Erosión de los suelos en Colombia línea base periodo 2010-2011*. <https://experience.arcgis.com/experience/568ddab184334f6b81a04d2fe9aac262/page/Datos-Abiertos-Geogr%C3%A1ficos-/>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas y Parques Nacionales Naturales. (2021). *Mapa de Coberturas de la Tierra - Metodología Corine Land Cover. Escala 1:100.000. Periodo 2018*. <http://www.siac.gov.co/catalogo-de-mapas>
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC. (2005). Mapas de suelos del territorio colombiano a escala 1:100.000. Departamento: Antioquia. <https://geoportal.igac.gov.co/contenido/datos-abiertos-agrologia>
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC. (2022). Cartografía Base Escala 1:100.000 - Nivel Nacional. <https://geoportal.igac.gov.co/contenido/datos-abiertos-cartografia-y-geografia>
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Instituto para el Desarrollo de Antioquia y Gobernación de Antioquia. (2007). *Antioquia. Características geográficas*. Imprenta Nacional.

- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2022). Annex I: Glossary. Global Warming of 1.5°C. In J. B. Robin Matthews. *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the Impacts of Global Warming of 1.5°C above Pre-Industrial Levels and Related Global Greenhouse Gas Emission Pathways, in the Context of Strengthening the Global Response to the Threat of Climate Change, Sustainable Development, and Efforts to Eradicate Poverty* (pp. 541-562). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157940.008>
- Ley 1819 de 2016. Por medio de la cual se adopta una reforma tributaria estructural, se fortalecen los mecanismos para la lucha contra la evasión y la elusión fiscal, y se dictan otras disposiciones. 29 de diciembre de 2016. D. O. N.º 50.101.
- Montoya-Restrepo, N., Ríos-Gallego, S. Y. e Hincapié-Pérez, J. G. (2019). Planificación de áreas de influencia de embalses. Propuesta desde la capacidad de acogida. *Bitácora Urbano Territorial*, 29(2), 99-108. <https://doi.org/10.15446/bitacora.v29n2.72178>
- Mulneh, M. G. (2021). Impact of Climate Change on Biodiversity and Food Security: A Global Perspective-A Review Article. *Agriculture & Food Security*, 10(1), 1-25. <https://doi.org/10.1186/S40066-021-00318-5>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2015). *Climate Change and Food Security: Risks and Responses*. FAO. <https://openknowledge.fao.org/items/8d799d5f-60e4-4ff9-87dd-d33289abb482>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2022). *Salvaguardar los medios de vida y promover la resiliencia a través de los PNA. Estudio de caso. Colombia*. FAO. <https://doi.org/https://doi.org/10.4060/cb8870es>
- Ríos-Gallego, S. Y. (2014). *Determinación de la capacidad de acogida del territorio a usos complementarios y compatibles con la protección en la zona de influencia directa de los embalses. Caso de estudio Embalses Porce II y Porce III* (Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia). Repositorio Institucional UNAL. <https://repositorio.unal.edu.co/items/8cd326ab-58a3-455f-a334-c037fd048e25>
- Sistema de Información para la Planificación Rural Agropecuaria. (2018). *Capa cartográfica de evaluaciones de tierra para la zonificación con fines agropecuarios a nivel nacional 1:100.000*. <https://sipra.upra.gov.co/nacional>
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria. (2013). *Evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios a nivel nacional metodología a escala general 1:100.000*. UPRA. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/36447>
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria, Universidad Nacional de Colombia y Gobernación de Antioquia. (2018). *Plan de Ordenamiento Territorial Agropecuario. Departamento de Antioquia-POTA. Parte 1 de 6*. Gobernación de Antioquia. <https://antioquia.gov.co/images/PDF2/Agricultura/2019/12-dic/pota-atlas-parte-1-de-6.pdf>
- Universidad Nacional de Colombia y Empresas Públicas de Medellín. (2017). *Plan de Ordenamiento del Embalse del Proyecto Hidroeléctrico Ituango y su área de influencia. Contrato CT-2015000678. Evaluar usos potenciales, compatibles y complementarios del futuro Embalse del Proyecto Ituango y su zona de protección*.



## 4. Percepción de productores agrarios frente a los impactos del cambio climático. El caso de las subregiones Bajo Cauca y Magdalena Medio en Antioquia

Jhon Fredy Escobar Soto  
Lina María Bastidas Orrego  
María Fernanda Cárdenas

### Resumen

El cambio climático es un fenómeno que afecta significativamente la agricultura, alterando el rendimiento de los cultivos y la productividad, lo cual genera impactos y conlleva desafíos socioeconómicos, especialmente en las regiones ya vulnerables a situaciones sociales y ambientales. El objetivo de este trabajo fue analizar la percepción de los productores agropecuarios sobre los efectos del cambio climático y las estrategias de adaptación implementadas en las subregiones Bajo Cauca y Magdalena Medio antioqueños, en Colombia. Se utilizó un enfoque cualitativo mediante la aplicación de entrevistas semiestructuradas a productores elegidos. La información se analizó mediante un enfoque temático, considerando productos como cacao, plátano, sachá inchi, búfala, café y miel. Se encontró que los productores identifican cambios en los patrones de la lluvia, el aumento de las temperaturas y una mayor frecuencia de eventos climáticos extremos. Las adaptaciones incluyen mejoras en sistemas de riego, diversificación de cultivos y adopción de variedades resistentes. Se observa un apoyo institucional limitado, con excepciones en sectores como el café, que ha recibido asistencia técnica y financiamiento. Las comunidades han implementado estrategias colectivas como la conservación del suelo y la formación de cooperativas. Se concluye que el cambio climático ha impactado negativamente la productividad agropecuaria, generando pérdidas y costos adicionales al adaptarse a las nuevas condiciones ambientales. Los productores demandan mayor apoyo institucional en términos de investigación, financiamiento y políticas

sostenibles. Finalmente, el trabajo comunitario ha sido clave para enfrentar los desafíos, pero se requiere una intervención más amplia para garantizar la resiliencia del sector agropecuario en estas subregiones.

**Palabras clave:** Actividad agrícola, Bajo Cauca, Magdalena Medio, Adaptación, Gestión del agua.

## 4.1 Introducción

El cambio climático afecta a todos los seres vivos. Este fenómeno es el resultado de la concentración de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera, lo cual ha generado múltiples cambios en el sistema global que afectan el clima. La producción de alimentos es una de las actividades vitales para el ser humano que depende mucho del clima, por lo que el cambio climático es una amenaza para la agricultura (López Feldman et al., 2016). Los efectos del cambio climático se evidencian en todo el planeta, pero son diferentes para cada región; sin embargo, se espera que los países más afectados sean aquellos que están ubicados en las regiones tropicales y subtropicales, en donde se ubican principalmente los países en desarrollo, con mayores niveles de pobreza y de inseguridad alimentaria (Rodríguez Vargas, 2007), lo que llevaría a agudizar sus problemas socioambientales.

En Colombia, la producción agropecuaria es una de las principales actividades económicas y aporta a la seguridad alimentaria del país. Según datos del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), el sector agropecuario representó aproximadamente el 6,8% del Producto Interno Bruto (PIB) en 2020 (DANE, 2023). Antioquia es el departamento más agrícola del país, con el 11,8% de la producción total. La diversidad climática y geográfica de Colombia ofrece condiciones favorables para una amplia gama de productos agrícolas y actividades ganaderas, que satisfacen tanto el mercado interno como el externo (Chávez Caiza y Burbano Rodríguez, 2021).

Entre los principales cultivos de base industrial en Colombia se encuentran el café, el banano, la palma de aceite y la caña de azúcar. El café, uno de los productos más emblemáticos y significativos del país, el tercer mayor productor del grano a nivel mundial (Orjuela Garzón et al., 2020), se produce en las zonas montañosas y, al igual que la palma de aceite y la caña de azúcar, que son cultivos industriales que se concentran en grandes plantaciones y utilizan técnicas de producción intensiva, son vulnerables a la variabilidad en las precipitaciones y las temperaturas extremas (Chávez Caiza y Burbano Rodríguez, 2021).

Por otro lado, la economía campesina en Colombia se basa en cultivos como el maíz, el frijol, la yuca y el arroz. Estos productos son relevantes para la seguridad alimentaria del país y se cultivan principalmente en pequeñas parcelas familiares. El arroz, por ejemplo, es un cultivo esencial en las regiones costeras y en los valles interandinos, pero se está afectando su producción por el aumento del nivel del mar y las inundaciones frecuentes, las cuales impactan negativamente su rendimiento (Romero et al., 2018). La producción de maíz y frijol, clave para la alimentación básica de la población, también enfrenta retos, debido a las sequías prolongadas y a las lluvias irregulares que afectan su ciclo de producción.

En este contexto, los productores agropecuarios colombianos han comenzado a implementar acciones de adaptación, que implican cambios en los procesos productivos y en los tiempos de siembra y cosecha, así como la adquisición de nuevas variedades de semillas que se adapten mejor al clima, y la adopción de nuevas tecnologías y prácticas (Rodríguez Vargas, 2007), pero todo esto implica inversiones adicionales.

La compleja interrelación entre los cambios ambientales y la producción agraria es relevante, máxime cuando este fenómeno puede poner en vilo la seguridad alimentaria. Por lo anterior, este trabajo se centra en analizar las perspectivas de algunos productores agropecuarios de dos subregiones de Antioquia, identificando su percepción frente al cambio climático y las acciones de adaptación aplicadas para mantener sus niveles de producción.

## 4.2 Marco conceptual

### 4.2.1. Producción agropecuaria tradicional e industrializada

La producción agropecuaria en Colombia puede dividirse en dos categorías principales: la producción industrializada y la tradicional (ver Figura 4-1). Ambos tipos de producción se enfrentan a desafíos derivados del cambio climático (Brenes Rojas et al., 2022; Roa Peña et al., 2023); sin embargo, existen oportunidades para mejorar la resiliencia y la sostenibilidad del sector, como la implementación de prácticas agrícolas sostenibles, la agroforestería, la rotación de cultivos y el uso eficiente del agua. Estas prácticas pueden ayudar a los agricultores a adaptarse a las nuevas condiciones climáticas y a mitigar los efectos negativos del cambio climático. También está la adopción de tecnologías innovadoras, como la agricultura de precisión y las energías renovables, que pueden mejorar la eficiencia y la sostenibilidad de la producción agropecuaria.

**Figura 4-1.** Tipos de producción agropecuaria, tradicional (a), industrializada (b).



a. Cacao con arreglo forestal (Puerto Berrío)



b. Cultivo bajo sombra en Yolombó

Fuente: Propiedad de los autores.

La producción agropecuaria industrializada se caracteriza por el uso intensivo de tecnología, maquinaria, insumos químicos y prácticas de monocultivo (Bastidas Marulanda, 2020; Ovalle Másmela et al., 2023). Este tipo de producción busca maximizar los rendimientos y la eficiencia, a menudo a expensas del medio ambiente. En este tipo de producción las grandes extensiones de tierra se utilizan para cultivos específicos, y la dependencia de pesticidas y fertilizantes químicos es alta.

La producción industrializada tiene algunas ventajas frente a la tradicional, como la capacidad de producir grandes cantidades de alimentos en un área relativamente pequeña y la reducción de los costos de producción debido a las economías de escala. Sin embargo, también presenta desventajas, como la degradación del suelo, la contaminación del agua y el aire, y la pérdida de biodiversidad. Además, los monocultivos son más vulnerables a plagas y enfermedades, lo que puede resultar en una mayor dependencia de pesticidas y herbicidas químicos (Arias-Robles & Alarcón, 2021; Bastidas Marulanda, 2020; Ovalle Másmela et al., 2023). Es importante señalar que, cuando se habla de producción industrializada, se contemplan producciones a baja escala, pero que han adoptado paquetes tecnológicos como los de la denominada Revolución Verde (Gall & Benkeblia, 2022).

Por otro lado, la producción agropecuaria tradicional se basa en prácticas sostenibles y métodos ancestrales que priorizan la diversidad de cultivos y el uso de recursos naturales de manera equilibrada (ver Figura 4-2) (Chávez Caiza y Burbano Rodríguez, 2021). Los agricultores tradicionales recurren a técnicas como rotación de cultivos, agroforestería y sistemas de policultivo que no solo mejoran la salud del suelo, sino que también aumentan

la resiliencia frente a las plagas y las enfermedades. Estas prácticas promueven la biodiversidad y pueden contribuir a la mitigación del cambio climático al aumentar la capacidad de los suelos para capturar y almacenar carbono (Chávez Caiza y Burbano Rodríguez, 2021; Vega-Corea et al., 2023). Las prácticas agrícolas sostenibles pueden ayudar a proteger los recursos naturales, reducir la contaminación y mejorar la salud del suelo y los ecosistemas.

**Figura 4-2.** Según vendedor, productos de una sola finca, parque del municipio de San Luis, Antioquia.



Fuente: Propiedad de los autores.

## 4.2.2. El cambio climático y su incidencia en la agricultura

El cambio climático se caracteriza por transformaciones en los patrones de precipitación y temperatura, lo que lleva a distribuciones de precipitación atípicas, expresadas en sequías prolongadas y eventos de lluvia intensificados (ANT, 2024; Calvin et al., 2023; Franco & Vidal, 2014; Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC], 2023), lo cual altera las condiciones necesarias para la agricultura.

Las lluvias excesivas pueden causar inundaciones, las cuales dañan los cultivos, pero que también pueden contaminar las fuentes de agua y aumentar la incidencia de enfermedades transmitidas por el agua (Verma et al., 2024). Como consecuencia, no solo afectan la cantidad y calidad de agua disponible para los cultivos, sino que también desencadenan escorrentías, llevando a la anegación, la lixiviación de nutrientes y la reducción de los

rendimientos de los cultivos (Al Jbawi, 2020), así como a la destrucción de infraestructuras agrícolas. Por otro lado, las sequías prolongadas pueden reducir la disponibilidad de agua, lo que afecta el crecimiento, el desarrollo y la productividad de los cultivos, pues reducen el contenido de humedad del suelo.

El aumento de las temperaturas, los patrones de precipitación alterados y los eventos climáticos extremos exacerbando la degradación del suelo y la pérdida de nutrientes. El aumento de las temperaturas acelera la actividad microbiana, causando la descomposición de la materia orgánica y reduciendo el almacenamiento de carbono en el suelo. Estos procesos comprometen la estructura del suelo, disminuyendo su capacidad para retener agua y nutrientes (Prajapati et al., 2024). Otro efecto del incremento de la temperatura es la disminución de la disponibilidad de agua para las plantas y una mayor competencia por los recursos hídricos. En regiones que ya enfrentan escasez de agua, la mayor presión sobre los suministros de agua pone en peligro la productividad agrícola y eleva las disparidades socioeconómicas (Verma et al., 2024).

Además de los impactos directos, el cambio climático también puede afectar la producción agropecuaria a través de cambios en la disponibilidad y calidad de los recursos naturales. Algunas consecuencias que se pueden evidenciar son la degradación del suelo y la pérdida de biodiversidad. La disminución de la oferta y la calidad del agua pueden reducir la capacidad de los ecosistemas para soportar la producción agropecuaria y aumentar la vulnerabilidad de los agricultores a los impactos del cambio climático (Prajapati et al., 2024), poniendo en peligro la base agraria global (Lebensohn et al., 2016).

Adicionalmente, el cambio climático está modificando la distribución geográfica de las plagas y enfermedades, lo que aumenta la vulnerabilidad de los cultivos y el ganado. Las temperaturas más altas, por ejemplo, pueden favorecer la proliferación de insectos y patógenos que afectan la salud de las plantas y el ganado, reduciendo así los rendimientos (Majeed et al., 2023).

### 4.2.3. Implicaciones diferenciales para la producción agropecuaria industrializada y tradicional

En el caso de la producción agropecuaria industrializada, la dependencia de los monocultivos aumenta su vulnerabilidad frente a plagas y enfermedades, mientras que el uso intensivo de insumos químicos puede reducir la resiliencia de estos sistemas ante las variaciones climáticas (Chávez Caiza y Burbano Rodríguez, 2021; Prajapati et al., 2024). Además, prácticas como la deforestación y la conversión de ecosistemas naturales en tierras agrícolas contribuyen a la pérdida de biodiversidad, al aumento de las emisiones de

GEI (Chávez Caiza y Burbano Rodríguez, 2021) y a la pérdida de servicios ecosistémicos, como la regulación del ciclo del agua y el mantenimiento de la fertilidad del suelo (Verma et al., 2024). Por tanto, los sistemas de producción industrializados son menos capaces de adaptarse a las condiciones climáticas cambiantes.

Por otro lado, la producción agropecuaria tradicional, con sistemas de policultivo y la rotación de cultivos, mejora la salud del suelo y los ecosistemas, e incrementan la diversidad genética, lo que reduce su vulnerabilidad a plagas y enfermedades (Pratap et al., 2024), así como la dependencia de insumos químicos (Arteaga y Burbano, 2018; Chávez Caiza y Burbano Rodríguez, 2021; Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM] et al., 2017; Verma et al., 2024). La integración de árboles y plantas perennes en los sistemas agrícolas, conocida como agroforestería, proporciona sombra, reduce la erosión y mejora la estructura del suelo, aumentando la retención de agua y la captura de carbono (ver Figura 4-3). Lo anterior permite una mayor adaptabilidad a las condiciones cambiantes del clima.

**Figura 4-3.** Vivero comunitario con plantas nativas, Caucasia.



Fuente: Propiedad de los autores.

Sin embargo, los agricultores tradicionales también enfrentan desafíos significativos, como la falta de acceso a tecnología moderna y a recursos financieros, que pueden limitar su capacidad para adaptarse. A menudo, estos agricultores dependen de conocimientos

ancestrales y prácticas locales que, aunque sostenibles, pueden no ser suficientes para enfrentar los impactos cada vez más intensos del cambio climático sin el apoyo adecuado (Arteaga y Burbano, 2018; Chávez Caiza y Burbano Rodríguez, 2021; IDEAM et al., 2017; Verma et al., 2024).

### 4.3 Metodología

El estudio se basa en un enfoque cualitativo (de la Torre & Miguel, 2020; Loayza Maturrano, 2020), lo que permite una comprensión profunda y detallada de las experiencias de los agricultores de las subregiones del Bajo Cauca y Magdalena Medio antioqueños. Se eligió este enfoque para capturar la complejidad y diversidad de las prácticas agrícolas, y los desafíos enfrentados en la región (Figura 4-4) (Alhazmi & Kaufmann, 2022; Breeze, 2023).

**Figura 4-4.** Vista y conversaciones con productores y transformadores agropecuarios.



Fuente: Propiedad de los autores.

El ejercicio realizado buscó analizar la adaptación al cambio climático en el sector agropecuario, para comprender los desafíos y oportunidades en la región, para lo cual se recurrió a la técnica de las entrevistas semiestructuradas. La muestra fue seleccionada utilizando un método de muestreo intencional (Hernández González, 2021), a fin de asegurar la representación de diversas zonas agrícolas dentro de las regiones de estudio. Se entrevistaron a ocho agricultores expertos, con trayectoria en cultivar en la región. Fueron seleccionados considerando su ubicación geográfica, tipo de cultivo y disposición a participar en el estudio. Se caracterizan por ser agricultores propietarios de fincas de distintos tamaños y con una diversidad de cultivo, lo que permite obtener una visión amplia de la producción agropecuaria en la región. Entre los tipos de producción agropecuaria estuvieron: cacao, plátano, miel, producción de búfala, sachá inchi y café.

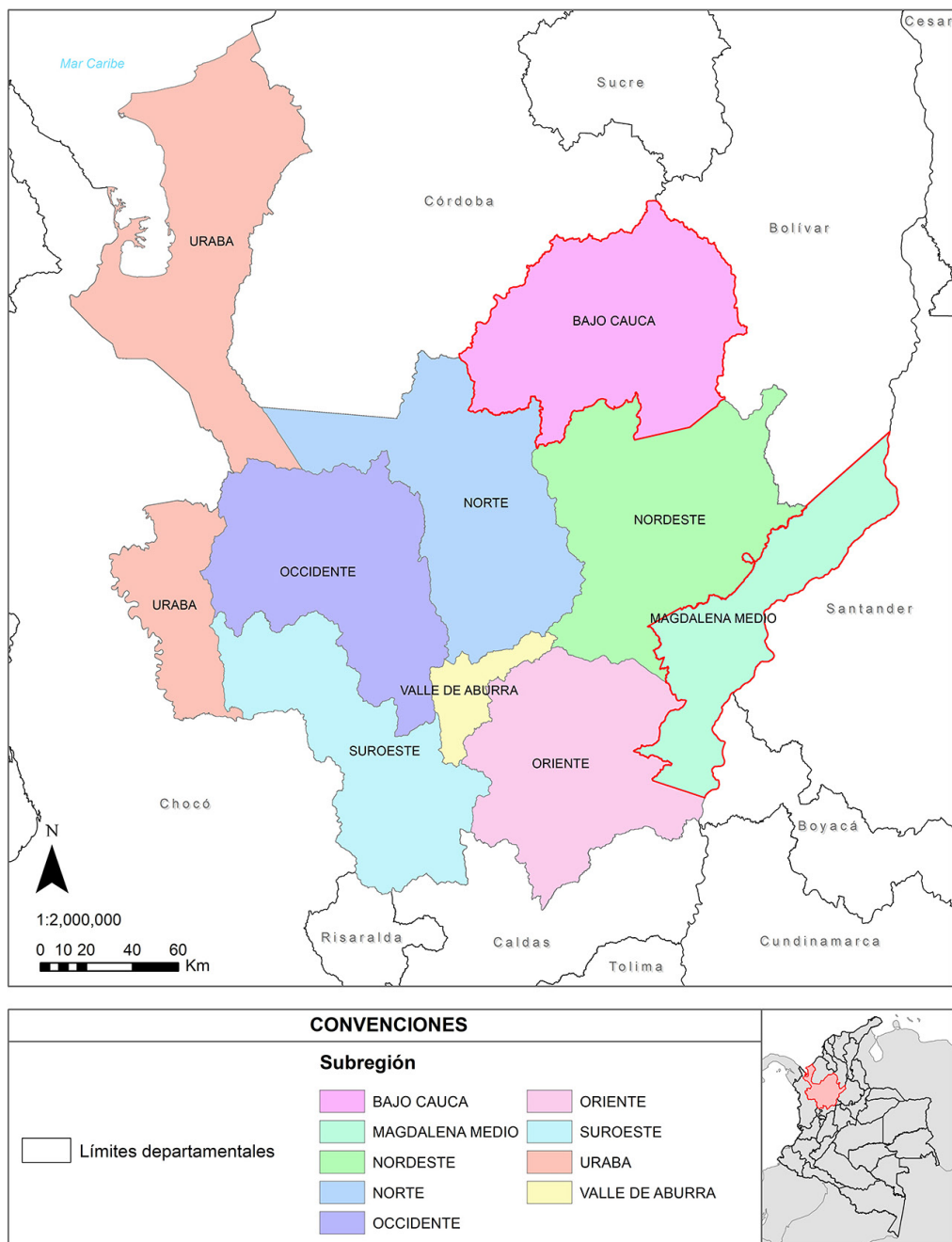
### 4.3.1 Recolección de datos

Las entrevistas se realizaron visitando las unidades productivas agropecuarias de las dos subregiones, permitiendo una interacción directa que facilitó la obtención de información cualitativa y contextualmente rica. Estas entrevistas se centraron en entender las experiencias, percepciones y prácticas actuales de los productores en relación con el cambio climático. Los entrevistados son campesinos líderes regionales con más de 30 años de experiencia como productores, que han impulsado diversos procesos productivos en sus comunidades.

Las preguntas realizadas fueron las siguientes: ¿has notado algún cambio en el clima en los últimos años? ¿Cuáles son los principales cambios que has observado en las temporadas, las lluvias, las temperaturas o en otros aspectos climáticos? ¿Cómo ha afectado el cambio climático tu vida diaria y tu economía? ¿Qué cambios has tenido que hacer para adaptarte? ¿Qué medidas has tomado para adaptarte al cambio climático en tu trabajo agrícola? ¿Has implementado nuevas técnicas o prácticas? ¿Cómo lo ha afectado económicamente este problema? ¿Cómo cree que desde el Estado y otras instituciones lo han apoyado? ¿Cómo cree que como comunidad puede enfrentar el problema y cuáles son las principales soluciones que han llevado a cabo?

### 4.3.2 Análisis de datos

Todas las entrevistas fueron grabadas y luego transcritas. Posteriormente, se ingresaron a una matriz de dos entradas, donde las columnas corresponden a las preguntas y las filas a los cultivos de los entrevistados. Se utilizó el método de análisis de contenido temático para analizar los datos transcritos (Andreotta et al., 2019; de la Torre & Miguel,



**Figura 4-5.** Mapa con las nueve regiones del departamento de Antioquia-Colombia. En rojo se resaltan las zonas de estudio de este ejercicio.

Fuente: Elaboración propia.

2020; Hernández González, 2021). Este método implicó identificar patrones y temas recurrentes en las respuestas de los participantes a las preguntas planteadas. Se detectaron elementos comunes y diferencias significativas en las experiencias y perspectivas de los agricultores sobre el cambio climático.

Es importante precisar que, aunque este estudio se fundamenta en solo ocho entrevistas semiestructuradas, el objetivo no es generalizar estadísticamente los resultados, sino comprender en profundidad las percepciones de los productores agropecuarios representativos en las subregiones de Bajo Cauca y Magdalena Medio frente a los impactos del cambio climático y sus estrategias de adaptación. Se optó por un enfoque cualitativo con muestreo intencional, priorizando la diversidad de cultivos, los tipos de producción y las trayectorias técnicas de los participantes. Esta selección busca capturar la riqueza analítica de experiencias contrastadas, más que una representatividad numérica. Además, el estudio triangula constantemente las percepciones recogidas con fuentes institucionales (como DANE, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], IDEAM y Gobernación de Antioquia) y la literatura científica especializada, lo que otorga mayor solidez y rigor a los hallazgos. Esta estrategia metodológica permite identificar patrones comunes y diferencias relevantes entre los sistemas productivos analizados, contribuyendo a una comprensión contextualizada y útil para orientar decisiones públicas y comunitarias en torno a la adaptación al cambio climático.

## 4.4 Contexto agropecuario de las dos subregiones de estudio

Las dos subregiones objeto de estudio son Bajo Cauca y Magdalena Medio antioqueños (Figura 4-5). Ambas zonas son relevantes para el desarrollo económico del departamento, aunque tienen particularidades en cuanto a actividades económicas y recursos ambientales, que hacen que los impactos y la adaptación al cambio climático sean diferentes como objeto de estudio. A continuación, se presenta un contexto agropecuario de cada subregión y se muestra en qué se ha venido perfilando.

### 4.4.1 Bajo Cauca antioqueño

La subregión tiene una extensión de 8.485 km<sup>2</sup>, equivalente al 13,5% del total del departamento (FAO y Gobernación de Antioquia, 2016). Se ubica al nororiente del departamento, entre las serranías de Ayapel y San Lucas, sobre la cuenca baja de los ríos Cauca y Nechí. Está compuesto por seis municipios: Tarazá, Cáceres, Caucasia, Zaragoza, Nechí y El Bagre. La subregión tiene 228 778 personas, donde el 49,8% son hombres y el 50,2% mujeres. El

municipio más poblado es Caucasia, con 84 717 habitantes. En la subregión las personas se concentran en las cabeceras municipales (63%) y el restante 37% se ubica en los centros poblados y rural disperso (DANE, 2018).

Tiene una vocación marcada en producción ganadera y minera, con actividades secundarias como la producción piscícola y la agricultura. De acuerdo con Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y Agencia de Desarrollo Rural (2019), la subregión presenta un potencial en recursos naturales, ecoturismo, producción agrícola, pecuaria, agroforestal, forestal y acuícola. Esto se debe a su diversidad de clima y suelo. Este potencial no se ha dinamizado debido al fuerte desarrollo de la actividad minera.

Con respecto a las Unidades de Producción Agropecuaria (UPA), la región presentaba 8.051 UPA (DANE, 2014). El municipio con más cantidad de UPA es Cáceres (28%), seguido de El Bagre (22%). Frente a las coberturas y usos del suelo, la que mayor extensión ocupa es el pasto (40,4%), asociado a ganadería, seguido de bosque natural (26,1%) y cultivos (5,4%). En cuanto a cultivos permanentes, la subregión tiene un 3,6% del área total en el departamento y aporta menos del 1% en volumen de producción. Para 2022, el caucho y el cacao eran los cultivos de mayor producción. Los cultivos que más empleos generan son el caucho y el monocultivo de plátano. En menor escala de producción se identifican cultivos de piña, limón Tahití y naranja valencia.

En relación con los cultivos transitorios en la región, los de mayor producción son el arroz tecnificado y el arroz tradicional, y, al mismo tiempo, son los que generan mayor cantidad de empleos agrícolas. El Bajo Cauca aporta el 18,1% del área en cultivos transitorios en el departamento y el 6,6% del volumen de producción. La subregión produce el 100% de la yuca industrial del departamento y el 25% de la yuca tradicional. Según el Anuario Estadístico Agropecuario de Antioquia 2022 (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2023) la agricultura genera 9.380 empleos.

El Bajo Cauca también se destaca por aportar a la producción pecuaria del departamento de Antioquia. Para el 2022 presentaba un total de 347 418 cabezas de ganado, siendo Caucasia el mayor productor de bovinos, seguido de Cáceres. Es la segunda región en producción de caballos y búfalos en el departamento, mientras que en porcicultura y producción de miel alcanza una participación del 15% a nivel departamental en ambos rubros; sin embargo, esta última ha mostrado una tendencia creciente en la región.

A pesar de la riqueza en recursos naturales de la subregión, además de ser un importante productor agropecuario del departamento y el principal productor de oro a nivel nacional, ha sufrido por décadas conflictos sociales, políticos y ambientales profundos, tornándola vulnerable a los efectos del cambio climático.

En la región, la minería como actividad económica se realiza tanto de forma artesanal como tecnificada, legal como ilegal, esta última generando conflictos sociales. Sin importar como se desarrolle, esta actividad genera impactos ambientales (Correa-Argota, 2017). En este contexto, el modelo de desarrollo preponderante de la región es el extractivismo, que, sumado a un débil papel del Estado colombiano frente a la gestión de sus impactos y un tratamiento violento por parte de los actores ilegales, da como resultado una profundización de los conflictos socioambientales, lo que termina afectando el desarrollo social y económico de la región (Montoya-Restrepo, 2024).

Dado que dos ríos importantes, Cauca y Nechí, atraviesan la subregión, y que la población y las principales actividades productivas y extractivas se localizan a lo largo de ellos, son altamente susceptibles a eventos de inundación que generan impactos ambientales y económicos significativos.

Existen otros fenómenos que agudizan la problemática social de la región, como es la presencia de grupos armados al margen de la ley, que se disputan el control territorial y las rentas legales e ilegales, estas últimas relacionadas con el narcotráfico. Las guerras entre estos grupos han traído como consecuencia fenómenos de desplazamiento forzado, asesinatos y prácticas de control social, que sumaban 203 318 víctimas para octubre de 2020 (Comisión de la Verdad Colombia, 2020), lo cual deriva en crisis humanitaria.

Quintero Ramírez y Henao Restrepo (2022) sugieren que los principales problemas ambientales de la región están dados por intervenciones directas del hombre, como la construcción de la hidroeléctrica de Hidroituango, la cual ha modificado las corrientes y el caudal del río Cauca, con la consecuente afectación al ecosistema, la modificación de los ciclos de inundación y la dinámica de nacimiento, migración de peces y otros seres vivos. Otra problemática que vive la población es el deficiente acceso al agua potable, pues se ha demostrado que la reducción de fuentes es consecuencia de los impactos de la acción minera, ganadera, forestal, y de los cultivos de uso ilícito que han deteriorado los bosques y ecosistemas, por lo que la capacidad de generar y almacenar agua disminuye, afectando el abastecimiento hídrico.

También se evidencia el deterioro del suelo y la contaminación de los afluentes causados por la extracción y el procesamiento del oro, actividades que vierten residuos y sedimentos en los ríos. Adicionalmente, hay inadecuado manejo y disposición de residuos, lo cual ha venido en aumento, contaminando las fuentes hídricas y los suelos.

El establecimiento de cultivos ilícitos en el territorio genera no solo problemas de violencia estructurales, pues son los grupos al margen de la ley los encargados de controlar la zona, sino que se incentiva la deforestación, el uso de químicos y las fumigaciones aéreas con glifosato, que contaminan el agua y el suelo, deteriorando aún más los ecosistemas. Otras

actividades extensivas como la ganadería agotan la productividad del suelo y disminuyen los caudales de agua, secan las tierras y eliminan la capa vegetal que aporta a la reducción de temperaturas, especialmente en tiempos secos (Mahecha, 2002; Vilorio de la Hoz, 2007). Finalmente, están los monocultivos forestales, que reducen la diversidad de los territorios donde se cultiva y generan contaminación por el uso de agroquímicos.

Según los reportes de desastres por efectos hidrometeorológicos reportados entre 1970 y 2019, la región del Bajo Cauca es una de las menos afectadas del departamento, siendo las inundaciones, los movimientos en masa y los incendios de cobertura vegetal los eventos climáticos más reportados (Gobernación de Antioquia, 2020). Sin embargo, para el período 2010-2014 tuvo el mayor número de personas afectadas por desastres naturales en el departamento, siendo Caucasia el municipio con mayor número de afectados (100 327), seguido de Nechí (47 026) (Zuliani-Coletti, 2016).

#### 4.4.2 Magdalena Medio

La subregión tiene una extensión de 4.777 km<sup>2</sup>, equivalente al 7,6% del total del departamento (Universidad de Antioquia, s. f.). Se ubica en la cordillera Central y las planicies del río Magdalena. Cuenta con dos unidades fisiológicas: la planicie del río Magdalena y la de Alicante. Está compuesta por seis municipios: Caracolí, Maceo, Puerto Berrío, Puerto Nare, Puerto Triunfo y Yondó.

La región tiene 95 054 habitantes, 48,7% hombres y 51,3% mujeres. El municipio más poblado es Puerto Berrío, con 36 801 habitantes. En la subregión, el 56% de los habitantes se concentra en las cabeceras municipales y el 44% restante se ubica en los centros poblados y rural disperso (DANE, 2018).

En la región, la producción pecuaria es la actividad económica predominante, seguida de la explotación de minerales no metálicos y de la agricultura (FAO y Agencia de Desarrollo Rural, 2019). De acuerdo con el tercer Censo Agropecuario Nacional (DANE, 2014), la región presentaba 4.569 UPA y el municipio con más cantidad de UPA era Maceo (30%), seguido de Yondó (23%). De los usos del suelo, el que mayor extensión presenta es el usado para pastos (47,3%), seguido por bosque natural (22,1%), mientras que para uso de cultivo solo está destinado el 3,7%.

Con respecto a la producción agrícola, en cultivos permanentes la subregión tiene el 1,81% del área en este uso en el departamento y 0,96% en volumen de producción. Los principales cultivos permanentes para el 2022 eran palma de aceite, cacao y plátano en monocultivo, pero los cultivos que más empleos generan son el cacao y la caña procesada (panela) (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2023).

En cuanto a cultivos transitorios, el de mayor producción es el arroz tecnificado, seguido del maíz tradicional. Ambos se destacan también por ser los principales generadores de empleo agrícola en la región. Con respecto al área de producción de cultivos transitorios, el Magdalena Medio tiene el 1,42% del departamento y aporta 0,55% en volumen de producción; junto con el Nordeste, son las regiones con menor participación en este tipo de cultivos. Aunque es una región no agrícola, este sector genera un total de 3.137 empleos. El Magdalena Medio, al igual que el Bajo Cauca, tiene un aporte importante a la producción pecuaria del departamento. La subregión presentó para el 2022 un total de 414 902 cabezas de ganado, siendo Yondó el mayor productor de bovinos (133 792 cabezas), seguido de Puerto Berrío (109 529 cabezas). Por otro lado, en esta región la producción de pesca es mayor que en el Bajo Cauca, pero presenta una menor producción de porcicultura, aves y equinos.

Ambas regiones objeto de estudio comparten riquezas ambientales, pero también historias marcadas por violencia, pobreza y abandono por parte del Gobierno. La región del Magdalena Medio antioqueño es solo una parte del Magdalena Medio colombiano, que cobija ocho departamentos. Desde los años 70, el control total o parcial del territorio ha sido disputado por actores armados –Estado, guerrillas, paramilitares, empresas de narcotráfico–, así como por intereses privados –multinacionales–, generando un desarrollo económico y social relacionado con la violencia (Jaramillo et al., 2021). Estas condiciones sociales vuelven el territorio más vulnerable a los efectos del cambio climático, pues los hechos de violencia impactan directamente en las condiciones económicas de los individuos y las comunidades (Maya-Taborda et al., 2018), y en su capacidad de adaptación. Los principales problemas ambientales identificados en la subregión se relacionan con una importante transformación de los ecosistemas por la actividad minera, un agotamiento del recurso hídrico y un aumento de los GEI generados por los humedales y la deforestación (Universidad de Antioquia, s. f.).

La región del Magdalena Medio antioqueño es la que tiene menos número de eventos reportados a la Dirección Administrativa de Gestión del Riesgo de Desastres (DAPARD) entre 1970 y 2019 (Gobernación de Antioquia, 2020), dato que se contrarresta con el número de personas afectadas por desastres naturales entre 2010 y 2014, pues es la tercera región en el departamento, siendo Yondó (35 503) y Puerto Triunfo (17 246) los dos municipios que reportaron afectados (Zuliani-Coletti, 2016).

Los eventos que ocurren con mayor frecuencia en la región fueron las inundaciones (33%), seguido de vendavales y movimientos en masa. Esto se debe a que la zona se encuentra en la llanura del río Magdalena e históricamente los municipios que componen la región han registrado afectaciones por inundaciones lentas, generando principalmente daños a la infraestructura y los bienes (Gobernación de Antioquia y DAPARD, 2018).

## 4.5 Resultados

De acuerdo con los enfoques descritos en la metodología, se presentan los resultados obtenidos desde cada uno.

### 4.5.1 Análisis de las entrevistas a productores

La producción agropecuaria de diversos productos, como cacao, plátano, miel, búfala, sachá inchi y café, se lleva a cabo utilizando tanto métodos tradicionales como industrializados. Estos enfoques coexisten y se complementan, ofreciendo un panorama de cómo las técnicas ancestrales y modernas pueden converger para mejorar la adaptabilidad y productividad en respuesta a los desafíos actuales, incluyendo los cambios climáticos. En la Tabla 4-1 se presenta una caracterización de la forma en que se cultivan dichos productos.

**Tabla 4-1.** Caracterización de los tipos de producción por cultivo analizado.

Cultivo	Producción tradicional	Producción industrial
Cacao	Pequeños agricultores cultivan cacao bajo sistemas agroforestales que promueven la biodiversidad y la conservación del suelo. Estas prácticas incluyen la fermentación y secado artesanal de los granos, preservando la calidad y el sabor distintivo del cacao regional	Grandes fincas y cooperativas utilizan maquinaria avanzada para el procesamiento del cacao, optimizando la eficiencia en la fermentación y el secado. Esto permite el acceso a mercados más amplios y el cumplimiento de estándares internacionales de calidad
Plátano	Se cultiva en parcelas familiares utilizando técnicas de rotación y policultivo que ayudan a mantener la fertilidad del suelo. La producción tradicional es fundamental para la seguridad alimentaria y el sustento de las comunidades locales	Se emplea tecnología avanzada para optimizar el riego y el control de plagas. La producción a gran escala permite vender el producto en mercados nacionales e internacionales
Miel	Los apicultores locales mantienen colmenas utilizando métodos tradicionales que respetan los ciclos naturales de las abejas, promoviendo la conservación de los ecosistemas	Las operaciones industriales incluyen la mecanización del proceso de extracción y embotellado, que aumenta la capacidad de producción y el control de calidad

Cultivo	Producción tradicional	Producción industrial
Búfala	Los productores a pequeña escala crían búfalos en pastizales naturales y utilizan prácticas de manejo extensivo	Las granjas industriales incorporan tecnologías avanzadas para la alimentación y el manejo sanitario, mejorando la eficiencia y la producción de carne y leche
Sacha inchi	Los pequeños agricultores cultivan sacha inchi en sistemas agroforestales, utilizando métodos de cultivo orgánicos y sostenibles	Las operaciones a mayor escala emplean maquinaria para el procesamiento eficiente de las semillas, facilitando su comercialización en mercados especializados de alimentos saludables
Café	Los caficultores utilizan técnicas de cultivo a pequeña escala, como la cosecha manual y el secado al sol, prácticas tradicionales que garantizan un producto de alta calidad	Las fincas más grandes incorporan tecnología avanzada en el procesamiento y empaquetado del café, impulsando una mayor producción y acceso a mercados internacionales competitivos

## 4.5.2 Análisis horizontal de las entrevistas

El análisis horizontal de las entrevistas consiste en analizar, para cada entrevista, las preguntas realizadas. Lo presentamos a continuación por tipo de cultivo y por categorías, de acuerdo con las preguntas formuladas. Las categorías son: cambios climáticos observados, impacto en la vida diaria y en la economía, medidas de adaptación, apoyo de instituciones y respuestas comunitarias ante el cambio climático.

### Cacao

- **Cambios climáticos observados:** se han observado cambios significativos en las condiciones climáticas. Se reportan temporadas de lluvia irregulares con sequías prolongadas y un aumento en las temperaturas, que afectan el crecimiento de los árboles de cacao. De igual manera, un incremento en la intensidad y la imprevisibilidad de las lluvias, que complican la floración del cacao y los desafíos logísticos en su cadena de suministro.
- **Impacto en la vida diaria y en la economía:** los productores han experimentado una disminución en la producción y calidad del cacao, lo que reduce sus ingresos. También reportan problemas económicos causados por la fluctuación en la disponibilidad y calidad de las materias primas, intensificados por la violencia regional que dificulta las operaciones comerciales y la seguridad de los proveedores.

- **Medidas de adaptación implementadas:** se ha implementado sistemas de riego y sombreado para mitigar el estrés térmico en sus cultivos, además de buscar variedades más resistentes a las condiciones adversas. Se han diversificado los proveedores y mejorado los procesos de almacenamiento para garantizar la calidad de los productos.
- **Apoyo institucional:** los productores expresan que el apoyo del Estado y las instituciones ha sido insuficiente o inadecuado. Los encuestados señalan que hay una falta de respaldo constante frente a los desafíos climáticos, incluso por parte de la industria chocolatera.
- **Respuestas comunitarias:** los productores han trabajado juntamente con sus comunidades para implementar sistemas de riego eficientes y sombreado. Comparten conocimientos y experiencias para mejorar las prácticas agrícolas y adaptarse a los cambios climáticos. Además, han promovido la colaboración con otras empresas y comunidades, para enfrentar tanto los desafíos climáticos como los problemas de violencia.

## Plátano

Se trata de un cultivo esencial en la dieta local. Se produce en diversas escalas, desde pequeños huertos hasta grandes plantaciones, siendo estas últimas uno de los principales monocultivos de la zona.

- **Cambios climáticos observados:** los productores han notado un aumento en la intensidad y la imprevisibilidad de las lluvias, junto con un incremento en las temperaturas. Estos cambios generan estrés en las plantas de plátano, que afecta su crecimiento y desarrollo.
- **Impacto en la vida diaria y en la economía:** el cambio climático ha dañado directamente los cultivos de plátano, lo que ha llevado a modificar prácticas agrícolas existentes para minimizar los impactos negativos. Las lluvias intensas y las inundaciones han provocado pérdidas significativas en la producción, lo que se ha traducido en una disminución notable de ingresos para los productores.
- **Medidas de adaptación implementadas:** los productores han mejorado los sistemas de drenaje en sus plantaciones para evitar inundaciones, una medida esencial para proteger los cultivos durante períodos de lluvia intensa. Se han implementado técnicas para conservar la calidad del suelo, como la rotación de cultivos y el uso de coberturas vegetales que ayudan a mantener la fertilidad del suelo y reducir la erosión. Para reducir la dependencia del plátano como única fuente de ingresos, los productores han comenzado a diversificar sus cultivos. Esta estrategia no solo mejora la resiliencia económica, sino que también promueve la biodiversidad en sus tierras.
- **Apoyo institucional:** aunque ha habido algunos esfuerzos por parte del Estado y otras instituciones para brindar recursos que mejoren la infraestructura de riego, los productores sienten que el apoyo ha sido insuficiente. Los agricultores demandan un apoyo

más consistente y sólido que pueda abordar de manera efectiva los desafíos planteados por el cambio climático en la agricultura.

- **Respuestas comunitarias:** la comunidad ha tenido un papel activo en la búsqueda de soluciones prácticas para adaptarse al cambio climático. Las mejoras en los sistemas de drenaje, la diversificación de cultivos y el intercambio de información sobre gestión del agua son ejemplos de cómo los productores están colaborando para enfrentar los desafíos climáticos. Además, han establecido redes de colaboración que les permiten trabajar conjuntamente para encontrar soluciones innovadoras y efectivas.

## Miel

La apicultura en la región produce miel de alta calidad, valorada por sus propiedades nutritivas y su sabor único. De acuerdo con las estadísticas agropecuarias del departamento, no son las subregiones que más producen en Antioquia; sin embargo, su producción va en aumento.

- **Cambios climáticos observados:** los apicultores han notado que las temporadas de lluvia se han vuelto más impredecibles, con períodos alternos de sequía y lluvia intensa. Estos cambios afectan la floración de las plantas, lo cual a su vez impacta la disponibilidad de néctar para las abejas, un recurso fundamental para la producción de miel.
- **Impacto en la vida diaria y en la economía:** la variabilidad en las temporadas de floración y en la disponibilidad de néctar ha hecho que la producción de miel sea más incierta, obligando a los apicultores a ajustar sus métodos de manejo de colmenas y buscar alternativas para alimentar a sus abejas.
- **Medidas de adaptación implementadas:** para contrarrestar la incertidumbre en la disponibilidad de néctar, los apicultores han comenzado a diversificar las ubicaciones de sus colmenas, asegurando que las abejas tengan acceso a diversas fuentes de néctar en varias áreas. Se ha promovido la conservación de áreas con vegetación nativa para mantener la biodiversidad floral de la cual dependen las abejas. Además, han introducido suplementos alimenticios para las abejas en períodos donde la floración es insuficiente.
- **Impacto económico del cambio climático:** la reducción en la productividad de las colmenas, debido a los cambios climáticos, ha resultado en una disminución de ingresos para los apicultores, impactando su estabilidad económica.
- **Apoyo institucional:** los apicultores han recibido un apoyo limitado por parte de las instituciones estatales y de otras organizaciones. Aunque se han ofrecido algunas capacitaciones, necesitan más recursos y programas específicos y continuos que aborden directamente los desafíos impuestos por el cambio climático en la apicultura.
- **Respuestas comunitarias:** la comunidad apícola ha puesto en marcha iniciativas para adaptarse a los retos climáticos, a través de la diversificación de las fuentes de alimento para las abejas y la promoción de la conservación de la vegetación nativa. Se han for-

mado asociaciones y cooperativas que permiten a los apicultores compartir recursos, información y obtener apoyo colectivo, lo cual es esencial para mejorar la resiliencia de sus operaciones ante el cambio climático.

## Búfala

La cría de búfalos es una actividad en crecimiento en la región, que ofrece carne y leche de alta calidad.

- **Cambios climáticos observados:** los productores se han visto afectados por las alteraciones en las temporadas de lluvia, con períodos de sequía más prolongados, alternando con lluvias más intensas. Las temperaturas también han aumentado, impactando negativamente el bienestar y la productividad de las búfalas.
- **Impacto en la vida diaria y en la economía:** las altas temperaturas y la irregularidad en las precipitaciones han afectado la disponibilidad de pasto y agua, esenciales para la alimentación e hidratación de las búfalas, lo que ha resultado en una disminución en la producción de leche.
- **Medidas de adaptación implementadas:** se han implementado sistemas de riego más eficientes para asegurar el suministro de agua a los animales durante las épocas de sequía. Se han introducido variedades de pasto más resistentes al calor y se han mejorado las técnicas de gestión de pastizales para optimizar su producción. Además, se han buscado alternativas para el almacenamiento y conservación de alimentos, con el fin de asegurar recursos durante las épocas de escasez.
- **Impacto económico del cambio climático:** el cambio climático afecta la calidad y cantidad de pasto disponible para alimentar a los animales, lo que reduce la producción de leche y afecta los ingresos de los productores.
- **Apoyo institucional:** si bien ha habido iniciativas y programas estatales destinados a mejorar la eficiencia en la producción de leche y a promover prácticas sostenibles, los productores sienten que aún falta un respaldo más sólido y recursos adicionales para enfrentar efectivamente los desafíos impuestos por el cambio climático.
- **Respuestas comunitarias:** la comunidad de productores ha trabajado conjuntamente para mejorar los sistemas de riego y desarrollar estrategias de manejo de pastos adaptadas a las nuevas condiciones climáticas. También han compartido conocimientos y experiencias sobre conservación de agua y adaptación climática, lo que ha permitido una mejora en la resiliencia general de sus operaciones.

## Sacha inchi

El sacha inchi es un cultivo emergente, conocido por su alto contenido de ácidos grasos omega-3 y proteínas.

- **Cambios climáticos observados:** los productores se han visto afectados por las alteraciones en las temporadas de lluvia, con períodos de sequía más prolongados, alternando con lluvias más intensas. Las temperaturas también han aumentado, afectando el crecimiento y desarrollo de las plantas.
- **Impacto en la vida diaria y en la economía:** las condiciones climáticas cambiantes han afectado el rendimiento de las plantaciones y la calidad de las semillas. Esto ha requerido que los productores realicen ajustes significativos en el manejo de las plantaciones para mantener una producción viable.
- **Medidas de adaptación implementadas:** se han implementado sistemas de riego por goteo y captación de agua de lluvia, lo que ayuda a manejar mejor los recursos hídricos y asegurar el riego durante períodos de sequía. Los productores han diversificado las áreas de cultivo y explorado variedades de sachu inchi más resistentes a las condiciones climáticas adversas. También se han implementado prácticas de manejo del suelo para conservar la humedad y mejorar la resiliencia de las plantaciones.
- **Impacto económico del cambio climático:** las fluctuaciones en las condiciones climáticas han reducido la cantidad y calidad de las semillas, lo que disminuye los ingresos. Además, la inversión en nuevas tecnologías y prácticas de adaptación ha implicado costos adicionales.
- **Apoyo institucional:** los productores sienten que el apoyo del Estado y de otras instituciones ha sido insuficiente, especialmente en lo que respecta a la adaptación específica al cambio climático para el cultivo de sachu inchi. Aunque se han ofrecido algunas capacitaciones relacionadas con la agricultura sostenible, falta un respaldo más fuerte y recursos específicos para enfrentar los desafíos del cambio climático.
- **Respuestas comunitarias:** la comunidad ha trabajado en el desarrollo de una cadena de abastecimiento robusta, enfocándose en el mejoramiento genético, seleccionando plantas que soportan mejor las condiciones cambiantes. Además, se han realizado intervenciones grupales en las fincas, como convites para el mejoramiento de las vías, lo que facilita el transporte y la logística.

## Café

El café es un producto icónico de Colombia, y su producción en el Bajo Cauca y Magdalena Medio es vital para la economía local.

- **Cambios climáticos observados:** los productores han notado cambios en las temporadas de lluvia, que se han vuelto más cortas o intensas, y períodos de sequía más prolongados. Además, han observado un aumento en las temperaturas, especialmente durante los meses más cálidos.
- **Impacto en la vida diaria y en la economía:** las variaciones climáticas han afectado la producción y calidad del café, y han aumentado la incidencia de plagas y enfermedades.

Estos factores tienen un impacto significativo en la economía de los productores al reducir la cantidad de café disponible para la venta y comprometiendo su calidad.

- **Medidas de adaptación implementadas:** los productores están explorando y cultivando variedades de café más resistentes al clima cambiante, capaces de soportar mejor las altas temperaturas y las variaciones en las precipitaciones. Esta estrategia ayuda a asegurar la producción y mantener la calidad del café en condiciones climáticas adversas. Han implementado técnicas de manejo del agua y de riego más eficientes, y han mejorado la gestión de sus plantaciones, incorporando prácticas de conservación del suelo.
- **Impacto económico del cambio climático:** el cambio climático ha reducido la producción y la calidad del café, generando pérdidas económicas. Los productores enfrentan costos adicionales relacionados con el control de enfermedades y plagas, lo que representa una amenaza para la sostenibilidad de sus operaciones.
- **Apoyo institucional:** los productores han recibido apoyo en forma de capacitaciones y asistencia técnica de instituciones estatales y organizaciones relacionadas con el sector del café. Estos recursos han incluido información sobre prácticas de manejo sostenible y financiamiento para implementar medidas de adaptación.
- **Respuestas comunitarias:** es necesario fomentar la colaboración entre productores de café y organizaciones industriales y gubernamentales para compartir conocimientos, recursos y mejores prácticas. Además, la comunidad ha trabajado en la diversificación de cultivos y la búsqueda de mercados alternativos, así como en la implementación de sistemas de alerta temprana y medidas de seguridad para proteger a los agricultores y su entorno.

### 4.5.3 Análisis vertical de las entrevistas

**¿Has notado algún cambio en el clima en los últimos años? ¿Cuáles son los principales cambios que has observado en las temporadas, las lluvias, las temperaturas u otros aspectos climáticos?**

La respuesta a esta pregunta revela una percepción generalizada de cambios significativos en el clima entre varios productores agrícolas, abarcando cultivos de cacao, plátano, miel, búfalas, sachá inchi y café.

Cambios comunes observados:

- **Irregularidad en las temporadas de lluvia:** todos los productores reportan variaciones en las temporadas de lluvia, con tendencias hacia sequías más prolongadas y lluvias más intensas. Esta irregularidad complica la planificación agrícola y afecta negativamente los cultivos y la ganadería.

- **Aumento de las temperaturas:** casi todos los productores han notado un aumento general en las temperaturas. Este aumento es especialmente notable durante los meses más cálidos, impactando el crecimiento y bienestar de las plantas y animales, causando estrés y afectando su desarrollo y productividad.

#### Impacto en la agricultura:

- Para los productores de cacao, las lluvias impredecibles y el aumento de la temperatura afectan el crecimiento y la floración de las plantas, lo cual puede disminuir la producción.
- En el caso del plátano, la combinación de alta temperatura y variabilidad en la lluvia dificulta el desarrollo saludable de las plantas.
- Los apicultores observan una disminución en la disponibilidad de flores y néctar para las abejas, lo que reduce la producción de miel.
- Para los productores de búfalas, los cambios en el clima afectan la disponibilidad de recursos como pasto y agua, que impacta la producción lechera.
- En el cultivo de sacha inchi, los cambios en el clima han afectado el crecimiento y desarrollo de las plantas.

#### **¿Cómo ha afectado el cambio climático tu vida diaria y tu economía? ¿Qué cambios has tenido que implementar para adaptarte?**

La segunda pregunta nos permite comprender cómo el cambio climático ha influido en la vida diaria y en la economía de los productores de diversos cultivos y productos.

#### Disminución de la producción:

- **Cacao:** las sequías prolongadas y las altas temperaturas han reducido la producción, lo que llevó a la implementación de sistemas de riego adicionales y protección contra el estrés térmico.
- **Miel:** las variaciones en la floración y en la disponibilidad de néctar han afectado la producción de miel, obligando a los apicultores a diversificar las fuentes de alimento para las abejas.
- **Búfala:** la falta de lluvia y el aumento de las temperaturas han disminuido la disponibilidad de pasto y agua, impactando negativamente la producción de leche.
- **Sacha inchi:** los cambios climáticos han afectado el rendimiento y la calidad de las semillas, requiriendo ajustes en el manejo de riego y el cuidado de las plantaciones.
- **Café:** las alteraciones en los patrones de lluvia y el aumento en la incidencia de plagas y enfermedades han afectado la calidad y cantidad del café producido.

Las estrategias de adaptación también impactan la economía de los productores, debido a la necesidad de invertir en nuevas técnicas. Además de las mencionadas, resultaron otros dos ítems:

- **Mejora en la infraestructura y prácticas de cultivo:** el ajuste de técnicas agrícolas y la mejora en la infraestructura de plantaciones y sistemas de riego son respuestas habituales para combatir los efectos adversos del cambio climático.
- **Impacto económico:** todos los productores reportan un impacto económico negativo debido al cambio climático, dado por la reducción de ingresos a causa de la disminución en la producción y calidad, así como del aumento en los costos debido a los procesos de adaptación y mitigación del cambio climático.

### **¿Qué medidas has tomado para adaptarte al cambio climático en tu trabajo agrícola? ¿Has implementado nuevas técnicas o prácticas?**

Este análisis se enfoca en cómo diferentes productores agrícolas y ganaderos han respondido a los desafíos impuestos por el cambio climático, mediante la implementación de nuevas técnicas y prácticas. La pregunta aborda las adaptaciones específicas adoptadas para mitigar los efectos adversos del cambio climático en diversas producciones.

Medidas comunes de adaptación:

- **Sistemas de riego mejorados:** todos los sectores enfatizaron la importancia del manejo eficiente del agua. Han optado por mejorar o implementar nuevos sistemas de riego adaptados, y por captar agua de lluvia como prácticas comunes para combatir la irregularidad en las precipitaciones y las sequías prolongadas.
- **Diversificación de cultivos y variedades resistentes:** los productores han buscado formas de mitigar los impactos del cambio climático, que van desde la selección de cultivos y pastos más resistentes, hasta la diversificación de las fuentes de alimentación en la apicultura y la ganadería. Estas estrategias no solo ayudan a mantener la producción, sino que también mejoran la resiliencia de las plantaciones frente a cambios extremos en el clima.
- **Manejo y conservación del suelo:** las prácticas de conservación del suelo para mantener la humedad y mejorar la estructura del suelo ayudan a enfrentar el aumento de las temperaturas y los cambios en los patrones de la lluvia.
- **Protección contra el estrés térmico y manejo del agua:** algunos productores, especialmente de cacao y café, han implementado técnicas de sombreado y otros métodos para proteger sus cultivos del calor excesivo y gestionar mejor el agua disponible.
- **Colaboraciones y medidas de seguridad:** en regiones afectadas por la violencia y el cambio climático, se han establecido colaboraciones con organizaciones locales e implementado medidas de seguridad para proteger a los proveedores y empleados.

Estas adaptaciones han ayudado a mantener la viabilidad económica de las operaciones agrícolas en un entorno cambiante. Sin embargo, implican costos adicionales y requieren una inversión continua en conocimientos y recursos, destacando la necesidad de más apoyo por parte de las instituciones estatales y las organizaciones del sector.

La respuesta comunitaria ha incluido el desarrollo de cadenas de abastecimiento robustas y cooperación para el mejoramiento genético de las plantas, destacando la importancia de la colaboración y el intercambio de conocimientos entre productores para una adaptación más efectiva.

### ¿Cómo lo ha afectado económicamente este problema?

Impactos económicos comunes:

- **Disminución de la producción y la calidad:** todos los productores reportan una disminución significativa en la producción y la calidad de sus productos, debido a las condiciones climáticas adversas como sequías, lluvias intensas, altas temperaturas y presencia de plagas y enfermedades.
- **Pérdida de ingresos:** la reducción en la cantidad y calidad de la producción ha llevado a una disminución directa en los ingresos para todos los productores. Esto se debe a una menor cantidad de producto disponible para la venta y la reducción en los precios, debido a la calidad comprometida.
- **Incremento en costos de producción:** los productores han tenido que invertir en tecnologías y prácticas de adaptación, como sistemas de riego mejorados, variedades resistentes y medidas de protección contra el calor y plagas, lo cual ha incrementado sus costos operativos.

Respuestas específicas:

- **Cacao y café:** los productores han implementado sistemas de riego y sombreado, además de explorar variedades resistentes. Sin embargo, la necesidad de mantener y mejorar estas adaptaciones ha incrementado los costos.
- **Plátanos y miel:** las inundaciones y cambios en las temporadas de floración han requerido prácticas intensivas de manejo del agua y diversificación de fuentes de alimentación, respectivamente.
- **Búfala:** la falta de lluvias ha afectado tanto la calidad como la cantidad de la leche, generando un impacto económico en los productores.
- **Sacha inchi:** afectación en la calidad y cantidad de las semillas, disminuyendo los ingresos de los cultivadores, sumada a las inversiones realizadas en tecnologías y prácticas de adaptación, lo que ha implicado costos adicionales.

- **Café:** las altas temperaturas y las enfermedades han reducido la producción y la calidad del café.

El aumento en los costos de producción y la disminución en los ingresos están presionando la estabilidad financiera de los productores, poniendo en riesgo la sostenibilidad de sus negocios a largo plazo.

### ¿Cómo lo han apoyado desde el Estado y otras instituciones?

Este análisis aborda las percepciones de los productores sobre el nivel y la eficacia del apoyo recibido por parte del Estado y otras instituciones para enfrentar los desafíos del cambio climático en diversas áreas agrícolas y de producción.

Percepciones comunes sobre el apoyo institucional:

- **Apoyo limitado:** la mayoría de los productores sienten que el apoyo del Estado y de otras instituciones ha sido insuficiente frente a la magnitud de los desafíos impuestos por el cambio climático. Aunque han recibido algunas capacitaciones y asistencia técnica, mencionan una falta de respaldo continuo y específico para sus necesidades particulares.
- **Falta de recursos específicos:** muchos indican que hay una carencia de recursos y programas específicamente diseñados para ayudarles a adaptarse efectivamente al cambio climático. Esto incluye falta de inversiones en infraestructura esencial como sistemas de riego y medidas para mejorar la resiliencia climática de los cultivos.
- **Capacitaciones ocasionales:** si bien se han ofrecido capacitaciones sobre prácticas agrícolas sostenibles, los productores expresan que no son suficientes para abordar todas las complicaciones que enfrentan, particularmente en situaciones extremas o emergentes relacionadas con el clima.

Impacto por sector:

- **Cacao:** observan que, a pesar de cierto enfoque en el sector agrícola general, las necesidades específicas de industrias como la del chocolate a menudo no son completamente cubiertas, especialmente en términos de integración en la cadena de suministro y manejo avanzado de cultivos.
- **Apicultura y ganadería (búfala):** resaltan la falta de programas que aborden los retos específicos de sus producciones, como la gestión del agua y el manejo de la vegetación frente a condiciones climáticas adversas.
- **Sacha inchi:** el apoyo es percibido como insuficiente para enfrentar retos específicos del cultivo, como la adaptación de las plantas a las condiciones climáticas extremas y el manejo del suelo.

- **Café:** en contraste con los demás productores, los cafetaleros consideran que han recibido apoyo financiero, concretamente destinado a capacitaciones y asistencia técnica para implementar medidas de adaptación. No obstante, consideran que aún se pueden realizar mayores esfuerzos en la promoción de políticas y programas específicos para enfrentar los desafíos del cambio climático en la producción de café.

### **¿Cómo puede enfrentar el problema como comunidad? y ¿cuáles son las principales soluciones que han implementado?**

Este análisis examina cómo diferentes comunidades agrícolas han colaborado y respondido colectivamente a los desafíos impuestos por el cambio climático, enfocándose en las soluciones implementadas y las estrategias de cooperación que han resultado ser efectivas.

Soluciones comunes:

- **Implementación de sistemas de riego mejorados:** varias comunidades han adoptado sistemas de riego más eficientes, como el riego por goteo, para manejar mejor el agua ante la irregularidad de las precipitaciones y las sequías.
- **Técnicas de sombreado y manejo del suelo:** en las plantaciones de cacao y café se han implementado técnicas de sombreado para proteger los cultivos del calor excesivo. Se han llevado a cabo además prácticas mejoradas de manejo del suelo para preservar la humedad y mejorar la fertilidad.
- **Diversificación de cultivos y fuentes de alimento:** la diversificación ha sido una estrategia clave para reducir la dependencia de un solo cultivo o fuente de alimento, aumentando así la resiliencia frente a los impactos climáticos y económicos adversos.
- **Conservación y mejoramiento genético:** algunas comunidades han promovido la conservación de áreas con vegetación nativa y han trabajado en el mejoramiento genético de las plantas, para desarrollar variedades más resistentes a las condiciones climáticas cambiantes.
- **Redes de colaboración y cooperativas:** se han formado redes y cooperativas donde los productores, junto con instituciones y organizaciones, comparten conocimientos, recursos y trabajan conjuntamente en soluciones innovadoras.
- **Impacto y efectividad:** estas respuestas comunitarias no solo han mejorado la capacidad de adaptación individual de los agricultores, sino que también han fortalecido la cohesión comunitaria y la capacidad de respuesta colectiva frente a los desafíos compartidos.
- **Enfoque en la cooperación y colaboración con instituciones:** la cooperación entre agricultores, organizaciones de la industria y entidades gubernamentales ha sido crucial para ampliar el acceso a recursos, conocimientos y tecnologías.

- **Mejoramiento de infraestructura:** en algunos casos, como en las fincas con cultivos de *sacha inchi*, las comunidades han colaborado en intervenciones grupales para mejorar la infraestructura, como las vías de acceso, lo que facilita la logística y el transporte.

## 4.6 Discusión

Todos los productores entrevistados de las zonas de estudio han aceptado que el cambio climático existe. Lo han percibido a través de un aumento en la intensidad y la imprevisibilidad de las lluvias, junto con un incremento en las temperaturas. Esto implica una dificultad para planificar de forma más acertada y eficiente los procesos agrícolas. Este fenómeno ha sido altamente demostrado en otros estudios (López Feldman y Hernández Cortés, 2016), no solo en regiones similares (Fierros-González & López-Feldman, 2021a), sino en otros lugares del mundo (Hyland et al., 2016; Jaramillo-Villanueva et al., 2022; Mertz et al., 2009).

La variabilidad de los climas ha generado impactos en las actividades agropecuarias de manera diferente según el tipo de producto. Por ejemplo, las variaciones climáticas afectan la floración en el caso del cacao, el plátano y las plantas que generan los alimentos de las abejas, afectación en la calidad de las semillas en el caso del cultivo de *sacha inchi* y afectaciones en la calidad del grano del café. Dichos problemas han sido estudiados en otras regiones, como es el caso de la producción de cacao en la región de Tabasco (México), donde las variaciones climáticas han generado inhibición de la floración, producción de vainas más pequeñas y madurez temprana del fruto (Pérez Sosa y Granados Ramírez, 2020). Por otro lado, Jaramillo-Villanueva et al. (2022) demostraron que la calidad de las semillas se ve afectada por la alteración en la acumulación de nutrientes durante la maduración de los embriones, lo que afecta el contenido nutricional total y la producción de semillas. El aumento de los niveles de CO<sub>2</sub> y los cambios de temperatura pueden influir en estos procesos, separando los efectos maternos de los efectos embrionarios durante el desarrollo de las semillas.

El cultivo de café también resulta afectado, así como la economía de los productores. En México se identificó que las variaciones climáticas impactan el valor de la tierra, y que dichas afectaciones varían según el tipo de productor y la variedad de café cultivada, siendo los pequeños caficultores los más afectados (Jaramillo-Villanueva et al., 2022). La producción de café en el mundo depende en gran medida de dos variedades (*robusta* y *arábica*), con una diversidad genética limitada, lo cual hace aún más vulnerable este cultivo a las plagas y enfermedades (Bracken et al., 2023). Por ello es importante establecer estrategias para mitigar la vulnerabilidad del café y la dependencia de este cultivo.

El cambio climático afecta la economía de los agricultores al reducir la productividad agraria, lo que incide en la seguridad alimentaria y en los medios de vida rurales. No obstante, los productores han encontrado medidas para adaptarse a los cambios meteorológicos. Dichas medidas cambian según el nivel de lluvias, el tipo y tamaño del cultivo, así como la disponibilidad de dinero, conocimiento y tecnología. Estas estrategias tienen como objetivo mejorar la resiliencia contra los impactos de la variabilidad climática, buscando una producción sostenible.

Entre los principales mecanismos de adaptación al cambio climático se encuentran: sistemas agroforestales y técnicas de sombreado (Megbetor & Boateng, 2023), que ayudan a los cultivos a disminuir el estrés térmico y mejoran el manejo del agua en el suelo; adaptación genética (Buxton, 2020) para lograr variedades más resistentes; agroecología y diversificación de cultivos para mejorar la salud del suelo, y controlar plagas y enfermedades (Altieri y Nicholls, 2013; Castillo Gámez et al., 2022; López Feldman y Hernández Cortés, 2016). Otras estrategias halladas en la literatura y en los cultivos estudiados son la técnica de rotación de cultivos y el uso de coberturas vegetales, con el objetivo de incrementar la materia orgánica y mejorar las propiedades físicas y químicas del suelo, prácticas que además contribuyen a la reducción de emisiones de GEI (Cañas Suárez et al., 2024).

El manejo eficiente del agua dentro de los procesos agrícolas es vital en la adaptación al cambio climático. Existen diversas estrategias que buscan mejorar la resiliencia y sostenibilidad de los cultivos, desarrolladas por productores, la industria y la academia, con el fin de apoyar el manejo eficiente del agua, tales como los sistemas de riego por goteo, las técnicas para la captación de agua en los cultivos, el riego deficitario y los sistemas de drenaje en plantaciones (Chouhan et al., 2023; Megbetor & Boateng, 2023).

La apicultura es una de las actividades en auge en la región de estudio; sin embargo, enfrenta riesgos frente al cambio climático, abordables desde dos enfoques: el físico-biológico de las plantas y las abejas, que obliga a los campesinos a reubicar las colmenas e implementar nuevas alternativas de alimentación para las abejas, como la conservación de vegetación nativa y el uso de suplementos alimenticios; y el socioeconómico, que conlleva que los productores abandonen la actividad debido a la reducción de la rentabilidad (Castellanos-Potenciano et al., 2016).

En países como España se han identificado otras alternativas agroecológicas para el manejo de la salud de las colmenas, como la selección de variedades de abejas más adaptadas a los cambios climáticos, manejo adecuado de la abeja reina, educación para los apicultores y estrategias apoyadas en la cooperación entre productores (López i Gelats et al., 2017).

Las adaptaciones al cambio climático presentan múltiples limitaciones ambientales, económicas y tecnológicas que dificultan a los productores agrícolas aplicarlas. La principal barrera a la que se enfrentan los agricultores es la inversión en nuevas tecnología y prácticas de adaptación. Cada alternativa incrementa la inversión o los costos de los procesos productivos, con el agravante de que hay acceso limitado a recursos financieros (Fierros-González & López-Feldman, 2021). La adquisición de tecnología de punta no solo requiere inversión, sino también que los productores tengan acceso a la información sobre prácticas y tecnologías innovadoras, además de que la región cuente con investigación (Megbeto & Boateng, 2023).

Los productores se sienten abandonados y consideran que el apoyo institucional (público y privado) es insuficiente. Así, las estrategias de adaptación que se implementan son solo las que pueden lograrse con el limitado conocimiento y capacidad de inversión que tienen. Los trabajos realizados hasta ahora sugieren que las políticas deben proporcionar el marco y los recursos necesarios para implementar estrategias eficaces, es decir, que, además del acceso a recursos económicos, los productores cuenten con desarrollo tecnológico, conocimiento y asesoría en los procesos de implementación de la tecnología, fundamental para que se adapten al cambio climático y propendan por la sostenibilidad de la producción y, con ello, la seguridad alimentaria (Altieri y Nicholls, 2013; Chouhan et al., 2023; López Feldman y Hernández Cortés, 2016; Fierros-González & López-Feldman, 2021). Las políticas deben dirigirse a todos los tipos de cultivos, no solo a los cultivos estratégicos para la economía, como el café, dado que esta parcialización no garantiza la soberanía alimentaria de las comunidades.

A pesar del poco apoyo que han recibido los productores, han encontrado estrategias para implementar las medidas que ya se han venido discutiendo, como el trabajo comunitario. La adaptación a la variabilidad climática no es algo nuevo para muchas sociedades, que ya han acumulado una historia frente a diferentes tipos de eventos, lo que conlleva un acervo de experiencias y conocimientos que ahora se consideran como un recurso importante para la adaptación (Oviedo Carrillo, 2014). Actualmente, en la zona de estudio, los productores de plátano y cacao comparten conocimientos y experiencias sobre mejores prácticas con la comunidad y las empresas del sector, promoviendo el intercambio de información y el trabajo conjunto en la región para adaptarse. Estas estrategias han demostrado tener mayor relevancia que otros sistemas de adaptación; sin embargo, es necesario afianzar un sistema de gobernanza de los recursos naturales desde las mismas comunidades (Oviedo Carrillo, 2014).

La formación de asociaciones y cooperativas para compartir recursos, información y obtener apoyo colectivo es una estrategia clave para ayudar a los agricultores a enfrentar el cambio climático. Este tipo de organizaciones pueden dar una respuesta más efectiva,

solidaria y sostenible ante los retos del cambio climático, promoviendo prácticas resilientes y sostenibles que beneficien tanto al medio ambiente como a las comunidades rurales. Como resultado de estas estrategias de trabajo comunitario, los productores de sancha inchi, un cultivo en crecimiento, han logrado mejorar las vías de acceso a sus cultivos, creando una cadena de abastecimiento comunitario robusta que les ha permitido sacar sus productos a la venta con menores costos.

En el mismo sentido, la colaboración entre productores de café, organizaciones industriales y gubernamentales ha permitido compartir conocimientos, recursos y mejores prácticas. Gracias a la unión de sus esfuerzos, han encontrado mercados alternativos y han logrado implementar sistemas de alerta temprana y medidas de seguridad para proteger a los agricultores y su entorno (Rivera-Rojo et al., 2024).

## 4.7 Conclusiones

Los productores perciben el cambio climático como un fenómeno que afecta negativamente sus cultivos en cuanto a producción y costos, pues no solo han tenido pérdidas por el exceso o ausencia de lluvias, sino que también se han visto obligados a realizar inversiones no previstas implementando estrategias de mitigación o adaptándose a los efectos de dicho cambio.

Uno de los mecanismos de adaptación más aceptados y ampliamente implementados es la gestión de los recursos hídricos. Todos los productores reconocen la necesidad de ajustar sus prácticas de manejo del agua, como la implementación de sistemas de riego más eficientes o la captación de agua de lluvia, para mitigar el impacto de la variabilidad en las precipitaciones y las temperaturas elevadas. Sin embargo, estas prácticas requieren inversión, además de conocimientos y capacitación para su manejo.

Los productores plantean que se necesitan más inversiones en investigación y desarrollo de tecnologías de adaptación, así como crear políticas que fomenten prácticas resilientes sostenibles. A pesar de estas demandas, no se identifican programas efectivos que apoyen a los productores. Esto se evidencia en la percepción de los entrevistados, quienes manifiestan la falta de soporte institucional, pues requieren más apoyo por parte de entidades gubernamentales, empresas con grandes capitales y organizaciones relacionadas con la industria, para poder adaptarse de mejor manera al cambio climático.

Además de capacitación y apoyo con proyectos, investigación y financiación para implementar adecuaciones para la gestión del agua y de otras prácticas agropecuarias soste-

nibles, también requieren diversificación y mejora genética. Los productores están explorando variedades más resistentes a las nuevas condiciones climáticas, y diversificando sus cultivos o animales para reducir la vulnerabilidad ante estos cambios extremos. Otra estrategia encontrada es la cooperación entre productores de la región, quienes están enfocados en el intercambio de información y en trabajar conjuntamente. Se identificaron casos de trabajo cooperativo para implementar soluciones de adaptación y capacitación comunitaria, con el fin de disminuir los impactos crecientes del cambio climático. A estas iniciativas deben sumarse, además de los agricultores, las instituciones de investigación y el Gobierno.

## 4.8 Referencias

- Al Jbawi, E. (2020). Effect of Climate Change on Agriculture. *International Journal of Environment*, 9(1). <https://doi.org/10.3126/ije.v9i1.27653>
- Alhazmi, A. A., & Kaufmann, A. (2022). Phenomenological Qualitative Methods Applied to the Analysis of Cross-Cultural Experience in Novel Educational Social Contexts. *Frontiers in Psychology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.785134>
- Altieri, M. A. y Nicholls, C. I. (2013). Agroecología y resiliencia al cambio climático: principios y consideraciones metodológicas. *Agroecología*, 8(1), 7-20.
- ANT, Agencia Nacional de Tierras. (2024). Resguardos Indígenas Legalizados de Colombia. In <https://www.colombiaenmapas.gov.co/?u=0&t=41&servicio=105>
- Andreotta, M., Nugroho, R., Hurlstone, M. J., Boschetti, F., Farrell, S., Walker, I., & Paris, C. (2019). Analyzing Social Media Data: A Mixed-Methods Framework Combining Computational and Qualitative Text Analysis. *Behavior Research Methods*, 51(4), 1766-1781. <https://doi.org/10.3758/s13428-019-01202-8>
- Arias-Robles, M., & Alarcón, S. (2021). Economic Efficiency of Colombian Agricultural Companies: An Empirical Study of Stochastic Production Frontiers. *DYNA*, 88(216), 48-54. <https://doi.org/10.15446/dyna.v88n216.85925>
- Arteaga, L. E. y Burbano, J. E. (2018). Efectos del cambio climático: una mirada al campo. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 35(2), 79-91. <https://doi.org/10.22267/rcia.183502.93>
- Bastidas Marulanda, A. D. (2020). La producción agropecuaria de Antioquia: un índice de los municipios agropecuarios. *Ensayos de Economía*, 30(56), 151-184. <https://doi.org/10.15446/ede.v30n56.77580>
- Bracken, P., Burgess, P. J., & Girkin, N. T. (2023). Opportunities for Enhancing the Climate Resilience of Coffee Production through Improved Crop, Soil and Water Management. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 47(8), 1125-1157. <https://doi.org/10.1080/21683565.2023.2225438>
- Breeze, R. (2023). Signalling Reflexivity and Complexity: A Step Analysis of Methods Sections in Qualitative Social Science Research. *ESP Today*, 11(1), 138-159. <https://doi.org/10.18485/esptoday.2023.11.1.7>
- Brenes Rojas, P., Vargas Meneses, C. y Ulloa Hidalgo, R. (2022). Guía técnica para un plan de manejo integral de finca agropecuaria desde un enfoque sistémico con miras a la adaptación al cambio climático. *Biocenosis*, 33(2), 51-65. <https://doi.org/10.22458/rb.v33i2.4546>
- Buxton, D. N. B. (2020). Climate Change Responses of Cocoa Farmers in Ghana. *International Journal of Environment and Climate Change*, 10(8), 26-35. <https://doi.org/10.9734/ijec/2020/v10i830215>

- Calvin, K., Dasgupta, D., Krinner, G., Mukherji, A., Thorne, P. W., Trisos, C., Romero, J., Aldunce, P., Barrett, K., Blanco, G., Cheung, W. W. L., Connors, S., Denton, F., Diongue-Niang, A., Dodman, D., Garschagen, M., Geden, O., Hayward, B., Jones, C., ... Ha, M. (2023). IPCC, 2023: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland. <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>
- Cañas Suárez, A. J., Flores Bazurto, E. E., Vélez González, R. R. y Avilés Camacho, E. J. (2024). Manejo y conservación de suelos en el Ecuador como medida de mitigación al cambio climático. *RECIMUNDO*, 8(2), 422-436. [https://doi.org/10.26820/recimundo/8.\(2\).abril.2024.422-436](https://doi.org/10.26820/recimundo/8.(2).abril.2024.422-436)
- Castellanos-Potenciano, B. P., Gallardo-López, F., Sol-Sánchez, A., Landeros-Sánchez, C., Díaz-Padilla, G., Sierra-Figueroa, P. y Santivañez-Galarza, J. L. (2016). Impacto potencial del cambio climático en la apicultura. *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático*, 2(1), 1-19. <https://doi.org/10.5377/ribcc.v2i1.5673>
- Castillo Gámez, M. de J. C., Morejón García, M., Suárez Venero, G. M. y Acuña Velázquez, I. (2022). Diversificación de cultivos en un sistema agroforestal cacaotero en el macizo del jamal, municipio Baracoa. *CFORES*, 10(3), 364-379. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9539667>
- Chávez Caiza, J. P. y Burbano Rodríguez, R. T. (2021). Cambio climático y sistemas de producción agroecológico, orgánico y convencional en los cantones Cayambe y Pedro Moncayo. *Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, (29), 149-166. <https://doi.org/10.17141/letrasverdes.29.2021.4751>
- Chouhan, S., Kumari, S., Kumar, R., & Chaudhary, P. L. (2023). Climate Resilient Water Management for Sustainable Agriculture. *International Journal of Environment and Climate Change*, 13(7), 411-426. <https://doi.org/10.9734/ijec/2023/v13i71894>
- Comisión de la Verdad Colombia. (2020, 19 de noviembre). *La persistencia de conflicto armado y la crisis humanitaria en el Bajo Cauca antioqueño requiere un diálogo urgente*. <https://web.comisiondelaverdad.co/actualidad/noticias/bajo-cauca-antioqueno-dialogo-no-repeticion>
- Correa-Argota, R. (2017). View of Desarrollo socio-económico regional: Impactos de la minería artesanal en el Bajo Cauca antioqueño. *Revista Internacional de Cooperación y Desarrollo*, 4(1), 46-61. <https://revistas.usb.edu.co/index.php/Cooperacion/article/view/3116/2606>
- de la Torre, E. H., & Miguel, S. G. (2020). Análisis de datos cualitativos a través del sistema de tablas y matrices en investigación educativa. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 23(3), 115-132. <https://doi.org/10.6018/REIFOP.435021>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2014). *Censo Nacional Agropecuario 2014*. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/agropecuario/censo-nacional-agropecuario-2014>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2018). *Censo Nacional de Población y Vivienda 2018*. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivienda-2018>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2023). *Productividad Total de los Factores (PTF)*. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/productividad>
- Fierros-González, I., & López-Feldman, A. (2021). Farmers' Perception of Climate Change: A Review of the Literature for Latin America. *Frontiers in Environmental Science*, 9, 672399. <https://www.frontiersin.org/journals/environmental-science/articles/10.3389/fenvs.2021.672399/full>
- Franco, L., & Vidal, G. (2014). Buscando respuestas en un entorno cambiante. Capacidad adaptativa para la resiliencia socio-ecológica de los sistemas nacionales de áreas naturales protegidas.
- Gall, E., & Benkeblia, N. (2022). *Mycoagroecology: Integrating Fungi into Agroecosystems* (1st ed.). CRC Press.

- Gobernación de Antioquia y DAPARD. (2018). Plan Departamental de Gestión del Riesgo de Desastre. Gobernación de Antioquia. <https://antioquia.gov.co/images/PDF2/Dapard/2020/03-marzo/pdgrd-antioquia-2018.pdf>
- Gobernación de Antioquia. (2020). *Plan de Desarrollo Unidos por la Vida, 2020-2023*. [https://plandesarrollo.antioquia.gov.co/archivo/PlanDesarrolloUNIDOS\\_VF-comprimido-min.pdf](https://plandesarrollo.antioquia.gov.co/archivo/PlanDesarrolloUNIDOS_VF-comprimido-min.pdf)
- Hernández González, O. (2021). Aproximación a los distintos tipos de muestreo no probabilístico que existen. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 37(3), e1442. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=10015769>
- Hyland, J. J., Jones, D. L., Parkhill, K. A., Barnes, A. P., & Williams, A. P. (2016). Farmers' Perceptions of Climate Change: Identifying Types. *Agriculture and Human Values*, 33(2), 323-339. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10460-015-9608-9>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Departamento Nacional de Planeación y Cancillería. (2017). *Resumen ejecutivo Tercera Comunicación Nacional de Colombia a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC)*. IDEAM, PNUD. <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/RESUMEN%20EJECUTIVO%20TCNCC%20COLOMBIA%20A%20LA%20CMNUCC%202017.pdf>
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2023). Sections. In Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (Eds.). *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 35-115). IPCC. [https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_SYR\\_LongerReport.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_LongerReport.pdf)
- Jaramillo, J., Parrado, E. P., Rodríguez, M. E., & Solarte, M. R. (2021). Imaginar el futuro en medio del conflicto en el Magdalena Medio, Colombia. *Hallazgos*, 18(36), 323-363. <https://revistas.usantotomas.edu.co/index.php/hallazgos/article/view/6307>
- Jaramillo-Villanueva, J. L., Guerrero-Carrera, J., Vargas-López, S. y Bustamante-González, Á. (2022). Percepción y adaptación de productores de café al cambio climático en Puebla y Oaxaca, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 9(1), e3170. <https://doi.org/10.19136/era.a9n1.3170>
- Lebensohn, F., Saulino, M., Angione, M., Holsman, G. y Morganti, J. (2016). Agricultura familiar y cambio climático en la Argentina: políticas nacionales de adaptación. En *Derecho a la alimentación. Más allá del hambre. Perspectivas para el cumplimiento de un derecho multidimensional* (pp. 53-71). Centro de Estudios Internacionales de la Pontificia Universidad Católica de Chile (CEIUC).
- Loayza Maturrano, E. F. (2020). La investigación cualitativa en Ciencias Humanas y Educación. Criterios para elaborar artículos científicos. *EDUCARE ET COMUNICARE: Revista de Investigación de La Facultad de Humanidades*, 8(2), 56-66. <https://doi.org/10.35383/educare.v8i2.536>
- Locatelli, B., Fedele, G., Fayolle, V., & Baglee, A. (2016). Synergies between Adaptation and Mitigation in Climate Change Finance. *International Journal of Climate Change Strategies and Management*, 8(1), 112-128. <https://doi.org/10.1108/IJCCSM-07-2014-0088>
- López Feldman, A. J. y Hernández Cortés, D. (2016). Cambio climático y agricultura: una revisión de la literatura con énfasis en América Latina. *El Trimestre Económico*, 83(332), 459-496. <https://doi.org/10.20430/ETE.V83I332.231>
- López i Gelats, F., Vallejo Rojas, V. y Rivera Ferre, M. G. (2017). *Impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en la apicultura mediterránea en España*. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. [https://digital.csic.es/bitstream/10261/280549/1/Impactos%2c%20vulnerabilidad%20y%20adaptaci%C3%B3n%20al%20cambio%20clim%C3%A1tico\\_Libro2017.pdf](https://digital.csic.es/bitstream/10261/280549/1/Impactos%2c%20vulnerabilidad%20y%20adaptaci%C3%B3n%20al%20cambio%20clim%C3%A1tico_Libro2017.pdf)
- López-Morales, E. (2018). A Rural Gentrification Theory Debate for the Global South? *Dialogues in Human Geography*, 8(1), 47-50. <https://doi.org/10.1177/2043820617752005>

- Mahecha, L. (2002). El silvopastoreo: una alternativa de producción que disminuye el impacto ambiental de la ganadería bovina. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 15(2), 226-231.
- Majeed, N., Sharif, R., Sheeraz, M. N., Sajjad, S., Maqsood, H., Imran, M., Jamshaid, M. U., Arif, M., & Hussain, M. B. (2023). Impact of Climate Change on Agriculture & Vice Versa: A Review. *Journal of Quality Assurance in Agricultural Sciences*, 3(01), 1-15. <https://doi.org/10.38211/jqaas.2023.3.31>
- Maya-Taborda, M., Muñetón-Santa, G. y Horbath-Corredor, J. E. (2018). Conflicto armado y pobreza en Antioquia Colombia. *Apuntes del CENES*, 37(65), 213-246. <https://doi.org/10.19053/01203053.v37.n65.2018.5460>
- Megbetor, E. & Boateng, S. (2023). Examining the Implications of Climate Change and Adaptation Technologies on the Livelihood of Cocoa Farmers in Offinso Municipalities, Ghanas. *Journal of Environmental Science and Economics*, 2(3), 86-108. <https://doi.org/10.56556/jescae.v2i3.641>
- Mertz, O., Mbow, C., Reenberg, A., & Diouf, A. (2009). Farmers' Perceptions of Climate Change and Agricultural Adaptation Strategies in Rural Sahel. *Environmental Management*, 43(5), 804-816. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00267-008-9197-0>
- Montoya-Restrepo, L. P. (2024). Los Conflictos Socioambientales en el Bajo Cauca antioqueño (Colombia): sentidos y políticas públicas. *Estudios de Derecho*, 81(177). <https://revistas.udea.edu.co/index.php/red/article/view/353196>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y Agencia de Desarrollo Rural. (2019). *Plan Integral de Desarrollo Agropecuario y Rural con enfoque territorial. TOMO II*. FAO y ADR. [https://www.adr.gov.co/wp-content/uploads/2021/07/ANTIOQUIA-TOMO-II\\_compressed.pdf](https://www.adr.gov.co/wp-content/uploads/2021/07/ANTIOQUIA-TOMO-II_compressed.pdf)
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y Gobernación de Antioquia. (2016). *Sistemas de abastecimiento alimentario bases para la inclusión de la agricultura familiar. Propuestas para modelos de abastecimiento alimentario. Subregión Bajo Cauca departamento de Antioquia, Colombia*. FAO. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/f5045fc7-704d-4a07-893e-99d723899127/content>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2022). *Salvaguardar los medios de vida y promover la resiliencia a través de los PNA: Estudio de caso Colombia*. FAO. <https://doi.org/https://doi.org/10.4060/cb8870es>
- Orjuela Garzón, W. A., Reyes Parga, M. A., Sandoval, A. P. y Méndez Arteaga, J. J. (2020). *Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva de café en el departamento del Tolima*. Sello Editorial Universidad del Tolima.
- Ovalle Másmela, J. C., Romero-Perdomo, F. y Uribe Galvis, C. (2023). *Tecnologías emergentes para el agro y su aplicación en Colombia*. Biblioteca Digital Agropecuaria de Colombia. <https://doi.org/10.21930/agrosavia.estudiodevigilancia.2023.2>
- Oviedo Carrillo, G. (2014). Adaptación comunitaria al cambio climático y gobernanza de los recursos naturales. En R. Lara y R. Vides-Almonacid (Eds.). *Sabiduría y adaptación. El valor del conocimiento tradicional en la adaptación al cambio climático en América del Sur* (pp. 133-154). Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales. <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2014-001.pdf#page=135>
- Pérez Sosa, E. y Granados Ramírez, G. R. (2020). Posibles efectos del cambio climático en la región productora de cacao en Tabasco, México. *Tlalli. Revista de Investigación en Geografía*, (3), 39-67. <https://doi.org/10.22201/ffyl.26832275e.2020.3.1069>
- Prajapati, H. A., Yadav, K., Hanamasagar, Y., Kumar, M. B., Khan, T., Belagalla, N., Thomas, V., Jabeen, A., Gomadhi, G., & Malathi, G. (2024). Impact of Climate Change on Global Agriculture: Challenges and Adaptation. *International Journal of Environment and Climate Change*, 14(4), 372-379. <https://doi.org/10.9734/ijecc/2024/v14i44123>

- Pratap, D., Tamuly, G., N R, G., Anbarasan, S., Pandey, A. K., Singh, A., P, P., Debnath, A., Asmatullah, & Ibraheem, M. (2024). Climate Change and Global Agriculture: Addressing Challenges and Adaptation Strategies. *Journal of Experimental Agriculture International*, 46(6), 799-806. <https://doi.org/10.9734/jeai/2024/v46i62533>
- Quintero Ramírez, C. V. y Henao Restrepo, M. A. (2022). Organizaciones sociales del Bajo Cauca antioqueño (Colombia). Experiencias alternativas frente a conflictos socioambientales asociados al cambio climático. En *Ambiente, cambio climático y buen vivir en América Latina y el Caribe* (pp. 191-244). CLACSO. [https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/34789/1/HenaoManuel\\_2022\\_ExperienciasConflictosSocioambientales.pdf](https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/34789/1/HenaoManuel_2022_ExperienciasConflictosSocioambientales.pdf)
- Rivera-Rojo, C. R., Herrera-Tapia, F. y Ovando-Aldana, W. (2024). Análisis de redes sociales entre actores clave de la producción de café en el Estado de México, 2023. *Estudios Sociales. Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*, 33(62). <https://doi.org/10.24836/es.v33i62.1373>
- Roa Peña, D. E., Parada Rodríguez, N. y Rodríguez Vásquez, R. A. (2023). Lineamientos estratégicos para una gestión agropecuaria sostenible en el marco del cambio climático en el páramo de Guerrero, Cogua, Cundinamarca, Colombia. *Naturaleza y Sociedad. Desafíos Medioambientales*, (6), 193-221. <https://doi.org/10.53010/nys6.07>
- Rodríguez Vargas, A. (2007). Cambio climático, agua y agricultura. *Comuniica*, 1(2), 13-23.
- Romero, O., Ramírez, M., Robledo, J. y Vélez, G. (2018). *Patrones de colaboración en el sistema de investigación agropecuaria en Colombia*. ResearchGate. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.22396.44169>
- Scardamaglia, V. (2019). *Desafíos del financiamiento para la adaptación al cambio climático en América Latina y el Caribe. Policy Brief Latino Adapta*. SARAS Institute. [https://saras-institute.org/wp-content/uploads/2020/05/POLICY-BRIEF\\_-Desafios-Financiamiento\\_Scardamaglia\\_2019-.pdf](https://saras-institute.org/wp-content/uploads/2020/05/POLICY-BRIEF_-Desafios-Financiamiento_Scardamaglia_2019-.pdf)
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2023). *Anuario estadístico del sector agropecuario. Departamento de Antioquia de 2022*. Gobernación de Antioquia. <https://antioquia.gov.co/images/PDF2/Agricultura/2023/anuario-estadistico-agropecuario-ano-2022-2.pdf>
- Universidad de Antioquia. (s. f.). *Perfil de Desarrollo Subregional Subregión Magdalena Medio de Antioquia*. CTPA. [https://ctpantioquia.co/wp-content/uploads/2023/12/Perfil-de-desarrollo-Magdalena-Medio\\_compressed1.pdf](https://ctpantioquia.co/wp-content/uploads/2023/12/Perfil-de-desarrollo-Magdalena-Medio_compressed1.pdf)
- Vega-Corea, E. de J., Salmeron-Miranda, F., Zuniga-Gonzalez, C. A., Saenz-Rojas, S. J., Calvo-Reyes, H. R. y MAES. (2023). Estrategia organizacional del sector agropecuario de Nicaragua frente al cambio climático. *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático*, 9(17), 2090-2106. <https://doi.org/10.5377/ribcc.v9i17.16359>
- Verma, S., Singh, A., Pradhan, S. S., & Kushuwaha, M. (2024). Impact of Climate Change on Agriculture: A Review. *International Journal of Environment and Climate Change*, 14(3), 615-620. <https://doi.org/10.9734/ijecc/2024/v14i34069>
- Viloria de la Hoz, J. (2007). La economía del departamento de Córdoba: ganadería y minería como sectores clave. En *Las economías departamentales del Caribe continental colombiano* (pp. 278-369). Banco de la República.
- Zuliani-Coletti, S. (2016). *Análisis del fenómeno del desplazamiento ambiental por desastres naturales asociados a la variabilidad climática, en Antioquia-Colombia*. [Tesis de maestría, Universidad de Antioquia]. Repositorio Institucional Universidad de Antioquia. [https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/26655/1/ZulianiSandra\\_2016\\_DesplazamientoAmbientaAntioquia.pdf](https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/26655/1/ZulianiSandra_2016_DesplazamientoAmbientaAntioquia.pdf)



## 5. Gentrificación rural: transformaciones contemporáneas de los territorios

María Fernanda Cárdenas

John Ocampo

Daniel Vallejo Soto

Alejandro González Ramírez

Ana María Madrid Jaramillo

### **Resumen**

La ruralidad ofrece numerosos paisajes, elementos y relaciones diversas asociadas a formas de usar y habitar los territorios. Actualmente se observa un repoblamiento en las zonas rurales próximas a las ciudades, caracterizado por patrones comunes entre quienes lo protagonizan: personas que buscan naturaleza domesticada, con todas las prestaciones de servicios propios de las zonas urbanas. Esta investigación busca caracterizar las transformaciones espaciales que están sufriendo distintas áreas rurales en Antioquia, algunas de las cuales podrían presentar procesos de gentrificación rural. Se encontró que todos los espacios analizados están teniendo transformaciones significativas. Sin embargo, la tipología de las construcciones, el tiempo de permanencia y la relación que establecen los recién llegados con el territorio y la comunidad difieren en los tres casos. Estas diferencias abarcan desde segundas residencias para fines de semana, hasta hogares cuyos residentes permanentes viajan diariamente a otros municipios, así como otros donde los nuevos residentes permanecen en estas áreas rurales. Las transformaciones encontradas tienden a restringir el acceso de los habitantes locales a inmuebles en estas áreas, por lo que se encontró un desplazamiento poblacional actual solo en Sopetrán, pero en el largo plazo sí se va consolidando un recambio demográfico y territorial que podría indicar procesos de gentrificación rural.

## 5.1 Introducción

En la actualidad se reconocen las problemáticas socioambientales relacionadas con el crecimiento de las ciudades y la gran proporción de habitantes urbanos en el mundo, situación particularmente compleja en los países más pobres. Derivado de dicha realidad, se observa un fenómeno creciente de desplazamiento desde las ciudades hacia los entornos rurales, inicialmente temporal, ya que muchos de estos espacios configuraban segundas residencias, pero se convierten cada vez más en viviendas permanentes de los nómadas digitales o de quienes pueden habitar fuera de la ciudad.

Se da una expansión urbana hacia las zonas rurales cercanas que les brindan un contacto controlado con la naturaleza, con todas las prestaciones de las ciudades. Así, el suelo ya no es valorado por su potencial productivo, sino por su topografía, accesibilidad y cercanía a equipamientos de interés para los nuevos habitantes, constituyendo un elemento adicional que presiona la transformación de los territorios rurales, poniendo en riesgo la sostenibilidad y la permanencia de la población campesina tradicional y las formas de uso de este territorio (Egio Rubio y Torrejón Cardona, 2014). Bajo esta lógica, los habitantes originales de los territorios cambiantes pasan de ser campesinos dedicados a labores de la tierra en las parcelas de su propiedad, a ser empleados y prestadores de servicios.

Las formas de ocupación y uso producidas por dichos desplazamientos se han abordado desde los conceptos de nueva ruralidad o ruralidad metropolitana. Además de entender las maneras en las que se dan las transformaciones en los suelos demandados, cada vez es más notoria la expansión territorial de este fenómeno hacia áreas más distantes de los principales núcleos urbanos. Esto implica desde lo socioeconómico cambios asociados con procesos de gentrificación rural (Nelson & Hines, 2018; Phillips et al., 2021; Phillips & Smith, 2018), los cuales se estudian más en los países del norte (López-Morales, 2018) y están relacionados con la llegada de personas con mayor capacidad adquisitiva que los habitantes locales, otrora campesinos dedicados a la producción agraria.

Las nuevas formas de habitar y usar el territorio de los nuevos residentes cambian la base económica de las familias y los municipios, aumentando la demanda de bienes y servicios ecosistémicos como el agua, alimentos, elementos estéticos y paisajísticos, asociados con el turismo. Además, incrementan la generación de residuos sólidos y de aguas servidas, generando mayores presiones sobre el territorio. Tales situaciones tienden a agravarse cuando se consideran los efectos del cambio climático en los contextos local y regional, ya que esto puede repercutir en degradación ambiental, mayor demanda y menor oferta de servicios ecosistémicos, y tensiones socioeconómicas en la población.

En este contexto, este capítulo explora diversas expresiones de transformación del espacio rural en distintos lugares del departamento de Antioquia, identificando las parti-

cularidades espaciales, culturales, socioeconómicas y normativas relacionadas, buscando responder a la pregunta de investigación ¿cómo se está produciendo la transformación de los espacios rurales en los distintos territorios del departamento y de qué manera estos procesos pueden mostrar indicios de gentrificación rural?

Para abordar la pregunta, se proponen tres objetivos específicos: i) caracterizar los espacios rurales de las zonas de estudio, a partir de variables como la forma, la función, los procesos y la estructura; ii) identificar las áreas que presentan distintos grados de transformación del espacio rural para los municipios casos de estudio en el departamento de Antioquia, y iii) analizar las expresiones que pueden entenderse como gentrificación rural en las zonas de estudio.

Para ello, se emplea información primaria y secundaria, recogida en visitas de campo a los casos de estudio seleccionados en el departamento de Antioquia, empleando técnicas metodológicas cuantitativas y cualitativas, y un análisis interdisciplinar que trata de abarcar las múltiples aristas del fenómeno estudiado.

## 5.2 Marco conceptual

En este apartado se desarrollan los fundamentos conceptuales y normativos de las categorías analíticas que soportan el ejercicio planteado: ruralidad en Colombia, planificación territorial rural, gentrificación y, dentro de esta, gentrificación rural.

### 5.2.1 Ruralidad en Colombia

Lo rural es un concepto construido desde lo urbano, entendiéndose como aquello que queda después de delimitar las ciudades. Así, lo rural es percibido como lo atrasado o poco desarrollado, como el territorio carente de bienestar y de condiciones adecuadas de vida. Estas ideas las confirman en Colombia indicadores como el de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI),<sup>1</sup> que son mayores en los territorios rurales o en las regiones donde hay mayor proporción de población rural.

---

1 En Colombia este indicador lo mide el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) y da cuenta de características como: viviendas con hacinamiento crítico, condiciones físicas impropias para el alojamiento humano, servicios inadecuados, alta dependencia económica o niños en edad escolar que no asisten a la escuela.

El artículo 33 de la Ley 388 de 1997 describe los suelos rurales como “[...] los terrenos no aptos para el uso urbano, por razones de oportunidad, o por su destinación a usos agrícolas, ganaderos, forestales, de explotación de recursos naturales y actividades análogas”. Según esta definición, lo rural se entiende, desde la norma, como los territorios que no han sido urbanizados, lo que hace pensar en las expresiones clásicas de tierras incultas para referirse a aquellas tierras “ociosas o deficientemente aprovechadas” (Congreso de la República, Ley 160, 1994). Así mismo, de acuerdo con Agudelo Patiño (2014), la definición de la ley demuestra la persistencia de una visión de la ruralidad como lo no urbano, reforzando el ideario de lo rural como la despensa de alimentos y reservorio de recursos y naturaleza.

Sin embargo, no hay una ruralidad; el territorio rural es heterogéneo, diverso y poco estudiado en su conjunto. Una manera de aproximarse al reconocimiento de estas condiciones es a través de la clasificación y caracterización de los territorios rurales. En América Latina, se ha recurrido a diversas metodologías.

En Ecuador, por ejemplo, el Atlas Rural (Instituto Geográfico Militar de Ecuador [IGM], 2017), identifica seis tipos de ruralidad, teniendo en cuenta la actividad económica predominante de la población, las estructuras sociales y las pautas culturales (lenguaje, creencias, tradiciones, etc.), la densidad poblacional, las condiciones de bienestar de la población, la accesibilidad a servicios e infraestructuras y la escolaridad (Carchipulla Zhunio, 2018). Los tipos de territorios rurales que reporta el IGM (2017) son: i) territorios con alto dinamismo productivo y fuerte relación campo-ciudad; ii) territorios de producción poco diversificada con indicios de urbanización; iii) territorios consolidados con fuerte presencia de agricultura familiar; iv) territorios de baja capacidad productiva y predominio de agricultura de subsistencia; v) territorios rurales marginales y de frontera, y vi) territorios de conservación y el turismo. Llama la atención en esta clasificación la relación de la productividad rural con el dinamismo económico urbano, dejando la idea de que los territorios más productivos son los más cercanos o los que tienen más relación con las ciudades.

Por su parte, Agudelo Patiño (2014) acude a la noción de paisaje, entendido como un conjunto de elementos visibles o fenosistema, y factores explicativos o criptosistema, cuyo conjunto o arreglo espacio-temporal tipifica un resultado característico de una determinada historia del territorio. Dentro del criptosistema, que explica el fenosistema, el autor incluye factores sociales, económicos, culturales políticos y biofísicos (Agudelo Patiño, 2014). Adicionalmente, el autor recurre a conceptos geográficos urbano-céntricos, según los cuales existen cinco ámbitos de ruralidad que van desde el espacio i) rural metropolitano, pasa por ii) rural agrario o pecuario, iii) agroindustrial, iv) rural de subsistencia, hasta v) la ruralidad profunda, cercana, en el caso colombiano, la selva tropical o las sábanas naturales poco habitadas y explotadas de forma extensiva (Agudelo Patiño, 2014). Desde esta perspectiva, empieza a evidenciarse una tendencia opuesta y más cercana a lo que se

ha denominado nueva ruralidad. Y es que las zonas rurales dentro de las áreas de influencia de centros urbanos se van transformando en un híbrido rururbano, fenómeno que se ha generalizado en América Latina en los últimos años, consecuencia de la expansión hacia las periferias urbanas cuyas organización, dinámica y función vienen dictadas por la lógica de la instalación del capital inmobiliario, según lo planteado por Harvey (1993).

En concordancia con Oliveira (2018), propone variables de clasificación a partir de las categorías de espacio propuestas por Santos (2000): forma, función, estructura y proceso (Tabla 5-1).

**Tabla 5-1.** Categorías y variables propuestas para la clasificación del espacio rural.

Categoría del espacio	Variables para el espacio rural	Categoría del espacio	Variables para el espacio rural
Forma	Unidades productoras	Función	Producción agropecuaria
	Posadas y hoteles		Ocio
	Fincas y haciendas		Vivienda
	Instituciones de enseñanza e investigación		Enseñanza / investigación
	Industrias y agroindustrias		Transformación / industrialización
Proceso	Ocupación histórica	Estructura	Tenencia y división de la tierra
	Apropiación reciente		Localización
	Reforma agraria		Espacios naturales
	Especulación inmobiliaria		

Fuente: Modificado de Oliveira (2018).

## 5.2.2 El espacio geográfico

Así, con el ánimo de entender la dinámica que se está presentando en un punto geográfico específico, sea urbano, rural, suburbano, rururbano o periferia, y las características de esas transformaciones sociales, económicas y políticas que marcan su dinámica, este ejercicio se basa en el concepto de espacio, entendido como un sistema de valores en transformación, la confluencia de un sistema de objetos y un sistema de acciones que le da vida a los

objetos (Santos, 2000). Por tanto, el espacio siempre está cambiando en su forma, en su estructura, apariencia y relaciones, debido a la multiplicidad de vectores que lo conforman y se entrecruzan en ambas direcciones: del sujeto al objeto y del objeto al sujeto.

Según Santos (2000), las características, en un momento específico de la sociedad y del espacio, se relacionan con un determinado estado de la técnica, asumida como "un conjunto de medios instrumentales y sociales, con los cuales el hombre realiza su vida, produce y, al mismo tiempo, crea espacio" (p. 27). Dicho estado incluye sus sistemas técnicos o formas de hacer las cosas, de producir, de relacionarse, así como las modalidades de información, discurso e interlocución, entre otros, todos ellos portadores de sentido. Cada lugar, entendido como la unidad mínima con sentido social, tiene un rol en el proceso productivo, pero solo en la producción tiene relación directa con el lugar. Los circuitos productivos se dan en el espacio de forma desagregada geográficamente, pero articulada como sistema en cada momento histórico. De esta forma, las demás esferas de la sociedad –cultural, política, religiosa– se ven influidas e influyen estas redes.

Así, el análisis de transformación del espacio, que se hace a una escala local, pero considerando las fuerzas del Estado como unidad de referencia, toma como base las cuatro categorías de análisis propuestas por Santos (1986) –forma, proceso, función y estructura– (Tabla 51), las cuales se establecerán y asumirán de la siguiente manera:

- **Forma:** alude a los objetos creados que posibilitan la producción económica, institucional, política y cultural. Estas formas pueden no ser originariamente geográficas, pero adquieren una expresión territorial.
- **Procesos** como la relación tiempo-espacio y los acontecimientos que propiciaron su organización son la lógica bajo la cual los elementos del espacio se relacionan, lo que da vida a esos objetos.
- **Función:** hace referencia al papel desempeñado por cada forma observable o inmaterial, usado por los actores mediante experiencias sociales, simbologías o actividades productivas. La función es acción, la interacción supone interdependencia funcional entre los elementos.
- **Estructura:** hace referencia al conjunto de organizaciones de formas y funciones. Es asumida como una "red de relaciones, una serie de proporciones entre flujos y stocks de unidades elementales y de combinaciones objetivamente significativas de esas unidades" (Santos, 1986, p. 10).

### 5.2.3 Planificación territorial rural

La planificación territorial es un proceso dinámico y variable, que se ajusta a las particularidades de cada escenario. Por tanto, es un instrumento que debe acoplarse a cada realidad,

para comprender su funcionamiento y aplicabilidad (Chiarella, 2010). Además, porque la planificación territorial va en correspondencia con el desarrollo, asumiendo las dinámicas propias del momento histórico en el que se inscribe. Adicionalmente, se entiende que la planificación territorial es una actividad enmarcada en iniciativas políticas que responden a necesidades específicas, previamente identificadas a partir de un proceso conjunto con las comunidades. De ahí que esta categoría de análisis opera como recurso vital en la política, enfocada en brindar bienestar a los ciudadanos en un territorio, ya sea local, regional o nacional (Hildenbrand, 2017).

Ante el panorama contemporáneo, los Planes de Ordenamiento Territorial (POT) incluyen la metropolización y las áreas suburbanas y rurales como estrategias para la expansión de la ciudad. A su vez, hay instrumentos y políticas urbanas de planificación territorial que facilitan la gestión ante especificidades y cambios frente al uso del suelo, buscando un ordenamiento territorial que responda a las necesidades y dinámicas propias de los territorios. El ordenamiento ambiental del territorio también cuenta con instrumentos de gestión del suelo y políticas públicas referentes a la participación y permanencia de las comunidades en los territorios, aunque aún no hay avances significativos en la implementación de la distribución y el acceso equitativo de la tierra (Borja et al., 2022), lo cual representa una contrariedad, dado que puede conducir al desplazamiento o la expulsión de las personas con menor poder adquisitivo de sus territorios.

Sin duda, los POT son los instrumentos de planificación que deben comprender y anticipar las dinámicas del territorio, atendiendo de manera eficiente los procesos de cambio en el uso del suelo, procurando su utilización racional en armonía con la función social y ecológica de la propiedad, por lo que deben incorporar en su estructura los lineamientos y las decisiones necesarias para orientar los usos y actividades del suelo rural donde se presenta la gentrificación rural, así como aquellos dirigidos a mitigar los impactos y adaptar los territorios a los efectos generados por los cambios del clima.

### 5.2.4 Gentrificación rural

La gentrificación es un fenómeno global que obedece, en principio, a prácticas e implementación de políticas y proyectos de regeneración urbana, generando la valorización de sectores donde se instalan nuevos grupos poblacionales con capacidad económica para ocupar y usar estos espacios, ya inviables para los habitantes originales. Por tanto, corresponde a un fenómeno mundial, que asume unas particularidades en los territorios y que demanda unos efectos en el bienestar de los pobladores en materia de derechos (Delgado et al., 2015).

La gentrificación rural va más allá de meros cambios en el uso del suelo y la demografía. Aunque, como en los casos de gentrificación urbana, este proceso acarrea transformaciones profundas en las dinámicas de las comunidades y tiene repercusiones socioeconómicas. Quienes llegan a las áreas rurales, muchas veces atraídos por la promesa e idealización de un estilo de vida más tranquilo y alejado de las lógicas complejas de la urbanidad, cuentan con recursos para adquirir propiedades y viviendas. Este mercado aumenta los precios del suelo, pero, además, incentiva intervenciones que lo retroalimentan, como la pavimentación de vías, la apertura de carreteras, la aparición de mercados nuevos para el acceso a productos no locales y la delimitación de los predios... lógicas ajenas al uso histórico del espacio, que derivan en la modificación de patrones de comportamiento y la ruptura de los lazos sociales y culturales gestados a través del tiempo. Así mismo, se alteran las relaciones de poder local y las estructuras de trabajo, que pasan de la producción primaria a la prestación de servicios para satisfacer las demandas de los nuevos pobladores. Por otro lado, tanto por los cambios socioeconómicos como por la mayor presión por los recursos, muchas veces se producen tensiones y divisiones entre los recién llegados y el campesinado.

Desde lo normativo no se encuentran regulaciones específicas relacionadas con los procesos de gentrificación, con excepción de algunos controles para viviendas turísticas (Decreto 1836 de 2021). Además, el turismo y la propiedad privada representan un capital significativo, el cual es regulado e incentivado desde la administración pública local, la cual debe actuar con "políticas que regulen y limiten el mercado de viviendas a corto y largo plazo, así como el turismo con sus actividades complementarias" (Movilla, 2022).

## 5.2.5 Elementos para rastrear la gentrificación en la ruralidad

Más allá de las discusiones sobre las causas, consecuencias o procesos de la gentrificación, en este trabajo se busca rastrear las transformaciones de los entornos rurales y evaluar la presencia de procesos de gentrificación. Se entiende que este fenómeno ocurre por la presencia, en diferentes intensidades y en momentos simultáneos o asincrónicos, de cuatro procesos: i) rentabilidad; ii) cambios en el paisaje, entendido aquí como transformaciones en los tamaños de predios, usos del suelo y tipologías arquitectónicas; iii) convergencia de intereses privados y públicos, y iv) movimientos de población (Salas Quintanal y González-Fuente, 2022).

La *rentabilidad* se asocia con los cambios en los usos del suelo y el control de recursos esenciales, como el agua y la energía (Cabrerizo, 2016; Cócola, 2016; López y Marín, 2010; Salinas en Salas Quintanal y González-Fuente, 2022). Se expresa mediante variables como:

- Islas de riqueza debido a cambios significativos en los espacios cerrados (residencial, laboral, escolar, comercial).
- Mercantilización del paisaje: transformación de los espacios locales en lugares de consumo destinados a captar rentas, ya sean privadas (hoteles, bares, discotecas) o públicas (puntos de encuentro de la comunidad).
- Giros mercantiles o nuevas dinámicas comerciales con zonas de impacto vecinal (restaurantes, fiestas, distribución de bebidas alcohólicas) o impacto zonal (discotecas, grandes áreas comerciales).

La *transformación en los tipos paisajísticos* se realiza buscando favorecer estándares globales de consumo, habitabilidad y construcción (Cabrerizo, 2016; Comaroff y Comaroff, 2011; Salas Quintanal y González-Fuente, 2022). Se expresa en variables como:

- Valor del suelo: se incrementa por especulación o dinámica de venta de predios.
- Cambio de uso del suelo: especialmente insertando dinámicas urbanas en la ruralidad, buscando mayor rentabilidad.

Los *intereses públicos y privados* se evidencian en la permisividad o la generación de posibilidades mediante políticas públicas que permiten el cambio de usos, así como la ejecución de inversiones o intervenciones públicas que incentivan la llegada de capital privado a la zona, como construcción o renovación de infraestructura y equipamientos.

Los *movimientos de población* aluden al incremento de población con mayores ingresos que los habitantes originales (Cócola, 2016; Salinas en Salas Quintanal y González-Fuente, 2022). Con respecto a este proceso, hay tres grupos de variables asociadas:

- Tipo de desplazamiento: indaga por dos opciones: desplazamiento indirecto, que corresponde a los movimientos cotidianos desde la residencia a un espacio laboral, escolar, recreativo, etc.; y desplazamiento directo, cuando los habitantes se marchan de la vereda.
- Elemento dinamizador del desplazamiento: se refiere a los factores que lo provocan, ya sea por presión económica, por la dinámica del mercado inmobiliario que aumenta el costo de vida, o por coerción o presiones ejercidas por algún actor privado o institucional.
- Grupos protagonistas: pueden ser personas con moderada capacidad adquisitiva que realizan mejoras a las viviendas o construcciones poco suntuosas; o personas con alta capacidad adquisitiva, fenómeno más asociado a la aparición de parcelas campestres o condominios.

## 5.2.6 Aspectos socioeconómicos, territoriales y cambio climático de la gentrificación rural

El acelerado crecimiento de las ciudades ha generado reconfiguraciones territoriales que han puesto en evidencia que el fenómeno de la gentrificación no es solo urbano, pues también afecta las periferias urbanas y las zonas rurales, un proceso de expansión territorial que se extiende más allá de la escala local, alcanzando la escala regional.

La dinámica de la expansión territorial ha dado lugar a la aparición de nuevos conceptos asociados al fenómeno de gentrificación. Así, se habla de gentrificación rururbana como una categoría de análisis que permite explicar el proceso de ocupación de los bordes rural-urbanos, en los cuales se materializan formas de vida urbana que se superponen a las formas de vida rurales, y cuyos efectos inmediatos están asociados al desplazamiento de las actividades de producción tradicionales, debido a los nuevos usos residenciales y a la implementación de equipamientos y servicios de características urbanas (Álvarez Vahos, 2022). Otro efecto está asociado al aumento del precio del suelo rural, el cual se configura como una de las características más evidentes de la gentrificación rururbana (Nates Cruz y Velásquez López, 2019), cuya escala de análisis está asociada al proceso de crecimiento de la ciudad y sus efectos sobre las periferias urbanas.

Otro concepto es el de gentrificación rural, que se refiere a la ocupación del suelo rural situado en otros municipios que ofrecen cualidades ambientales y disponibilidad de suelo para la construcción de viviendas de primera y segunda residencia, tipologías de vivienda que dependen de la capacidad socioeconómica de quienes demandan bienes rurales o de naturaleza (Nates Cruz y Velásquez López, 2019). En línea con este enfoque, ha surgido el concepto de gentrificación rural verde, que alude a un cambio en la propiedad de la tierra, donde los antiguos habitantes son reemplazados por empresas o particulares interesados en disponer de amplias áreas ricas en biodiversidad. Este proceso transforma el uso tradicional del suelo hacia actividades turísticas con intereses especiales de conservación y nuevos proyectos inmobiliarios, publicitados como ecológicos (Núñez et al., 2024).

La gentrificación rural está asociada a una escala regional, en la medida que puede trascender a varios municipios, transformando las formas de vida rural tradicionales. De acuerdo con Traslaviña Rodríguez (2015), la gentrificación rural visibiliza procesos de transformación de la tenencia de la tierra en espacios rurales, que pasan de estratos bajos a medios y altos, cambiando su composición social.

A pesar de las transformaciones territoriales, algunos autores sostienen que, para comprender la integralidad de los impactos de la gentrificación rural, deben tenerse en cuenta una serie de posibles impactos positivos relacionados con la llegada de nuevos habitantes con ingresos altos, como la creación de empleos y empresas, la expansión de la oferta cultural, la recuperación demográfica, la dinamización de la economía residencial, el incremento de los precios de alquileres y bienes inmuebles, la creación de redes de colaboración entre nuevos habitantes y habitantes originarios, la valorización de ciertos saberes, actividades artísticas y artesanales locales, entre otros (Simard, 2011; Salas Quintanal y González-Fuente, 2022). Bajo este enfoque, se considera que la gentrificación, especialmente en contextos rurales, no implica un desplazamiento sistemático de la población; por el contrario, las personas autóctonas de la zona, que suelen ser propietarias de sus tierras y viviendas, se benefician del incremento en los precios de los bienes inmuebles (Guimond y Simard, 2010).

## 5.3 Metodología

Este apartado describe las técnicas empleadas para recopilar, procesar y analizar la información, las cuales incluyen análisis espaciales para seleccionar los casos de estudio y obtener un contexto departamental de la transformación rural, lecturas y caracterización de los territorios casos de estudio desde enfoques biofísicos, socioeconómicos y normativos, y un análisis de los resultados obtenidos.

Esta investigación aborda la relación recíproca entre factores antropogénicos y ambientales, y su dinámica de transformación. Dada esta complejidad de reconstrucción territorial y transformación espacial, se aborda el enfoque mixto, que integra aspectos cuantitativos y cualitativos en diferentes proporciones (Hernández Sampieri et al., 2014).

De esta manera, la aproximación cuantitativa permite realizar un análisis contextual del fenómeno, a partir del cual se incorpora un enfoque cualitativo como un *zoom* que profundiza en aquellos aspectos que requieren mayor detalle. Es decir, los datos cuantitativos sirven como base para integrar información proveniente de observaciones de campo, entrevistas, cuestionarios, fuentes bibliográficas y otros recursos que contribuyan a esclarecer y enriquecer la comprensión del objeto de estudio.

Entre las técnicas empleadas para la recolección de información se encuentran el análisis de imágenes satelitales, el mapeo territorial, entrevistas a actores clave, fichas de observación y reconocimiento, observación participante y entrevistas individuales semiestructuradas. En total, se realizaron 21 entrevistas semiestructuradas, distribuidas en tres

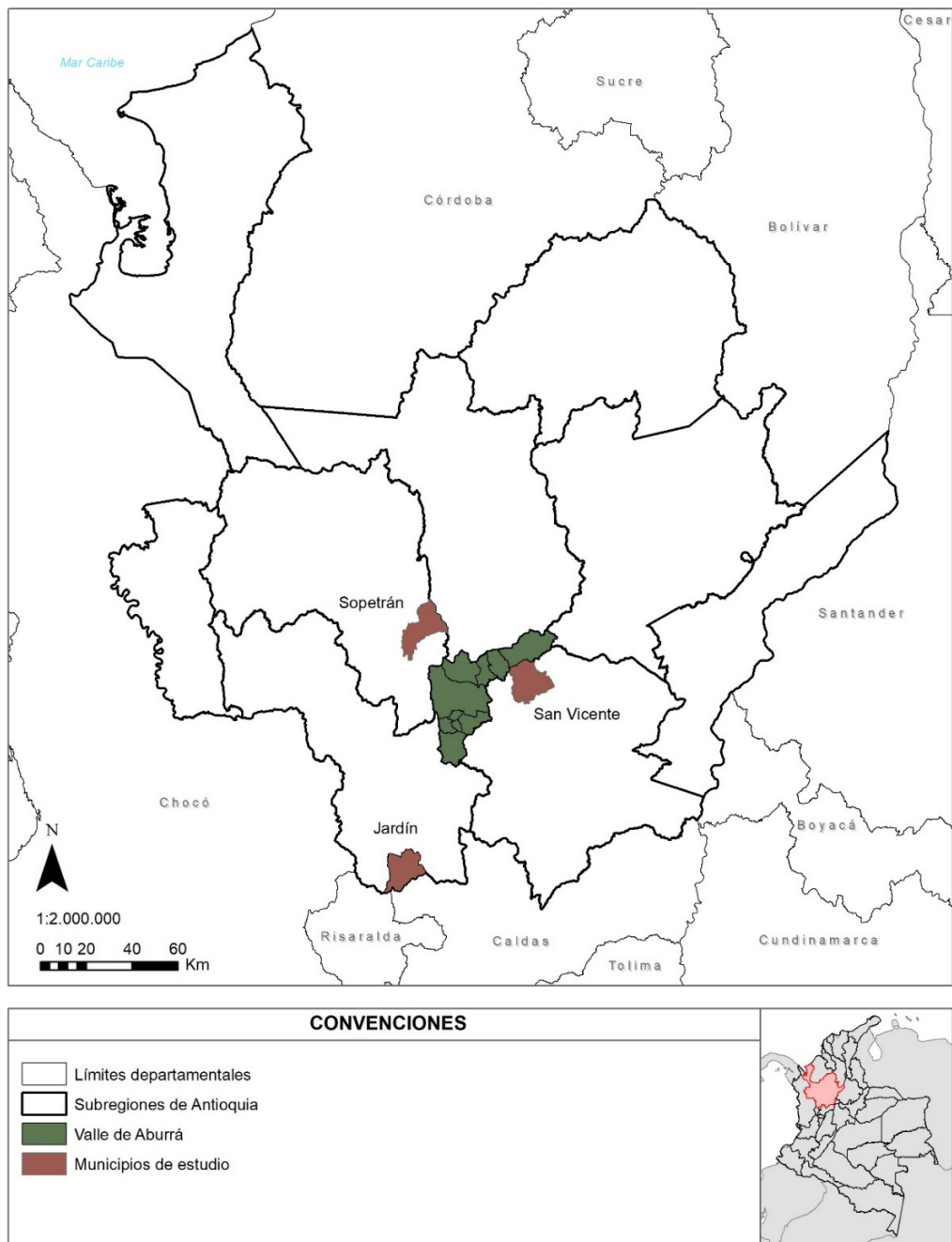
municipios (siete por municipio), incluyendo tanto habitantes tradicionales como nuevos residentes –personas que se han asentado de forma permanente y otras que asisten únicamente los fines de semana–, con el fin de ampliar la perspectiva del fenómeno. Es importante destacar que las técnicas cualitativas no buscan obtener muestras estadísticamente representativas, sino información significativa y contextualizada, relevante para el análisis del problema.

### 5.3.1 Selección y localización del área de estudio

El departamento de Antioquia es uno de los 32 departamentos de Colombia, el sexto más extenso, con una población de 7 millones de habitantes, de los cuales 4,3 millones se ubican en el área metropolitana. Es el segundo departamento más industrializado del país y la participación de sus sectores económicos está dividida en servicios (54,6%), industria (28,8%) y agropecuario (6,10%), aportando el segundo PIB del país, con 14%. El departamento está dividido en nueve subregiones, las cuales contienen dos distritos y 123 municipios. Adicionalmente, para solucionar varios problemas en común, 80 municipios se han asociado bajo la figura de provincias, como Cartama (11 municipios en el Suroeste), Penderisco-Sinifaná (ocho en el Suroeste), San Juan (seis en el Suroeste), La Paz (cuatro en Oriente), Agua, Bosques y Turismo (12 en el Oriente), Minero energética (siete en el Nordeste), Agroindustrial (seis en el Occidente), Río Grande (cinco en el Norte), Bioenergética (13 en el Norte) y la provincia turística y agroecológica (ocho en el Occidente).

La elección de los municipios de análisis se hizo mediante recorridos de campo que permitieron identificar, en un primer momento, cambios sustanciales en su ruralidad. Sumado a esto, se escogieron municipios pertenecientes a diferentes subregiones del departamento, con el fin de comprender las diferencias y similitudes propias de cada uno. Se seleccionaron los municipios San Vicente Ferrer, Sopetrán y Jardín, ubicados en las subregiones de Oriente, Occidente y Suroeste, respectivamente (Figura 5-1).

Tras definir los municipios de intervención, se aplicó álgebra de mapas para identificar las zonas de los municipios donde se enfoca la revisión, considerando cinco variables de análisis (Tabla 5-2).



**Figura 5-1.** Departamento de Antioquia con su división subregional y localización de los municipios seleccionados para el estudio.

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 5-2.** Variables de análisis para seleccionar la zona de estudio.

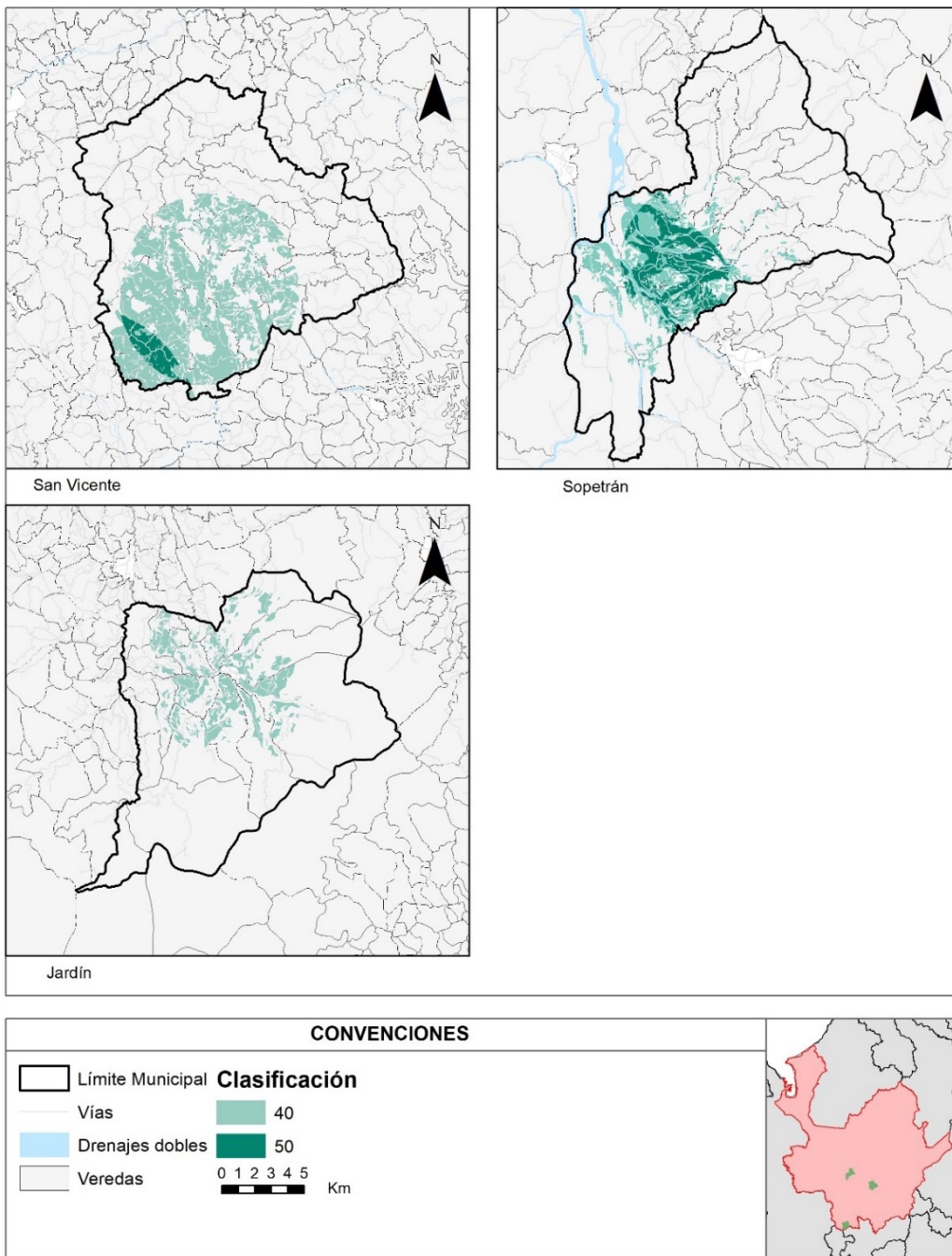
Categoría	Condición	Fuente
Pendiente	Igual o inferior al 30% de inclinación	Elaboración propia con base en el modelo digital de terreno y resolución de 12 metros.
Vías	Área de influencia de 500 metros	Cartografía básica Instituto Geográfico Colombiano Agustín Codazzi (IGAC)
Cobertura del suelo	Coberturas de la tierra que tuvieran pastos, tales como pastos limpios y los diferentes mosaicos que los incluían. Así mismo, se seleccionaron las zonas que ya habían sufrido alguna transformación, tales como las zonas de recreo	Coberturas del suelo año 2018, IGAC
Proximidad a vías de escala nacional	Área de influencia de 5 kilómetros a las conexiones viales de Medellín-Bogotá y Medellín a Urabá.	Cartografía básica IGAC
Cabeceras municipales	Área de influencia de 5 kilómetros	Cartografía básica IGAC

Fuente: Elaboración propia.

Las variables se normalizaron en una escala de 0 a 10, tras lo cual los mapas resultantes se sumaron, obteniéndose valores en un rango de 10 a 50. Se estableció que las áreas de estudio corresponderían a las zonas con valores más altos, ya que estas presentan pendientes menores, coberturas más transformadas y mayor proximidad a las vías y a la cabecera municipal (Figura 5-2).

### 5.3.2 Recolección y análisis de información secundaria y primaria

Se parte de la revisión y el análisis de la información existente sobre los territorios a trabajar, influyendo fuentes documentales, cartográficas y estadísticas provenientes de publicaciones y documentos oficiales, libros, tesis y artículos relacionados. Todo ello permite hacerse a una idea inicial de las condiciones y los cambios surgidos en los territorios en los últimos años, e identificar las principales transformaciones ocurridas en ellos. La revisión de información secundaria también permite identificar los vacíos existentes en los datos necesarios para complementar el análisis propuesto. Mediante el trabajo de campo, que incluye observación participante, fichas de observación y reconocimiento, conversaciones con miembros de las comunidades, mapeo y entrevistas individuales semiestructuradas a actores claves, se busca complementar la lectura y los resultados de este ejercicio.



**Figura 5-2.** Resultados del álgebra de mapas para seleccionar la zona de estudio.

Fuente: Elaboración propia.

Las variables seleccionadas para analizar el espacio rural dentro de las cuatro categorías del espacio de Santos (2000), ajustadas de acuerdo con las posibilidades para gestionar o levantar dicha información en el territorio antioqueño, se presentan en la Tabla 5-3.

**Tabla 5-3.** Variables empleadas en el análisis del espacio rural, método de recopilación y fuente de información.

Categoría del espacio	Variables para el espacio rural	Herramienta de recolección de información	Fuente de información
Forma	Tamaño predios	Análisis cartográfico con base en el catastro	Sistema de Información para la Planificación Rural Agropecuaria (SIPRA)
	Coberturas del suelo	Análisis cartográfico con base en mapas oficiales	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM)
	Tipología de viviendas	Observación y clasificación en fichas de campo	Primaria
Función	Usos del suelo: producción agropecuaria, vivienda, ocio, enseñanza / investigación, transformación / industrialización	Análisis cartográfico con base en mapas oficiales, observación no participante	IDEAM, POT municipales
Estructura	Informalidad en la tenencia de la tierra	Análisis cartográfico con base en mapas oficiales	SIPRA
	Localización: intramunicipal y regional	Análisis de información documental relacionada con el Plan de Ordenamiento Departamental (POD) de Antioquia	Gobernación de Antioquia
Proceso	Ocupación histórica y apropiación reciente	Revisión de información documental, entrevistas semiestructuradas, observación en campo	Primaria
	Normativa y políticas relacionadas-reforma agraria	Revisión de información documental	Alcaldías municipales
		Análisis cartográfico con base en mapas oficiales	SIPRA

Fuente: Elaboración propia a partir de diferentes fuentes de información.

## 5.4 Resultados

### 5.4.1 Caracterización de los espacios rurales

A continuación, se describen los principales hallazgos en cada uno de los municipios, específicamente en las zonas de estudio definidas, ya que los territorios municipales completos tienen mayor variabilidad y contrastes en cuanto a las variables seleccionadas.

#### Municipio de San Vicente Ferrer (vereda La Porquera)

La subregión del Oriente antioqueño está conformada por 23 municipios, agrupados en cuatro zonas: Embalses, Bosques, Páramos y Altiplano. El municipio de San Vicente Ferrer pertenece a esta última zona. Con una extensión de 230,01 km<sup>2</sup>, posee un relieve montañoso y una temperatura media de 17°C (Gobernación de Antioquia et al., 2019). Está ubicado a 52 km del Valle de Aburrá.

En la confluencia de dos caminos, utilizados por colonos y arrieros, que comunicaban el nordeste y el oriente lejano con Medellín y la capital del país, nace el municipio de San Vicente Ferrer, impulsado por las explotaciones de sal y oro, convirtiéndose en poco tiempo en una de las poblaciones más ricas de la provincia de Antioquia. Su crecimiento económico permitió que en 1843 contara con 5.663 habitantes, superado solo por Medellín, Rionegro, Santa Fe de Antioquia y Sonsón (Zuluaga Gil, 2011). Sin embargo, ante un decaimiento de la economía, giró hacia la agricultura y se convirtió en uno de los mayores productos de fique a nivel nacional (Alcaldía Municipal, San Vicente Ferrer, 2020; Echeverri et al., 2015).

En las décadas de 1960 y 1970, el Gobierno nacional implementó un modelo de desarrollo industrializado para el Oriente antioqueño, basado en la reactivación del sector agropecuario bajo el modelo de la revolución verde, usado como una estrategia para mejorar la capacidad productiva de los cultivos. De esta forma, se creó el proyecto de desarrollo rural del Oriente antioqueño, que impulsó proyectos económicos que reconfiguraron la región (García, 2007) y modificó la dinámica agrícola de los municipios de la zona del Altiplano, entre ellos San Vicente Ferrer, que resultó fortalecido. De estas épocas se destaca el impulso al municipio de Rionegro como polo de desarrollo, la construcción de varias hidroeléctricas, la industrialización del oriente cercano, la construcción de la Autopista Medellín-Bogotá, el aeropuerto internacional José María Córdova y el inicio de la agroindustria de exportación, especialmente las flores. No obstante, los proyectos productivos de los minifundios agrícolas originaron una presión para el campesinado, que se reflejó en la pérdida de autonomía en términos de la producción. Se requería aumentar la productividad y el rendimiento en los cultivos a partir del uso de tecnologías modernas, garan-

tizar la reproducción de la mano de obra y de la unidad de explotación agrícola, así como disponer del capital necesario para mantener la relación con el mercado y evitar la pérdida de la parcela por dificultades financieras (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD], 2010).

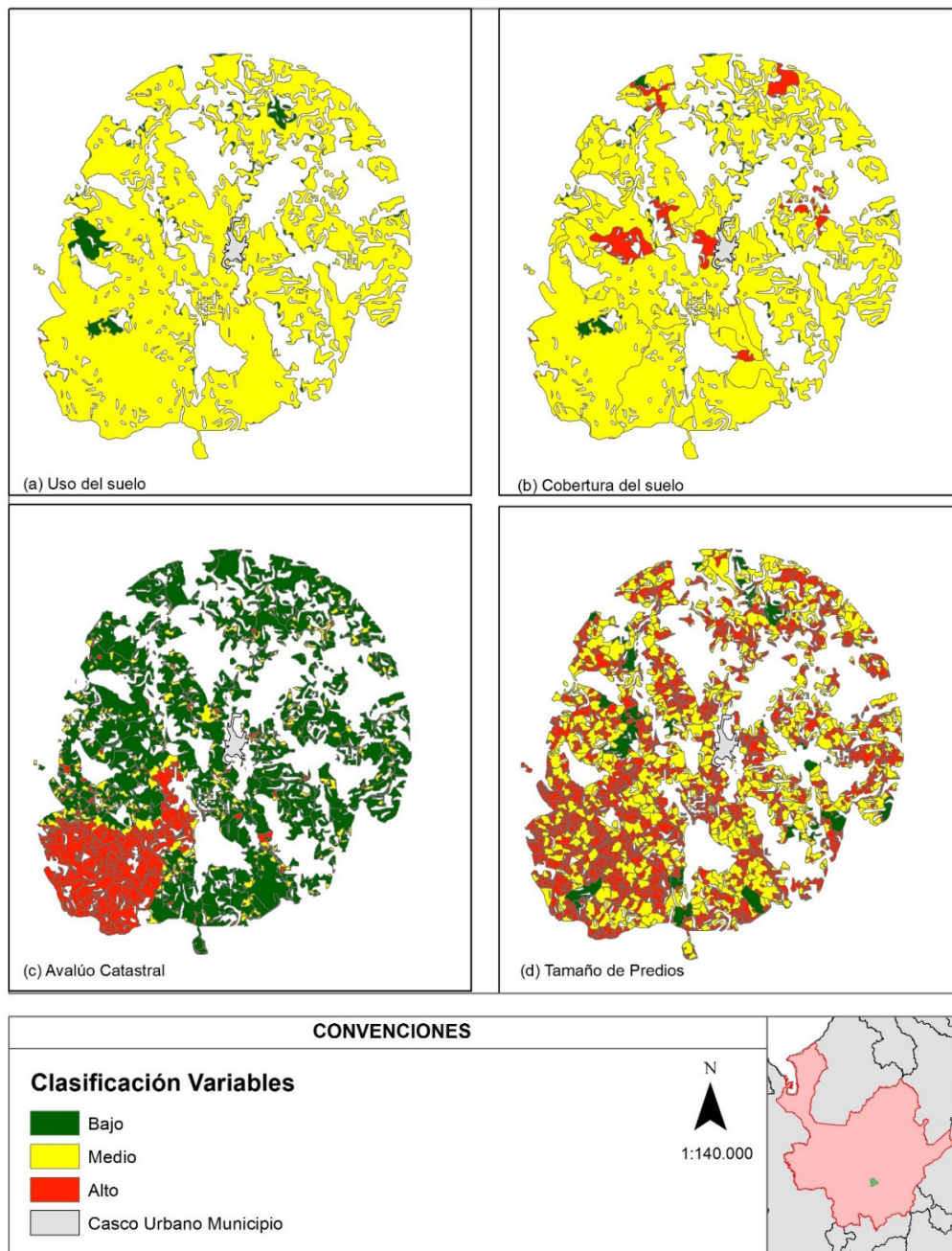
Al calcular la variación de las áreas de producción agraria entre 1960 y 2014, el municipio presentó un incremento del 148,10%, correspondiente a una tasa promedio anual de 2,74% (Bastidas, 2022). La economía del municipio se enfoca hoy en la producción agrícola, con productos como el aguacate, el café, el chócolo, las flores, los frijoles y la fresa (Alcaldía Municipal, San Vicente Ferrer, 2020).

Actualmente, el municipio registra 23 349 habitantes, de los cuales 7.217 residen en la zona urbana, distribuidos en 11 171 viviendas, y 16 132 en el área rural, donde se registran 8.355 viviendas (Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE], 2018), lo que lo convierte en un municipio rural. Como la mayoría de las ruralidades del país, el municipio registra un 66% de los hogares entre la pobreza moderada y la pobreza extrema, 50% está en la ruralidad y los centros poblados, mientras que en la zona urbana hay 16% (Gobernación de Antioquia, 2023).

El principal uso del suelo en la zona de estudio es agropecuario (96%), seguido del forestal protector (1,92%) y del agroforestal (1,82%) (Figura 53a). Al analizar los cambios de cobertura vegetal entre los años 2002 y 2018, se puede apreciar un deterioro de los espacios naturales, evidenciado en una disminución del 32,5% del mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales, así como un incremento de la actividad antrópica, reflejado en el aumento del 26,3% de los mosaicos de pastos y cultivos, y del 4,4% de los pastos limpios. Este proceso ha sido impulsado, en gran medida, por la construcción de la vía que conecta la cabecera municipal con la Autopista Medellín-Bogotá, la cual ha dinamizado significativamente la zona (Tabla 5-4, Figura 5-3b).

**Tabla 5-4.** Cambios en las coberturas del suelo en el área de estudio en el municipio de San Vicente Ferrer, entre 2002 y 2018.

Cobertura del suelo	Área cobertura 2002 (ha)	Porcentaje cobertura 2002	Área cobertura 2018 (ha)	Porcentaje cobertura 2018	Diferencia	Tendencia
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	5.531,7	86,69%	3.457,4	54,18%	32,51%	Disminución
Mosaico de pastos y cultivos	545,5	8,55%	2.225,7	34,88%	26,33%	Aumento
Tejido urbano continuo	3,1	0,05%	0,5	0,01%	0,04%	Disminución



**Figura 5-3.** Mapas de los usos 2018 (a) y coberturas de la tierra 2018 (b), la valorización del suelo 2020 (c) y la fragmentación predial 2020 (d), para el municipio San Vicente Ferrer, reclasificados según su grado de transformación.

Fuente: Elaboración propia.

Cobertura del suelo	Área cobertura 2002 (ha)	Porcentaje cobertura 2002	Área cobertura 2018 (ha)	Porcentaje cobertura 2018	Diferencia	Tendencia
Vegetación secundaria o en transición	261,3	4,09%	122,4	1,92%	2,18%	Disminución
Bosque denso	18,3	0,29%	0,0	0,00%	0,29%	Disminución
Pastos limpios	21,2	0,33%	302,2	4,74%	4,40%	Aumento
Zonas industriales o comerciales	0,0	0,00%	3,3	0,05%	0,05%	Aumento
Zonas de extracción minera	0,0	0,00%	0,3	0,00%	0,00%	Aumento
Pastos enmalezados	0,0	0,00%	135,4	2,12%	2,12%	Aumento
Mosaico de pastos con espacios naturales	0,0	0,00%	116,4	1,82%	1,82%	Aumento
Instalaciones recreativas	0,0	0,00%	5,0	0,08%	0,08%	Aumento
Ríos	0,0	0,00%	2,7	0,04%	0,04%	Aumento
Mosaico de cultivos con espacios naturales	0,0	0,00%	10,0	0,16%	0,16%	Aumento

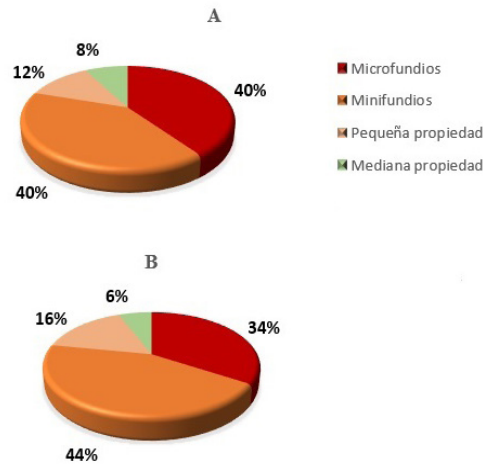
Fuente: Elaboración propia.

A escala veredal se aprecia una proliferación de zonas para el desarrollo de la actividad inmobiliaria en el municipio y hacia la parte occidental de la vereda se aprecia el fortalecimiento de algunas actividades productivas, combinadas con una gestión inmobiliaria incipiente en pequeñas escalas. Al comparar la dinámica del tamaño de predios, se observa que, entre microfundios y minifundios, la zona de estudio suma un 80% de los predios en el 77% del suelo (Figura 5-3c y Figura 5-4). Esta fragmentación predial en tres cuartas partes del suelo contrasta con el modelo de producción agrícola industrial que se impulsaba en la década de los 70, evidenciando una presión del suelo hacia actividades que requieren poca área.

La alta fragmentación predial que evidencia la tenencia de la tierra en microfundistas y latifundistas (80%) explica el cambio de cobertura vegetal en los últimos años. Así mismo, a pesar de continuar con una tradición agrícola, es evidente la presión inmobiliaria al sur del municipio, donde comienza a transformarse el paisaje. Dicha presión es tan fuerte que el diagnóstico del Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT) del año 2017 propuso, para la zona sur, un distrito agrícola, pero en su formulación, durante el año 2021, se planteó el uso de viviendas campestres y de parcelaciones. Este cambio ha llevado a que algunos

inversionistas compran predios grandes, saneados y en poder de una sola familia, lo que les ahorra trámites administrativos, para luego parcelar y urbanizar. A pesar del cambio de uso del suelo en el EOT, no se encontró inversión pública destinada a la renovación de espacios públicos, ni inversión en infraestructura, seguridad o nuevos equipamientos.

**Figura 5-4.** Fragmentación predial (a) y concentración del suelo (b) en el municipio San Vicente Ferrer.



Fuente: Elaboración propia.

Adicionalmente, los datos de informalidad en la tenencia del suelo muestran que, entre 2014 y 2020, el municipio incrementó de 46% a 48% el índice de adquisición de predios sin legalizar. El avalúo catastral de los predios del municipio señala un incremento significativo hacia la zona suroccidental (Figura 6-3d). Al observar desde la vía hacia el interior de la vereda, se aprecian casas campesinas, intercaladas con viviendas tipo urbanas. Una tipificación de las viviendas que se observan desde la vía principal, que comunica al municipio con la vía departamental Medellín-Bogotá, en la vereda de La Porquera, permite identificar 28 condominios, 68 parcelaciones y solo 28 casas tradicionales, además de algunos proyectos que actualmente están vendiendo lotes bajo la tipología de condominio,<sup>2</sup> pero que, a la fecha, no se han construido en su totalidad. Los nuevos propietarios instalan

<sup>2</sup> El proyecto El Encanto es un conjunto cerrado de 160 condominios que ya se están comenzando a ocupar.

cercos metálicos, mallas y cercos vivos, originando el cierre de servidumbres y de la comunicación intraveredal, sumado al trasladado de la producción agrícola a otras zonas (Figura 5-5).

**Figura 5-5.** Tipologías de vivienda municipio San Vicente Ferrer.



a. Imagen vereda La Porquera



b. Imagen vereda La Porquera

Fuente: Propiedad de los autores.

A pesar de la llegada masiva de nuevos habitantes, la mayoría de las familias tradicionales no se están yendo de la zona. Las familias venden un fragmento de su lote y conservan el otro para vivir, mientras sus hijos ven en el valle de San Nicolás opciones educativas y laborales a menos de 30 minutos de viaje. Para los hijos de las personas entrevistadas, estos cambios son positivos, dado que han traído nuevas y variadas ofertas de bienes y servicios, nuevas personas, con lo cual pueden desarrollar sus emprendimientos, mientras que, para los padres, este fenómeno ha traído modos de vida que fomentan la drogadicción y el alcoholismo, generando aspiraciones hacia una vida facilista.

El alto flujo de nuevos propietarios en la vereda no ha generado nuevos empleos, según los entrevistados, pues la mayoría trae sus trabajadores de Medellín. Sin embargo, esta dinámica ha generado nuevos puntos de aglomeración, especialmente los fines de semana, lo que permite desarrollar un crecimiento de comercio al lado de la vía (restaurantes, tiendas, viveros, minimercados y depósitos de materiales), tanto formal como informal. Por último, a pesar de la fuerte dinámica inmobiliaria que se está dando, aun no existen locales de alto impacto vecinal (restaurantes con alto flujo de visitantes, salones de recepción, hoteles, discotecas) o de impacto zonal (distribución de bebidas alcohólicas, grandes superficies comerciales, centros de recreación, entre otros).

## Municipio de Sopetrán: veredas El Rodeo y Otrabanda

Sopetrán se encuentra en la subregión del occidente antioqueño, la cual está constituida por 19 municipios. Está ubicado a 750 m s. n. m., presenta una temperatura media de 25°C y un clima cálido y seco. Se encuentra a 57 kilómetros de Medellín, cercanía que lo ha consolidado como un sitio de veraneo para las personas del área metropolitana. Es erigido municipio en 1814 y, después de la segunda mitad del siglo XVIII, se produce una creciente demanda de productos agrícolas, a partir de la explotación intensiva de cacao<sup>3</sup> (Ochoa, 2020). Su crecimiento ha estado muy influenciado por la vía que comunica a Medellín con el golfo de Urabá (Álvarez et al. en Henao, 2023), construida en 1930. En 2006 se inauguró el Túnel de Occidente, que redujo el tiempo de viaje entre Medellín y Sopetrán a 40 minutos.

El municipio comenzó a conocerse como “La Tierra de las frutas” en 1960, debido al fuerte énfasis de su agricultura, pero a finales de la década del 70 su economía comienza a reorientarse, debido a la construcción de nuevas fincas de recreo y turismo, quintuplicando el precio de las tierras y disminuyendo la producción agrícola (Henao, 2023). Pero es en las décadas de 1980 y 1990 cuando gran cantidad de capital proveniente del narcotráfico se emplea para adquirir tierras, construir balnearios, fincas de recreo y piscinas, activando e intensificando el mercado inmobiliario rural (Benavides, 2024).

Actualmente, el municipio registra 15 949 habitantes, de los cuales 7.617 residen en la zona urbana, distribuidos en 3.715 viviendas (42%), y 16 132 en el área rural, donde se registran 5.121 viviendas (58%) (Gobernación de Antioquia, 2023). El municipio registra entre pobreza moderada y pobreza extrema un 50% de los hogares, de los cuales el 24% está en la ruralidad y centros poblados (Gobernación de Antioquia, 2023).

El último cambio territorial significativo se presentó con la apertura del Túnel de Occidente, que generó un mayor flujo de visitantes y nuevos residentes hacia esta región (Pérez en Henao, 2023). De acuerdo con Benavides (2024), los principales cambios de Sopetrán, entre 2000 y 2018, son el aumento de más del 690% en asentamientos, un incremento de predios y propietarios del 88%, un aumento en la infraestructura de transporte del 12%, un crecimiento de cultivos transitorios de 320% aproximadamente, un aumento de zonas

---

3 “En el siglo XVIII el visitador Mon y Velarde organizó ‘las juntas de Agricultura’ en Rionegro, Medellín y Antioquia, en las cuales se reunían mensualmente funcionarios públicos y se tenía el objetivo de mejorar la industria agrícola, ‘fomentar el uso del arado, introducir semillas nuevas y discernir premios por los progresos alcanzados en este ramo’. Igualmente este visitador introdujo semillas de anís y estableció gratificaciones ‘por la siembra y cultivo de cada centenar de cacao y algodones’ (Ochoa, 2020, p. 84).

verdes artificializadas no agrícolas del 18%, una disminución de cultivos permanentes de 90% y una reducción de cuerpos de agua de 37,5%.

Al analizar el comportamiento de las coberturas en la zona de estudio, se observa que, entre 2002 y 2018, desapareció la cobertura de herbazal, que representaba el 15%, y hubo una disminución del mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales del 32,3% (Tabla 5-5). En contraste, se registró un incremento del 12% en las instalaciones recreativas, lo que evidencia una especialización mayor en la actividad del turismo y un abandono de los procesos agrícolas (Figura 5-6a). A nivel veredal, en Otrabanda se evidencia la expansión de zonas destinadas al ocio y la construcción de viviendas de descanso, donde se observa la continuidad de un pequeño mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales, y el cambio de este mosaico a instalaciones recreativas. En la vereda El Rodeo, se observa una etapa inicial en el proceso de urbanización. Los principales cambios son disminución del mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales y un aumento de bosque de galería y ripario. También se observa el cambio de mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales a pastos limpios. Y, por último, el cambio de pastos enmalezados a pastos limpios, que, en algunos casos, se utilizan temporalmente para ganadería extensiva de baja intensidad (Figura 5-6 b).

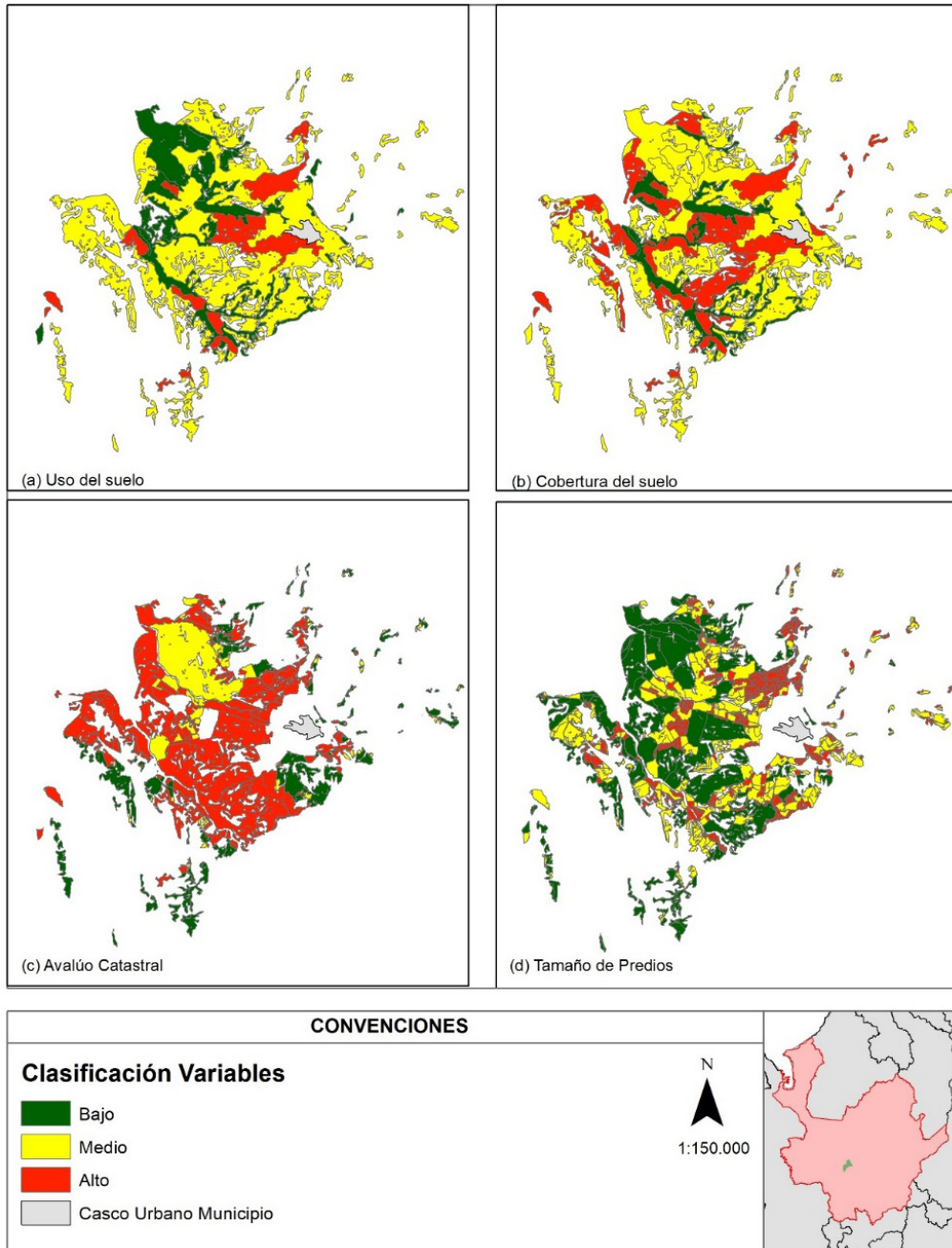
**Tabla 5-5.** Cambios en las coberturas del suelo en el área de estudio en el municipio de Sopetrán, entre 2002 y 2018.

Cobertura del suelo	Área Cobertura 2002 (ha)	Porcentaje cobertura 2002	Área Cobertura 20018 (ha)	Porcentaje cobertura 2018	Diferencia	Tendencia
Tejido urbano continuo	45,5	1,08%	45,5	1,08%	0,00%	Sin Cambio
Tejido urbano discontinuo	0,0	0,00%	46,6	1,10%	1,10%	Aumento
Instalaciones recreativas	0,0	0,00%	510,0	12,10%	12,10%	Aumento
Otros cultivos transitorios	0,0	0,00%	10,2	0,24%	0,24%	Aumento
Cultivos permanentes arbustivos	12,4	0,29%	0,0	0,00%	0,29%	Disminución
Pastos limpios	473,6	11,24%	555,2	13,17%	1,94%	Aumento
Pastos arbolados	0,0	0,00%	198,0	4,70%	4,70%	Aumento
Pastos enmalezados	653,5	15,50%	1.197,6	28,41%	12,91%	Aumento
Mosaico de pastos y cultivos	47,2	1,12%	49,8	1,18%	0,06%	Aumento
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	2.082,7	49,40%	718,8	17,05%	32,35%	Disminución

Cobertura del suelo	Área Cobertura 2002 (ha)	Porcentaje cobertura 2002	Área Cobertura 20018 (ha)	Porcentaje cobertura 2018	Diferencia	Tendencia
Mosaico de pastos con espacios naturales	141,6	3,36%	259,6	6,16%	2,80%	Aumento
Bosque de galería y ripario	18,2	0,43%	511,8	12,14%	11,71%	Aumento
Herbazal	661,1	15,68%	0,0	0,00%	15,68%	Disminución
Arbustal	70,7	1,68%	1,4	0,03%	1,64%	Disminución
Vegetación secundaria o en transición	7,0	0,17%	13,8	0,33%	0,16%	Aumento
Tierras desnudas y degradadas	2,1	0,05%	85,9	2,04%	-1,99%	Aumento
Ríos	0,0	0,00%	11,0	0,26%	-0,26%	Aumento

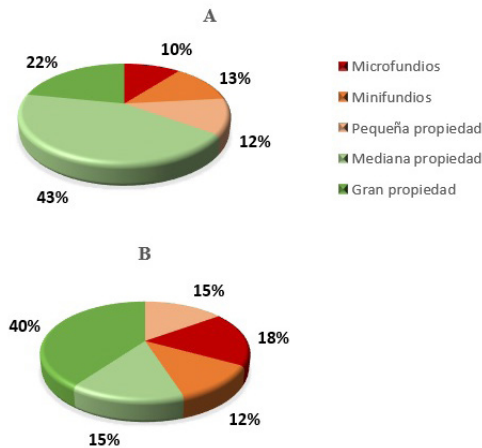
Fuente: Elaboración propia.

El 23% del suelo municipal está constituido por microfundios y minifundios. Allí están ubicados el 30% de los predios registrados, mientras que, entre mediana y gran propiedad, se tiene el 65% del suelo con el 55% de los predios municipales. Lo anterior evidencia que más de la mitad del suelo del municipio de Sopetrán corresponde a predios de más de 20 ha, pero en las dos veredas estudiadas se aprecia una alta concentración de microfundios (Figura 5-6C y Figura 5-7). Esta dinámica de transformación está acompañada de un avance en la implementación de procesos de regularización de la tenencia del predio, ya que entre 2014 y 2020 Sopetrán pasó de 44% a 42% en el índice de informalidad del suelo.



**Figura 5-6.** Mapas de los usos 2018 (a) y coberturas de la tierra 2018 (b), la valorización del suelo 2020 (c) y la fragmentación predial 2020 (d) para el municipio de Sotetrán, reclasificados según su grado de transformación.

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 5-7.** Fragmentación predial (a) y concentración del suelo (b) en el municipio de Sopetrán.

Ante esta concentración de microfundios, llama la atención que el avalúo catastral de mayor valor se ubica en el centro del municipio y en la parte occidental, justo donde se ubican las veredas de estudio (Figura 5-6d). Al recorrer ambas veredas, se encontró que en El Rodeo hay 157 condominios, nueve parcelaciones y un pequeño caserío no mayor de 20 casas, que está creciendo bajo la dinámica de casas campestres, así como dos centros recreacionales. En la vereda Otrabanda se registraron 56 condominios, 25 casas tradicionales, 27 parcelaciones y un hotel campestre.

En el trabajo de campo se observó que los nuevos propietarios optan generalmente por casas de recreo con amplias zonas verdes y piscinas, instalando cercos metálicos, mallas, cercos vivos y circuitos cerrados de televisión, lo que origina el cierre de servidumbres y comunicación intraveredal. Los impactos zonales y vecinales son comunes, especialmente con bares, discotecas y áreas comerciales con grandes licorerías, supermercados, centros recreacionales y de pesca, en detrimento de las escasas tiendas de víveres o abarrotes (Figura 5-8).

En las veredas de estudio, la mayoría de los nuevos propietarios compran la finca para alquilarla por días o para estar solo los fines de semana. Así, la configuración en la forma de habitar está marcada por dos dinámicas: de lunes a jueves hay una dinámica propia de las personas que tradicionalmente han vivido en la zona, con un ambiente tranquilo, bajo comercio y mucho silencio; de viernes a domingo hay una dinámica de servicios recreativos, música a alto volumen, fiestas, alto tráfico vehicular, entre otros aspectos.

**Figura 5-8.** Tipologías de vivienda municipio de Sopetrán.

Fuente: Propiedad de los autores.

Por otro lado, esta dinámica urbanizadora no ha generado nuevos empleos significativos en las veredas, los dueños de predios pequeños hacen las labores de aseo y mantenimiento o contratan por horas a personas del sector, mientras que los dueños de los predios grandes requieren mayordomos que traen de otros municipios. Al respecto, en las entrevistas realizadas los dueños de predios grandes argumentan que el municipio tiene una gran tradición campesina, pero sus habitantes no necesariamente tienen un perfil laboral como mayordomos, son dos oficios muy diferentes.

En las entrevistas, los habitantes tradicionales manifiestan que por mucho tiempo han intentado soportar las cargas económicas que implica vivir al lado de costosas casas campestres y condominios; sin embargo, dado el poco apoyo a la agricultura, su bajo rendimiento y la aplicación del catastro multipropósito, ya no ven en su tierra una opción viable para la producción agrícola, sino una fuente de recursos para comprar más barato en otra vereda y continuar con sus cultivos allí. Las inmobiliarias y constructoras les ofrecen buen dinero por sus predios, así que ellos prefieren aceptar el dinero y comprar en otra vereda. El hecho de que no se haya actualizado el EOT desde el 2000, y la consecuente desactualización de la reglamentación de los usos del suelo, genera un escenario de permisividad que favorece tanto a las grandes inmobiliarias como a los pequeños compradores de predios, quienes pueden construir en las zonas rurales casi sin ningún impedimento legal.

## Municipio de Jardín (veredas Serranías y Quebrada Bonita)

La subregión del suroeste antioqueño está constituida por 23 municipios. Allí se encuentra ubicado el municipio de Jardín, a una altitud de 1.750 m s. n. m., con una extensión de 224 km<sup>2</sup> y tres pisos térmicos, de los cuales el clima templado es el predominante, con una temperatura media de 19°C (Gobernación de Antioquia, 2023). Se encuentra a 138 kilómetros de Medellín y, con la implementación de la infraestructura vial Conexión Pacífico, se está reconfigurando el sistema municipal de la región, impulsando procesos de urbanización de suelos que tradicionalmente se encontraban alejados de los centros de producción y distribución regional (Gobernación de Antioquia y Universidad Nacional de Colombia, 2018).

El municipio nace entre 1840 y 1860, cuando se promovió un modelo de colonización enfocado en actividades de explotación agrícola y minera para el autoconsumo, que impulsó la llegada de 1.200 familias a la subregión del suroeste (Ramírez y Londoño, 2013). En el lapso de 1960 a 1980 se da paso a un proceso de apertura turística, pero es entre 1990 y 2005 cuando Jardín presenta un fuerte aumento de visitantes (Gómez, 2018). Ha sido tanto su auge que, posterior a la pandemia, en 2021 el municipio se destacó por lograr una recuperación económica entre el 80% y el 95% (Echeverri, 2022). Actualmente, se consolida en la red de municipios latinoamericanos al obtener el premio, otorgado por ONU Turismo, al mejor pueblo en Colombia para el turismo rural, resaltando su tradición colonial y protección ambiental.

El municipio ha migrado a una economía enfocada en el sector terciario (comercio, transporte, financiero, entre otros) con un 65%, relegando el sector primario (la agricultura) a un segundo lugar, con un 23%, enfocado principalmente en café, frijol, hortalizas, frutales y caña de azúcar, con su respectiva infraestructura de procesamiento, como trapiches o molineras. Hasta hace un par de décadas las actividades económicas rurales seguían esquemas tradicionales de producción típicas de zonas con bajo nivel tecnológico, baja capacidad económica y aislamiento geográfico, donde la siembra de café y caña de azúcar, y la producción de panela, se asociaban a la pequeña propiedad, donde predominaba la economía de subsistencia y el trabajo familiar (Gobernación Antioquia, 1981). La agricultura fue un elemento importante en la economía local, pero en la actualidad ha disminuido un 80%, debido a la poca rentabilidad del cultivo (Alcaldía Municipal, Jardín, 2020) y al cambio de vocación del suelo.

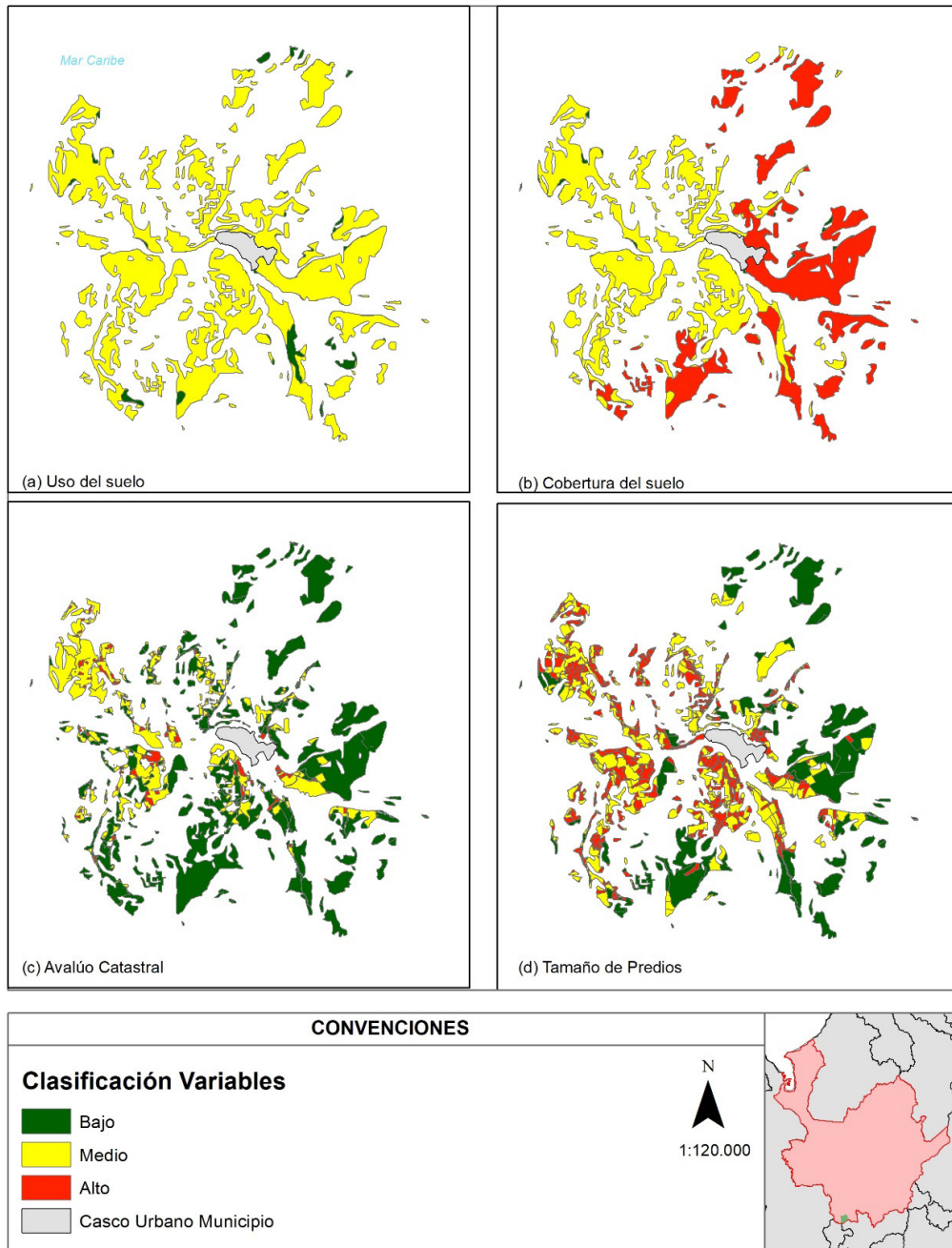
El municipio de Jardín presenta una distribución poblacional de 6.112 personas ubicadas en el área rural (con 2.362 viviendas) y 7.233 en el área urbana (con 3.674 viviendas), para un total de 14 518 habitantes (Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE], 2018); el 52,71% de la población se clasifica dentro de pobreza moderada y pobreza extrema, de los cuales 24,81% se encuentra en la ruralidad.

El principal uso del suelo en la zona de estudio es agropecuario (95%), seguido de agroforestal (3,58%) y forestal protector (0,60%). Al analizar los cambios de cobertura vegetal en el periodo 2002-2018, se puede apreciar un incremento del área urbana, así como una consolidación de prácticas campesinas basadas en coberturas de vegetación bajas (ganadería y cultivos), ya que hubo un aumento de mosaicos de pastos y cultivos del 12% y de mosaicos de pastos con espacios naturales del 3,3%. Además, disminuyeron un 5,18% los mosaicos de cultivos permanentes arbustivos (Tabla 5-6). Los cambios en el uso del suelo en las veredas Quebrada Bonita y Serranías evidencian un deterioro de los espacios naturales, especialmente en la parte alta de Quebrada Bonita, así como la permanencia de pastos limpios para ganadería. En las partes media y baja se observa un cambio de mosaico de cultivos con espacios naturales hacia mosaico de pastos y cultivos, al igual que una transformación de monocultivos permanentes arbustivos, como el café, en una variedad de cultivos como la gulupa, el lulo, el frijol, el aguacate, el plátano y el tomate en una matriz de pastos (Figura 5-9a y Figura 5-9b). En los últimos años se ha migrado a una diversificación y tecnificación industrializada de productos como el aguacate, el plátano, el banano y la gulupa, entre otros (Alcaldía Municipal, Jardín, 2020).

**Tabla 5-6.** Cambios en las coberturas del suelo en el área de estudio en el municipio de Jardín, entre 2002 y 2018.

Cobertura del suelo	Área cobertura 2002 (ha)	Porcentaje cobertura 2002	Área cobertura 20018 (ha)	Porcentaje cobertura 2018	Diferencia	Tendencia
Pastos limpios	1.006,4	47,20 %	970,8	45,53 %	-1,67 %	Disminución
Bosque denso	5,2	0,24 %	0,9	0,04 %	-0,20 %	Disminución
Bosque de galería y ripario	10,7	0,50 %	5,5	0,26 %	-0,24 %	Disminución
Mosaico de pastos y cultivos	718,9	33,71 %	978,0	45,86 %	12,15 %	Aumento
Mosaico de cultivos con espacios naturales	268,3	12,58 %	89,6	4,20 %	-8,38 %	Disminución
Mosaico de pastos con espacios naturales	3,9	0,18 %	68,5	3,21 %	3,03 %	Aumento
Cultivos permanentes arbustivos	118,4	5,55 %	7,9	0,37 %	-5,19 %	Disminución
Vegetación secundaria o en transición	0,5	0,02 %	6,5	0,30 %	0,28 %	Aumento
Plantación forestal	0,0	0,00 %	2,9	0,13 %	0,13 %	Aumento
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	0,0	0,00 %	2,9	0,13 %	0,13 %	Aumento

Fuente: Elaboración propia.

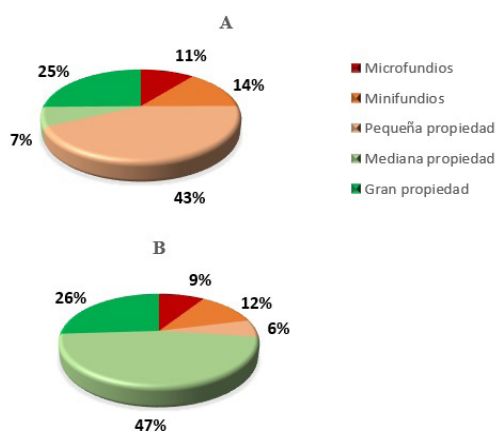


**Figura 5-9.** Mapas de los usos 2018 (a) y coberturas de la tierra 2018 (b), la valorización del suelo 2020 (c) y la fragmentación predial 2020 (d), para el municipio de Jardín, reclasificados según su grado de transformación.

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la fragmentación predial, el 25% de los títulos corresponde a microfundios y minifundios, los cuales ocupan el 21% del suelo de la zona de estudio. En contraste, las propiedades medianas y grandes concentran el 73% del suelo municipal en el 32% de los predios (Figura 5-10). Así, se puede observar una alta concentración de predios en el 25% del suelo municipal. Esa concentración se puede apreciar alrededor de la cabecera municipal, con tendencia hacia las zonas occidental y sur, justo donde se encuentran las veredas analizadas (Figura 5-9c). De acuerdo con los datos de legalización de predios entre 2014 y 2020, la proporción de predios sin legalizar en Jardín aumentó del 10 al 21%, lo que indica un aumento en la adquisición de tierras sin formalización jurídica.

**Figura 5-10.** Fragmentación predial (a) y concentración del suelo (b) en el municipio de Jardín.



En la Figura 5-9d se aprecia la ubicación del valor comercial de los predios, donde se observa que las dos veredas analizadas han incrementado su avalúo catastral, así como las veredas que están en la salida del municipio hacia Medellín. Al recorrer ambas veredas, se contabilizaron 30 parcelaciones, cuatro condominios, 14 casas tradicionales y 11 casas tradicionales densas.

De esta forma, los cambios en el uso del suelo –caracterizados por una mayor diversidad de cultivos en las partes bajas de ambas veredas–, junto con la alta fragmentación predial, el aumento en el valor comercial de los predios y un leve aumento en la informalidad de la tenencia de la tierra, evidencian una transformación que concuerda con la aparición de nuevas viviendas alejadas de las construcciones tradicionales.

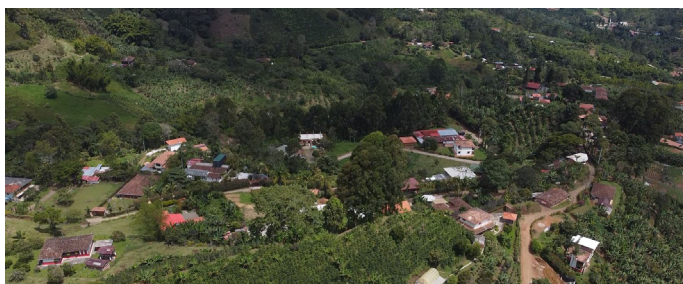
**Figura 5-11.** Tipologías de vivienda municipio de Jardín.



a. Imagen aérea vereda Quebrada Bonita, parte baja



b. Imagen aérea vereda Quebrada Bonita, parte baja



c. Imagen aérea vereda Serranías



d. Imagen aérea vereda Serranías

Fuente: Propiedad de los autores.

En los recorridos de campo realizados se evidenció que en ambas veredas proliferan avisos de venta de propiedades. La venta de predios se realiza de forma personal, no hay un agente inmobiliario que dinamice el proceso. Algunos campesinos están vendiendo porciones de sus predios para mejorar su capacidad adquisitiva, conservando el resto del predio para permanecer allí. Al contrario, los hijos de estos campesinos no desean continuar viviendo en las fincas, sino que se desplazan hacia el casco urbano, disminuyendo la capacidad laboral para la producción agrícola. Además, el estilo de vida que traen los nuevos residentes (muchas veces nómadas digitales) hace que los jóvenes locales quieran imitarlos. También ven en el turismo otras alternativas laborales, como guías, conductores y prestadores de servicios en hoteles y restaurantes, entre otras.

Las veredas están cambiando rápidamente, dominando los cercos vivos de las fincas de recreo. A pesar de que no hay grandes comercios, discotecas o bares, se fortalece la presencia de hoteles rurales y la aparición de nuevos negocios comerciales, como miradores, cafés, restaurantes, y las tiendas tradicionales están más surtidas de productos. Si bien los negocios tradicionales no han desaparecido, sí existe una notable disminución de los campos de cultivos, aunque aún pueden encontrarse en buenas cantidades en la parte alta de las veredas (Figura 5-11).

## 5.5 Discusión

### 5.5.1 Transformaciones de los espacios rurales

El espacio tiene un papel fundamental en la estructuración de la totalidad, su lógica y su sistema. Es el ámbito donde se tejen las relaciones sociales y los modos de producción de un territorio, creando formas espaciales que constituyen su propio lenguaje, el cual se analiza desde las categorías de forma, función, estructura y procesos. A continuación, se describen los hallazgos de cada una de estas categorías.

- **Forma:** entendida como los objetos creados que permiten la producción. Al comparar la concentración del suelo con la fragmentación predial, se puede apreciar que el municipio de mayor concentración del suelo es Jardín, donde el 73% del suelo tiene registrado solo el 32% de los predios, seguido de Sopetrán, el cual tiene en el 55% de su territorio el 65% de los predios municipales. Por último está San Vicente Ferrer, donde la mayor cantidad de suelo está en la categoría de minifundios y microfundios, con un 78% del suelo y un 80% de los predios registrados.

La cobertura vegetal en el municipio de Jardín indica un deterioro de espacios naturales y un aumento de uso del suelo para ganadería, y una sustitución de los cultivos

de café y caña por otros frutales, como la gulupa. En el municipio San Vicente Ferrer se aprecian algunas actividades productivas y una proliferación de zonas para el desarrollo de la actividad inmobiliaria. En Sopetrán hay una expansión de zonas destinadas al ocio y la construcción de viviendas de descanso, y, específicamente en la vereda El Rodeo, la etapa inicial de un proceso de urbanización.

La proliferación de nuevas viviendas en las veredas de los municipios estudiados tiene dos componentes: primero, se comienzan a construir viviendas en un sector ya consolidado por los campesinos, donde se destaca la variedad de tipología de casas, como es el caso de la vereda Otrabanda y Serranías, en los municipios de Sopetrán y Jardín; posteriormente, se compran grandes lotes (de uno o dos dueños, sin población) que permitan construir hasta 160 casas campestres, como es el caso de la vereda La Porquera, El Rodeo y Quebrada Bonita, en los municipios de Sopetrán y Jardín.

- **Función:** entendida como la acción e interacción que suponen interdependencia funcional entre los elementos. En el departamento de Antioquia, la agricultura aporta solo el 6% de su economía, pero sigue ocupando una porción significativa del territorio. En las zonas de estudio de los tres municipios, el uso agropecuario del suelo actualmente ocupa 96% en San Vicente Ferrer, en Jardín 95% y en Sopetrán 62%; sin embargo, los tres presentan dinámicas diferentes, probablemente más asociadas a las condiciones iniciales y a la velocidad del cambio, pero que apuntan, finalmente, a una transformación asociada a la construcción de nuevas viviendas y apuestas –en mayor o menor medida– por el turismo. En San Vicente Ferrer se observa un deterioro de los espacios naturales y un incremento de la actividad antrópica. En Jardín se aprecia un incremento de pastos y cultivos, mientras que en Sopetrán se observa una especialización mayor en el turismo y un abandono de los procesos agrícolas.
- **Estructura:** entendida como una red de relaciones. Se encuentran elementos comunes, ya que los tres municipios se ubican en el área de influencia de los tres proyectos viales más recientes e importantes del departamento. San Vicente Ferrer y Sopetrán se encuentran a 40 minutos del Valle de Aburrá, este último impactado no solo por el Túnel de Occidente, sino por toda la obra de la vía que une el centro de Antioquia con los puertos de Urabá. El municipio de Jardín se ha visto impactado por la construcción de las vías al Pacífico. Los tres han experimentado aumentos en la informalidad de la tenencia de la tierra entre 2014 y 2020. San Vicente Ferrer pasó de 46 a 48%, Sopetrán de 46 a 48% y Jardín de 10 a 21%, el mayor incremento de los tres.
- **Procesos:** entendido como aquello que da vida a esos objetos. El surgimiento de cada municipio obedece a dinámicas muy diferentes. Mientras Jardín se desarrolló económicamente gracias a la producción agrícola, especialmente del café, San Vicente Ferrer creció ligado a las dinámicas industriales del Oriente antioqueño y Sopetrán creció de la mano de las vías que comunican el Valle de Aburrá con el golfo de Urabá. Actualmente, Jardín y Sopetrán centran su economía en el sector de servicios, con 65% y 78,59%, respectivamente. San Vicente Ferrer mantiene la economía agropecuaria como el principal renglón del municipio, con una participación del 80%.

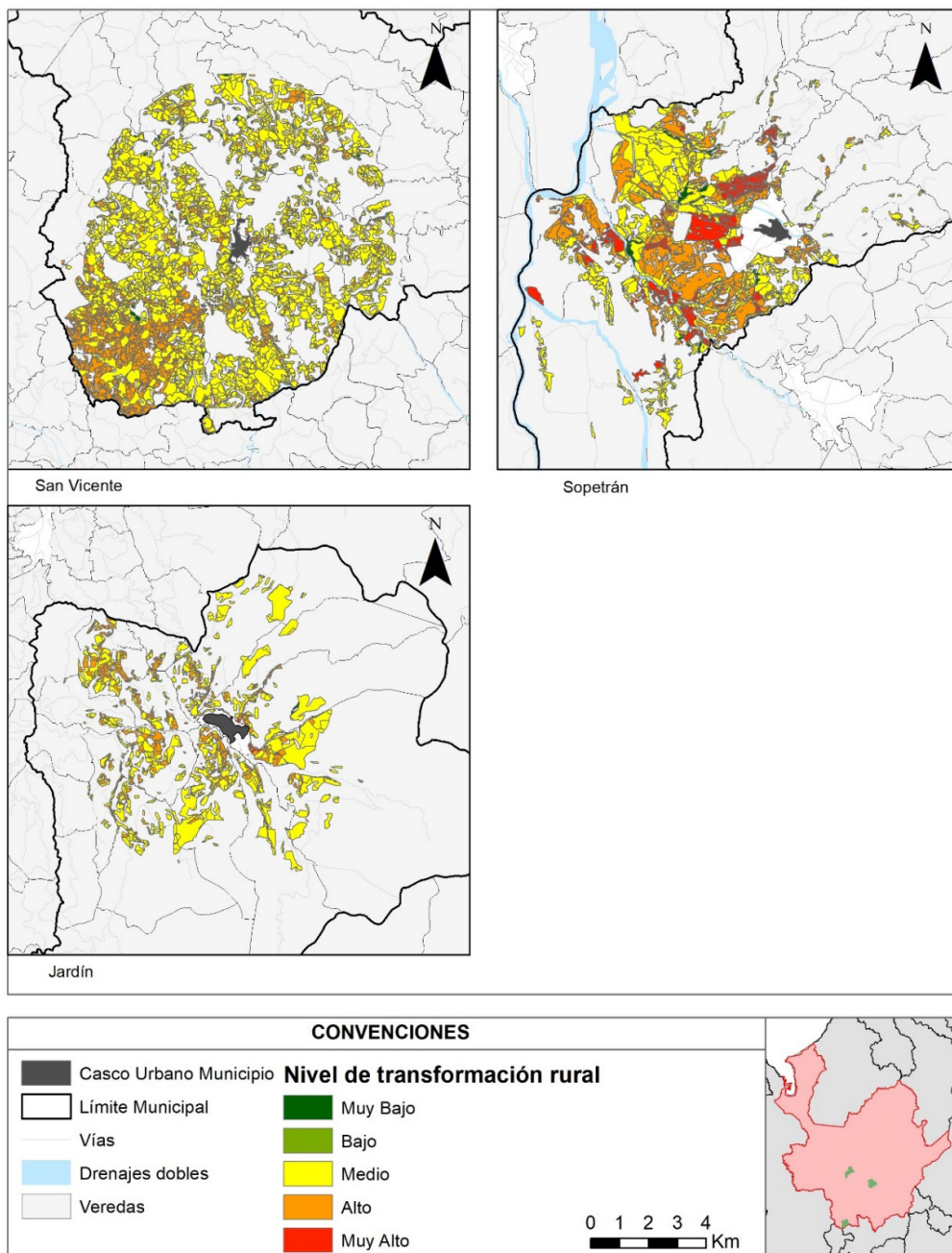
La apropiación del suelo por parte de los nuevos propietarios en los tres municipios es muy diversa, no solo en la forma y en la temporalidad que habitan (fines de semana, segundas residencias, de forma permanente), sino en la forma como se relacionan con sus vecinos, con el sistema productivo agrícola, con el surgimiento de nuevos locales comerciales e incluso con el cambio del valor de uso del suelo. Mientras que en Sopetrán se presenta un proceso constructivo, acelerado por empresas inmobiliarias, que genera una fuerte fragmentación social y detrimento de espacios naturales para dedicarlos a actividades recreativas, en Jardín pasa lo contrario: las personas se van a vivir allí los fines de semana o de forma permanente, el mercado inmobiliario se realiza principalmente con los dueños de los predios y, al contrario de Sopetrán, se aprovecha un mejoramiento de las vías de acceso para dinamizar las veredas. Además, a pesar de los impactos vecinales (café, restaurantes), los antiguos negocios no desaparecen. Por último, San Vicente Ferrer se presenta como un lugar donde las personas ubican sus casas permanentes o segundas residencias (no permanecen vacías por mucho tiempo), es decir, en el día no están, pero llegan en las noches. Igualmente, a pesar de que se están desplazando los cultivos, a los campesinos no les incomoda esta dinámica, asumen el cambio como un impulso económico, pues llegan nuevos habitantes y hay una mayor inclusión.

Por último, el Ordenamiento Territorial (OT) ha jugado un papel importante en el valor del suelo. En Jardín ha abierto la zona aledaña al casco urbano para construcción de parcelaciones; San Vicente Ferrer ha cambiado su apuesta por un distrito agrario en la parte sur, abriéndola a una combinación con casas campestre, y Sopetrán no actualiza su OT desde el 2000, generando una gran permisibilidad.

En términos cartográficos, es posible diferenciar las áreas donde han ocurrido las mayores transformaciones en la ruralidad de los municipios, de acuerdo con la valoración que se hizo de los mapas de los cambios de usos y coberturas, la fragmentación y la valorización predial. No obstante, la información disponible sobre avalúos es incompleta, ya que no está registrada para todos los predios, lo que genera vacíos en las áreas de estudio (Figura 5-12).

Si bien todos tienen cambios principalmente clasificados como medios y altos (respectivamente 74% y 20,3% en San Vicente Ferrer, 76,3% y 18,7% en Jardín), en la zona de estudio en Sopetrán aparecen todas las categorías, encontrando predios con cambios bajos (14,1%) situados al lado de predios con transformaciones muy altas (14,6%), pero igualmente con predominio de áreas con transformaciones medias (35,1%) y altas (34,2%).

Cabe mencionar que la cartografía no siempre se encuentra actualizada para reflejar los cambios que en ocasiones ocurren en poco tiempo. Por ejemplo, las migraciones ciudad-campo se aceleraron en los últimos cuatro años, durante y después de la pandemia de la Covid-19.



**Figura 5-12.** Transformación de los territorios rurales de los municipios estudiados, en función de los cambios de usos y coberturas, la fragmentación y la valorización predial.

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, hay información cartográfica que no coincide con lo observado en campo. Más allá de las coberturas del suelo, la fragmentación predial no siempre muestra la realidad, ya que muchas parcelaciones y loteos no desengloban, por lo que sigue apareciendo un predio en el catastro municipal, pero se observan decenas de divisiones y construcciones nuevas. Por otro lado, hay algunos cambios, por ejemplo, en el avalúo de los predios, que se deben a procesos diferentes a la urbanización. En el caso de Jardín, se encontró un sector que se valorizó recientemente, pero esto se relaciona con el uso del suelo permitido en el EOT, que habilita un suburbano comercial, industrial y de bodegas.

En todo caso, la cartografía permite una aproximación inicial a la ruralidad, pero aprehender y comprender las lógicas de dinámicas tan cambiantes como las analizadas en este ejercicio requiere, necesariamente, de información primaria que permita visualizar los cambios, las tipologías de las viviendas y los dispositivos emergentes, como cerramientos y elementos de seguridad –o aislamiento– de los nuevos residentes, así como las dinámicas socioeconómicas en el territorio.

## 5.5.2 Expresiones de la gentrificación rural

Algunos de los elementos que, según los autores referenciados, se asocian con procesos de gentrificación rural coinciden con los empleados en este trabajo para caracterizar las transformaciones del espacio rural. La principal diferencia entre ambos enfoques se relaciona con el desplazamiento de la población.

El municipio de San Vicente Ferrer tiene una estructura predial, con alta fragmentación de la propiedad rural y una alta informalidad en la tenencia de la tierra, aunque está en proceso de saneamiento. Esta situación se traduce en una fragmentación antieconómica que dificulta la capitalización de la economía familiar campesina. Algunos negocios tradicionales empiezan a desaparecer, y en sectores centrales aparecen servicios de construcción y restaurantes. Aunque puntualmente no se encontró inversión pública reciente, sí se habilitaron suelos para usos suburbanos en el POT de 2020. En todo caso, la infraestructura que une el Oriente antioqueño con el Valle de Aburrá facilita la migración de personas atraídas por el imaginario de una casa campestre cerca de la ciudad.

Los cambios del paisaje incluyen cercos vivos o metálicos, cámaras de vigilancia y una notable presencia de publicidad sobre nuevos proyectos y ventas. No obstante, en general, se encontró que los campesinos venden sus predios, pero permanecen en el territorio.

En Sopetrán, el crecimiento de los sectores inmobiliario y turístico viene transformando la economía del municipio, junto con la aparición de gran cantidad de hoteles, balnearios y lugares de recreo. Tiene un alto porcentaje de predios menores pequeños y los grandes

se adquieren para parcelaciones, lo que genera un índice de informalidad en la tenencia de la tierra que evidencia tales procesos de subdivisión. Quienes compran pequeños predios a los campesinos que fragmentan su propiedad son personas atraídas por el imaginario de tener una casa de descanso para los fines de semana o para alquilar por días, dado su carácter recreativo. Se evidencian cercos vivos o metálicos, y la aparición de conjuntos residenciales cerrados, todo ello sin control urbanístico, dado que el POT del municipio no se ha actualizado desde el 2000.

En la zona de estudio de Sopetrán se encontró una fuerte presión inmobiliaria que le apuesta a casas campestres y condominios, donde los nuevos propietarios o visitantes llegan solo los fines de semana, pero interactúan poco con el entorno. Por tanto, no se ha dinamizado la economía, los hijos de los habitantes tradicionales no encuentran oportunidades allí, entonces prefieren salir, y los campesinos tradicionales venden y están desplazándose a otras veredas más baratas para vivir y trabajar el agro.

En Jardín el dinamismo de la economía de servicios asociada a actividades turísticas ha generado tanto una mayor rentabilidad de los usos del suelo para atender este sector de la economía como un incremento de los precios del suelo, que, a su vez, motiva la alta fragmentación de la propiedad rural y el paulatino abandono de las actividades agropecuarias. En la zona de estudio se conservan los locales tradicionales y han aparecido nuevos cafés y locales comerciales de bajo impacto. También se han mejorado las vías hacia las veredas y se ha habilitado suelo para la expansión urbana y suburbana, así como para parcelaciones campestres, según lo establecido en el POT de 2020.

El suelo se negocia directamente con los campesinos que suelen vender una porción de su finca, pero permanecen en la zona. Como resultado, comienzan a aparecer cerramientos o cercos vivos. Las nuevas viviendas muchas veces tienen doble propósito: servir como residencia permanentemente y, al mismo tiempo, destinarse al arriendo por días. Esta dinámica ha generado una diversidad de tipologías de viviendas que coexisten en el territorio, junto con la llegada de nuevos residentes permanentes y un alto flujo de visitantes los fines de semana. Cabe resaltar que el municipio se encuentra a unas tres horas de viaje desde Medellín, por lo que las dinámicas son diferentes a las de los otros municipios.

## 5.6 Conclusiones

La caracterización de los espacios seleccionados como áreas de estudio se logró tomando como base orientadora el conjunto de variables seleccionadas por cada categoría del espacio. Sin embargo, sintetizar la gran cantidad de información de cada variable para cada zona de estudio constituyó el principal reto para este ejercicio. Por otro lado, teniendo

en cuenta que hay variables cuantitativas y cualitativas, su análisis e interpretación es más exigente, ya que obliga a articular y triangular información muy disímil. Aun así, fue posible encontrar similitudes y diferencias en la manera en que cada categoría del espacio rural se está transformando en las tres áreas de estudio. En todos los municipios se encontraron evidencias de densificación y tendencia a la urbanización, así como una reducción de los espacios naturales y de los cultivos permanentes, sustituidos por cultivos transitorios o pastos, muchas veces asociados a recreación y ocio. Así mismo, se encuentran nuevas tipologías de viviendas campestres, más urbanas, y la aparición de condominios y parcelaciones rurales. Estos cambios de forma se relacionan con los de la función, donde la ruralidad deja de ser un sitio de conservación de la naturaleza y de producción agraria, pasando a ser un lugar de descanso y recreo, muy asociado con el turismo. La estructura muestra que en todos los casos se incrementa la informalidad en la tenencia del suelo y una dependencia de las conexiones viales con el centro del departamento. Los elementos de proceso son más diversos en los tres municipios, donde la historia, los modos de apropiación de los nuevos residentes y la normativa local marcan rutas diferentes entre estas ruralidades, que son tres expresiones diferentes de las dinámicas rurales contemporáneas.

La información cartográfica permitió evidenciar las zonas con mayores transformaciones, con base en los cambios de coberturas y usos, la valorización y la fragmentación predial. No obstante, los recorridos de campo y la información primaria colectada con la comunidad fueron fundamentales para diferenciar tipologías y formas de habitar y apropiar el territorio, las cuales marcan diferencias entre las zonas de estudio, imposibles de identificar mediante información secundaria.

Por otro lado, en San Vicente Ferrer y en Jardín se encontró que los campesinos no están migrando de sus veredas, aunque sí hay una disminución o abandono de la agricultura, con lo cual se transforma la base económica familiar y las dinámicas socioeconómicas de la zona. En Sopetrán, por otra parte, sí se encuentran casos de desplazamiento de los habitantes hacia veredas menos turísticas, donde no se dé la presión inmobiliaria que hay en las veredas de estudio. Adicionalmente, contrario a generaciones pasadas, las nuevas generaciones expresan su deseo de buscar oportunidades en otros lugares.

Aunque se encontraron cambios que coinciden con lo descrito desde los años 90 sobre nueva ruralidad, tales como densificación y fragmentación de los predios, muchas veces con incremento en la informalidad en la tenencia del suelo, valorización de la propiedad, cambio de usos productivos por usos de recreación y ocio, las actividades económicas de los habitantes locales pasan de la agricultura a la prestación de servicios o al comercio, todo ello jalonado por mayor accesibilidad e infraestructura de comunicaciones. En mayor o menor medida, en los tres municipios se encontraron más establecimientos comerciales y de servicios para atender a los visitantes, tipologías de viviendas que distan de las tradicionales campesinas y permisividad de la norma para incentivar los cambios en

las vocaciones de estos suelos. La principal diferencia entre los casos analizados es la manera como los nuevos habitantes se integran al territorio: segundas residencias de fin de semana, viviendas permanentes pero desocupadas durante el día entre semana o viviendas habitadas de manera continua. Estas relaciones con la vivienda, el territorio y la comunidad marcan diferencias significativas en la valoración y apropiación que tienen los nuevos residentes. También varían las actividades que se desarrollan en estos espacios, que van desde paseos con piscina y fiesta –muchas veces en rentas por días– hasta la búsqueda de un lugar tranquilo y desconectado de la ciudad para habitar.

Así, podemos hablar de tres tipos de ruralidad en transformación: una ruralidad de veraneo y eventos sociales festivos (Sopetrán), una de segunda residencia o viviendas permanentes virtualmente deshabitadas entre semana (San Vicente Ferrer), y una de viviendas ocupadas por sus nuevos habitantes (Jardín). Aunque en los tres casos se encuentran señales relacionadas con los procesos de gentrificación rural, solo en Sopetrán se encontró evidencia de migración de la población local hacia otras veredas, debido a las nuevas dinámicas y a los altos costos. En la otra vereda de Sopetrán y en los otros dos municipios se encuentran manifestaciones de gentrificación en clave de desplazamientos, pero indirecta, es decir, que afecta a las nuevas generaciones.

## 5.7 Referencias

- Agudelo Patiño, L. C. (2014, 3 al 6 de septiembre). Geografía de la ruralidad en Antioquia, Colombia: una propuesta de clasificación basada en ámbitos territoriales [conferencia]. *XVII Coloquio de Geografía Rural*, Girona, España.
- Alcaldía Municipal, Jardín. (2020). *Plan de Desarrollo Por Amor a Jardín. Bienestar para todos 2020-2023*. Alcaldía Municipal de Jardín, Antioquia. <https://www.eljardin-antioquia.gov.co/alcaldia/plan-de-desarrollo-por-amor-a-jardin-bienestar-para>
- Alcaldía Municipal, San Vicente Ferrer. (2020). *Plan de Desarrollo Municipal 2020- 2023*. Alcaldía Municipal de San Vicente Ferrer. <https://sanvicenteferrerantioquia.micolombiadigital.gov.co/planes/plan-de-desarrollo-san-vicente-ferrer-vive-la-renovacion>
- Álvarez Vahos, M. C. (2022). *El proceso de gentrificación rururbana: implicaciones en el ordenamiento ambiental del territorio caso de estudio vereda La Ilusión del corregimiento de San Cristóbal municipio de Medellín* [Tesis de grado, Universidad de Antioquia]. Repositorio Institucional Universidad de Antioquia. <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/32224>
- Bastidas Marulanda, A. D. (2022). Cambios en la agricultura de la región del oriente de Antioquia Colombia y sus posibilidades de desarrollo. Universidad Nacional de Colombia sede Medellín. Departamento de Economía. <https://repositorio.unal.edu.co/items/cd2494ac-a816-4959-bf42-ea386a5dd600>
- Benavides, C. A. (2024). *Paisaje cultural en el occidente antioqueño: transformaciones de las dinámicas del territorio y la relación paisaje-sociedad, a partir del 2006* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio Institucional UNAL. <https://repositorio.unal.edu.co/items/845bef29-7d16-40bc-b13a-2871215f4025>

- Borja, E., Insuasty, A. y Valencia, J. F. (2022). ¿Gentrificación o reordenamiento criminal del territorio urbano? Caso Medellín (Colombia). *Ratio Juris*, 17(34), 263-288. <https://publicaciones.unaula.edu.co/index.php/ratiojuris/article/view/1347>
- Cabrerizo, S. (2016). *La ciudad negocio. Turismo y movilización social en pugna*. Cisma Editorial
- Carchipulla Zhunio, N. A. (2018). Estimación del nivel de desarrollo sostenible de los territorios rurales del área de biosfera macizo del cajas, a partir de las dimensiones del sistema territorial. *Killkana Social*, 2(3), 33-42. <https://doi.org/10.26871/killkanasocial.v2i3.320>
- Chiarella, R. (2010). Planificación del desarrollo territorial: algunas precisiones. *Espacio y Desarrollo*, (22), 77-102.
- Cócola, A. (2016). La producción de Barcelona como espacio de consumo. Gentrificación, turismo y lucha de clases. En Grupo de Estudios Antropológicos La Corrala (Coord.). *Cartografía de la ciudad capitalista. Transformación urbana y conflicto social en el Estado español* (pp. 31-56). Traficantes de Sueños.
- Comaroff, J. y Comaroff, J. (2011). *Etnicidad* S. A. Katz Editores.
- Congreso de la República de Colombia. (1994). Ley 160 de 1994, por la cual se crea el Sistema Nacional de Reforma Agraria y Desarrollo Rural Campesino, se establece un subsidio para la adquisición de tierras, se reforma el Instituto Colombiano de la Reforma Agraria y se dictan otras disposiciones.
- Congreso de la República de Colombia. (1997). Ley 388 de 1997, por la cual se modifica la Ley 9ª de 1989, y la Ley 3ª de 1991 y se dictan otras disposiciones.
- Delgadillo, V., Díaz, I. y Salinas, L. (2015). *Perspectivas del estudio de la gentrificación en México y América Latina*. Hacer Ciudad. [https://www.hacerciudad.com.mx/wp-content/uploads/2016/02/LibroGentrificacion\\_igg.pdf](https://www.hacerciudad.com.mx/wp-content/uploads/2016/02/LibroGentrificacion_igg.pdf)
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2018). *Censo Nacional de Población y Vivienda 2018*. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivenda-2018>
- Echeverri, C. (2022). *Estudio de las motivaciones de los consumidores en referencia a hospedarse en hoteles sostenibles en el municipio de Jardín, Antioquia* (Tesis de grado, Universidad EAFIT). <https://ligeia.eafit.edu.co/bitstreams/7f98395e-3b6d-4a3e-af34-c387bc115723/download>
- Echeverri, R., Franco, L. y González, M. (2015). *Fique en Colombia* (1.ª ed.). Fondo Editorial ITM.
- Egio Rubio, C. y Torrejón Cardona, E. (2014). Actores Sociales y Ordenamiento Territorial Rural Los Corregimientos de Medellín, Colombia. *Bitácora Urbano Territorial*, 24(2), 31-41. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5001895>
- Gobernación de Antioquia. (1981). Industrialización de la Caña. Secretaria de Agricultura y Fomento. Compendio No 42. <https://es.scribd.com/document/654309716/21047-409>
- Gobernación de Antioquia. (2023). *Atlas de Antioquia. Distritos, municipios, corregimientos y veredas. Departamento de Antioquia*. <https://www.arcgis.com/apps/mapviewer/index.html?layers=0d8068a5b3734e06be9c25938af3a054>
- Gobernación de Antioquia, FAO y Agencia de Desarrollo Rural. (2019). Plan Integral de Desarrollo Agropecuario y Rural con Enfoque Territorial. Tomo II Departamento de Antioquia. Gobernación de Antioquia. [https://www.fao.org/co/PublicacionesFAOCO/UTF-COL-084-COL/PIDARET\\_Antioquia\\_Tomo\\_2.pdf](https://www.fao.org/co/PublicacionesFAOCO/UTF-COL-084-COL/PIDARET_Antioquia_Tomo_2.pdf)
- Gobernación de Antioquia y Universidad Nacional de Colombia. (2018). *Plan de Ordenamiento Departamental (POD) de Antioquia*. Gobernación de Antioquia. <https://www.antioquia.gov.co/index.php/plan-de-ordenamiento-departamental>
- Gómez, S. (2018). *Turismo cultural. Transformaciones espaciales en el municipio de Jardín. Escuela de Arquitectura y Diseño. Facultad de Arquitectura PDT Patrimonio Cultural*. Universidad Pontificia Bolivariana.

- Harvey, D. (1993). The Nature of Environment: The Dialectics of Social and Environmental Change. *Socialist Register*, 29, 1-51. <https://socialistregister.com/index.php/srv/article/view/5621>
- Henao, J. D. (2023). *Turismo en zonas rurales de Sopetrán: la naturaleza y el paisaje como elementos indispensables* [Trabajo de grado, Universidad de Antioquia]. Biblioteca Digital Universidad de Antioquia. <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/server/api/core/bitstreams/61b381c5-2f3b-4f80-9f52-188dd274d340/content>
- Hildenbrand, A. (2017). *Gobernanza y planificación territorial en las áreas metropolitanas: Análisis comparado de las experiencias recientes en Alemania y de su interés para la práctica en España*. Publicaciones de la Universidad de Valencia (PUV).
- García, C. (2007). Conflicto, discursos y reconfiguración regional. El oriente antioqueño: de la Violencia de los cincuenta al Laboratorio de Paz. *Controversia*, (189), 130-145. <https://biblioteca.clacso.edu.ar/Colombia/cinep/20100920014712/art5Controversia189.pdf>
- Guimond, L. y Simard, M. (2010). Gentrification and Neo-Rural Populations in the Québec Countryside: Representations of Various Actors. *Journal of Rural Studies*, 26(4), 449-464. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0743016710000379>
- Instituto Geográfico Militar de Ecuador. (2017). Altras Rural del Ecuador. <http://www.geoportaligm.gob.ec/portal/index.php/atlas-rural-ecuador/>
- López-Morales, E. (2018). A Rural Gentrification Theory Debate for the Global South? *Dialogues in Human Geography*, 8(1), 47-50. <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/2043820617752005>
- López, Á. y Marín, G. (2010). Turismo, capitalismo y producción de lo exótico: Una perspectiva crítica para el estudio de la mercantilización del espacio y la cultura. *Relaciones. Estudios de Historia y Sociedad*, 31 (123): 219-258.
- Movilla, L. B. (2022). *Lineamientos metodológicos para mitigar la gentrificación ocasionada tras una renovación urbana en barrios vulnerables*. Universidad del Norte.
- Nates Cruz, B. y Velásquez López, A. (2019). Gentrificación rururbana. Estudios territoriales en La Florida (Manizales-Villamaría) y Cerritos (Pereira) Colombia. *Territorios*, (41), 143-170. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7227861>
- Nelson, P., & Hines, J. D. (2018). Rural Gentrification and Networks of Capital Accumulation. A Case Study of Jackson, Wyoming. *Environment and Planning A: Economy and Space*, 50(7), 1473-1495. <https://doi.org/10.1177/0308518X18778595>
- Núñez, A., Urrutia, S., Aliste, E., Mayne, A. y Salazar, A. (2024). ¿Gentrificación rural "verde"? Desplazamientos y eco-colonización en Patagonia-Aysén, Chile. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 33(1), 198-213. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9626628>
- Ochoa, C. (2020). *Memorias de la producción frutera en el municipio de Sopetrán, Antioquia* [Trabajo de grado, Universidad de Antioquia]. [https://redcol.minciencias.gov.co/Record/UDEA2\\_7e22c293a5002b3bd4581a4d3c08112c/Description](https://redcol.minciencias.gov.co/Record/UDEA2_7e22c293a5002b3bd4581a4d3c08112c/Description)
- Oliveira, A. L. (2018). *Os múltiplos rurais de Cáceres-Mt: em meio á aárente homogeneizacáo, um diverso rural transparece* [Tese de doutorado, Universidade Estadual Paulista (Unesp)]. Repositorio Unesp. <https://repositorio.unesp.br/entities/publication/58620f29-7209-433a-af0f-de53b5d0c12f>
- Phillips, M., & Smith, D. P. (2018). Comparative Approaches to Gentrification: Lessons from the Rural. *Dialogues in Human Geography*, 8(1), 3-25. <https://doi.org/10.1177/2043820617752009>
- Phillips, M., Smith, D., Brooking, H., & Duer, M. (2021). Re-placing Displacement in Gentrification Studies: Temporality and Multi-dimensionality in Rural Gentrification Displacement. *Geoforum*, 118, 66-82. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016718520302876>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2010). *Oriente Antioqueño: Análisis de la conflictividad*. [https://info.undp.org/docs/pdc/Documents/COL/00058220\\_Analisis%20conflictividad%20Oriente%20Antioque%C3%B1o.pdf](https://info.undp.org/docs/pdc/Documents/COL/00058220_Analisis%20conflictividad%20Oriente%20Antioque%C3%B1o.pdf)

- Ramírez, R. y Londoño, A. (2013). Colonización, poblamiento y propiedad en el suroeste antioqueño. El caso del municipio de Jardín (Antioquia, Colombia), 1830-1931. *ACHSH*, 40(2), 77-114.
- Salas Quintanal, H. y González-Fuente, I. (2022). Gentrificación rural en México. Fragmentar el espacio, desplazar la civitas, explotar lo cotidiano. *Revista Latinoamericana de Estudios Rurales*, 7(13).
- Santos, M. (1986). *Espacio y método*. Catedra de Geografía Humana, Facultad de Geografía e Historia, Universidad de Barcelona.
- Santos, M. (2000). *La naturaleza del espacio. Técnica y tiempo. Razón y emoción*. Ariel.
- Simard, M. (2011). Transformation des campagnes et nouvelles populations rurales au Québec et en France: une introduction. *Canadian Journal of Regional Science*, 34(4), 105-114. <https://idjs.ca/images/rcsr/archives/V34N4-SIMARD.pdf>
- Traslaviña Rodríguez, E. (2015). *Gentrificación rural: estudio de caso en la vereda Aguas Claras del municipio de El Carmen de Viboral-Antioquia* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio Institucional Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/55721>
- Zuluaga Gil, R. (2011). *Apuntes para la historia de San Vicente Ferrer*. Centro de Historia del Municipio de San Vicente Ferrer. <https://ricardozuluagagil.com/assets/books/Apuntes%20para%20la%20historia%20San%20Vicente%20Ferrer.pdf>



## 6. Hábitat (humano) biodiverso y adaptativo: en ruta hacia el diseño multiespecies

Daniel Camilo Gil Agudelo

Daniel Marín Vanegas

Marina Piquer Doblás

### Resumen

En el marco del proyecto de investigación del presente libro se realizó trabajo de campo en múltiples municipios de Antioquia, entre ellos Concepción, Yondó y Girardota, en los que se encontraron casos de hábitats con buenas prácticas en la relación entre biodiversidad y ambiente construido, que son presentados en este capítulo con el propósito de analizar estrategias de adaptación frente al cambio climático. Este estudio se centra en la integración de ecosistemas y hábitats construidos bajo un enfoque multidimensional, para promover un diseño multiespecies y un hábitat adaptativo. La metodología incluyó análisis de tres casos de estudio del departamento, donde se identificaron y caracterizaron dispositivos de adaptación y los elementos físico-espaciales compositivos. A partir de estos, se llevó a cabo un análisis multiespecies para identificar las plantas, los animales y la biodiversidad que interactúan con estos dispositivos. Además, se clasificaron de acuerdo con los servicios ecosistémicos en relación con los ambientes construidos. Los resultados muestran cómo la arquitectura del paisaje y el urbanismo pueden contribuir a la creación de hábitats adaptativos en contextos urbano-rurales, destacando la importancia de incorporar prácticas de restauración ecológica, uso de materiales autóctonos e integración de infraestructuras verdes. Las lecciones aprendidas en estos municipios sirven como base para desarrollar indicadores y principios clave de diseño multiespecies, aplicables en la planificación y desarrollo de hábitats adaptativos y sostenibles. Este enfoque es esencial para enfrentar los desafíos del cambio climático, buscando un futuro donde la especie humana y las especies no humanas puedan coexistir y prosperar en armonía.

**Palabras clave:** Hábitat, Adaptación, Diseño multiespecies, Paisajismo, Biodiversidad, Cambio climático.

## 6.1 Introducción

En un planeta cada vez más urbanizado, la relación entre los seres vivos y el ambiente construido se ha vuelto un tema de crucial importancia, más aun considerando el desequilibrio que hay entre la masa construida o antropogénica (tecnomasa) y la cantidad de biomasa total presente en la tierra (Elhacham et al., 2020). Tradicionalmente, las ciudades y los espacios habitables han sido diseñados con un enfoque antropocéntrico, priorizando las necesidades humanas por encima de las de otras especies. El desarrollo de procesos de planificación y diseño físico-espacial, bajo enfoques urbano-arquitectónicos, se realizó inicialmente para adaptarse al entorno natural no intervenido, fluctuando entre materiales, procesos constructivos, formas, paradigmas, movimientos y corrientes estilísticas, pero generalmente desde una óptica antropocentrista e higienista. Bajo esta mirada, los hábitats se diseñan para el prototipo de humano ciudadano, relegando el hábitat del resto de especies a los bordes o fronteras urbano-rurales, y modificando los hábitats originales, a tal punto que presenciamos una crisis de conectividad con las interacciones biológicas y ecológicas que han permitido la vida en la tierra, y, con ello, la sostenibilidad de las comunidades y la supervivencia humana.

Sin embargo, la creciente degradación del medio ambiente ha aumentado la preocupación por la sostenibilidad y la conservación de la biodiversidad, promoviendo enfoques más inclusivos en el diseño de los hábitats al integrar tecnologías y ecosistemas (Muñoz-Echavarría et al., 2024). La creciente concentración de la población mundial en las ciudades pone cada vez más en riesgo la calidad de vida y la protección de la biodiversidad, debido a la expansión extensiva de los espacios destinados al asentamiento humano. Esto supone un cambio en los usos de las coberturas del suelo y en el planteamiento de las nuevas dinámicas socioeconómicas, que se salen del margen del control estatal por su acelerado proceso de desarrollo. Estos procesos hacen necesario soluciones adaptativas bajo un enfoque integrador entre los distintos componentes socioespaciales y biológico-ambientales.

Uno de estos enfoques inclusivos es el diseño multiespecies, un tipo de diseño arquitectónico y constructivo que tiene en cuenta tanto las necesidades humanas como las de otros seres vivos, aspirando a construir edificios que atiendan las necesidades de todas las especies (Grobman et al., 2023). El diseño multiespecies es un enfoque reciente que presenta numerosos desafíos, en especial en la escala de diseño y la construcción de edificios. Además de la actual distancia entre la ecología y la arquitectura, existe cada vez un mayor distanciamiento de los seres humanos con respecto a la naturaleza, que va erosionando las posibilidades de una convivencia armónica con la biodiversidad. El papel que el ambiente construido puede jugar en la restauración de estos vínculos es clave, pero actualmente hay más lagunas que certezas sobre las estrategias que podrían seguirse para lograrlo.

Actualmente, la teoría del diseño multiespecies se basa en los estudios científicos disponibles sobre la interacción entre la fauna y la flora y el ambiente construido. Sin embargo, estos estudios no indican qué elementos específicos motivan a la fauna y la flora a cohabitar los edificios junto a los seres humanos. De hecho, la mejor aproximación hasta el momento son los estudios de control de plagas, ya que, al invertir las recomendaciones destinadas a ahuyentarlas, es posible identificar los elementos del ambiente construido que resultan atractivos para la fauna. A esta falta de información se le suma la complejidad dinámica inherente a todo ecosistema, el cual varía a lo largo del tiempo o en función de las condiciones climáticas.

La literatura actual sobre diseño multiespecies se centra en países de zonas templadas que presentan una menor diversidad y unas condiciones climáticas diversas durante el año. En cambio, las características climáticas del trópico, y en este caso del neotrópico colombiano y los contextos andinos como los de Antioquia que se presentan en esta investigación (Rodríguez y Leiton, 2021), permiten una gran actividad y desarrollo de la biodiversidad durante todo el año, lo cual establece hábitats multiespecies más dinámicos y de rápido crecimiento, en los que es posible estudiar el diseño multiespecies. En este capítulo se busca aprovechar la gran biodiversidad presente en los Andes colombianos, concretamente en Antioquia, para comprender cómo se articulan los hábitats multiespecies en ambientes construidos, sus características y los servicios o funciones ecosistémicas que cumplen.

La capacidad adaptativa se analiza a partir de tres casos de estudio situados en Antioquia. Este análisis estudia la interrelación entre el paisajismo, la fauna y flora, los materiales y los elementos arquitectónicos y de infraestructura verde. Estos tres casos de estudio no solo representan un mosaico de innovación, sino ejemplos para replicar y adaptar estas estrategias en diferentes contextos, favoreciendo el intercambio de saberes entre el medio rural (mayor convivencia multiespecies) y el medio urbano (innovación y tecnología). Al entender y aplicar estas lecciones, podemos aportar a la adaptación al cambio climático.

La pregunta de investigación que orienta este capítulo busca determinar si es posible definir una base conceptual sobre procesos de diseño y construcción de espacios múltiples, capaces de integrarse como una solución frente a los problemas de adaptabilidad al cambio climático, a partir de la identificación de dispositivos compuestos, sus elementos complementarios, comportamientos y patrones de relacionamiento interespecies. De esta pregunta se deriva la hipótesis de que el diseño multiespecies propicia la funcionalidad de los servicios ecosistémicos (SE) en los dispositivos físico-espaciales construidos, mejorando las posibilidades de adaptación al cambio climático. Así mismo, se plantea que dicho enfoque puede integrarse con otras soluciones de carácter económico, social o ambiental, logrando un desarrollo proyectual de espacios habitables para que todas las especies vivas puedan coexistir en armonía.

Este capítulo explora los fundamentos teóricos y las aplicaciones prácticas del diseño multiespecies, con un enfoque particular en la capacidad adaptativa de los entornos construidos en respuesta a las necesidades de diversas formas de vida. El capítulo analiza cómo los conceptos de ser vivo y ambiente construido se interrelacionan, y cómo pueden integrarse en el diseño de hábitats inclusivos o adaptativos. Se toma como referencia la obra de autores clave en biología, arquitectura y diseño urbano y paisajístico, para establecer un marco teórico que sustente esta aproximación.

## 6.2 Estado de la cuestión y antecedentes del diseño multiespecies

En el mundo científico se ha discutido la integración de la biodiversidad en la planeación y el diseño urbano-rural, así como su contribución a la lucha contra el cambio climático. Por ejemplo, Beatley se basa en el término de biofilia de Wilson y reflexiona sobre la sostenibilidad en ámbitos urbanos y arquitectónicos (Freeman, 2011), explorando cómo las ciudades pueden incorporar elementos naturales para mejorar la calidad de vida y la resiliencia climática.

Un hábitat requiere, como mínimo, tres factores clave: agua, alimento (energía) y refugio (materiales), suponiendo que elementos básicos como el oxígeno ya estén presentes. Para el caso del hábitat humano, el enfoque tradicional en el diseño arquitectónico se ha centrado en la vivienda. Sin embargo, estas investigaciones apuntan a incorporar otros elementos que conforman un hábitat, el cual no se limita a la vivienda, que representa solo uno de sus nichos (Marín-Vanegas, 2024), integrando estos factores desde los hábitats multiespecies.

Register (2001) afirma que las ciudades pueden ser rediseñadas para ser más sostenibles y armoniosas con la naturaleza, mientras que McHarg (2006) presenta un enfoque de planificación y diseño que integra los sistemas naturales con los desarrollos humanos, promoviendo la sostenibilidad y la resiliencia.

Para hablar del hábitat adaptativo y el diseño multiespecies, se debe ahondar en sus variables principales: los seres vivos y el espacio que habitan. También es relevante analizar las interacciones que surgen entre seres vivos que habitan soportes territoriales con atributos compartidos y diferenciados. Este enfoque promueve la conservación de la biodiversidad, optimiza el uso de recursos y desafía la visión antropocéntrica tradicional, fomentando una coexistencia armoniosa y equitativa entre humanos y otras especies, e innovando en el diseño urbano y arquitectónico. Para entender dichas interacciones, es necesario identificar las teorías y conceptos que diversos autores han desarrollado, que permiten comprender las dinámicas de relacionamiento entre los seres vivos.

## 6.2.1 Ser vivo y ambiente construido: fundamentos para el diseño multiespecies

Se explora cómo los seres vivos y el ambiente construido se relacionan en el diseño multiespecies. El concepto de ser vivo ha sido central en diversas disciplinas, desde la biología hasta la filosofía. Se refiere a un organismo que presenta características como la homeostasis, el crecimiento, la reproducción, la autopoiesis (autoproducción) y la capacidad de responder a estímulos. Biólogos y filósofos estudiaron ampliamente estos atributos, para comprender la naturaleza de la vida y su interacción con el entorno. En paralelo, el ambiente construido, que incluye arquitectura, urbanismo y diseño industrial, constituye un escenario más estático, diseñado exclusivamente para humanos. Sin embargo, Muñoz-Echavarría et al. (2024) sugieren un enfoque más inclusivo, que integre la vida de múltiples especies en el proceso de diseño, en lo que se conoce como el diseño multiespecies de hábitats humanos.

La ecología urbana aporta avances para pensar las ciudades desde principios ambientales, entendiéndolas como ecosistemas (Bettini, 1998). Por su parte, la ecología humana (Bruhn, 1974) no solo se enfoca en las ciudades y los centros urbanos, sino en los sistemas humanos en general, lo que permite estudiar hábitats rurales, ancestrales e indígenas, y no solo urbanos. Cuando se habla de hábitat humano, se está hablando también del hábitat de otros seres vivos que conviven con la especie humana: las especies estructuradoras y especies clave, por eso se habla de hábitat en general, más que de hábitat humano en particular, porque no tiene sentido hablar de un hábitat humano individualizado y específico, puesto que, desde la ecología, el hábitat es el lugar donde convive una comunidad biológica, es decir, donde los humanos cohabitamos con otros seres vivos que son parte de una misma comunidad (Marín-Vanegas, 2024). Este reconocimiento es lo que permite hablar de hábitats multiespecies o biodiversos en el contexto del cambio climático y, desde allí, hablar del diseño multiespecies en las construcciones y la arquitectura (Grobman et al., 2023).

Desde hace varias décadas, autores como Jacobs han cuestionado la visión antropocéntrica que plantean los ambientes construidos como estrategias para satisfacer las necesidades humanas, argumentando que las ciudades y los espacios urbanos deben ser vistos como ecosistemas complejos, donde diversas formas de vida coexisten y se influyen mutuamente (Slote, 1962). La integración de la naturaleza en el diseño urbano ha sido promovida por paisajistas como McHarg (2006), quien aboga por un enfoque de diseño que respete los procesos ecológicos y las dinámicas naturales. El autor introduce la idea de que los diseñadores deben trabajar con las fuerzas de la naturaleza y considera el ambiente construido como un sistema en el que los seres vivos –humanos y no humanos– juegan un papel fundamental.

## 6.2.2 Algunos caminos para diseñar un hábitat multiespecies o adaptativo

El diseño de hábitats adaptativos requiere una comprensión profunda de las interacciones entre los seres vivos y su entorno. Una de las estrategias clave es la implementación de principios de diseño bioclimático, que buscan armonizar las condiciones climáticas locales con las necesidades de los habitantes humanos y no humanos. El arquitecto ecólogo Ken Yeang trabaja la creación de hábitats y explora cómo los principios de la bioclimática pueden aplicarse en la arquitectura para crear edificios que no solo sean sostenibles, sino que también promuevan la biodiversidad (McNeill, 2005). Por su parte, el diseño multiespecies promueve también una integración de los ecosistemas construidos con los ecosistemas existentes, sobre los que se emplazan los primeros en todas las dimensiones y niveles.

Otra estrategia es el uso de tecnologías inteligentes y materiales adaptativos que respondan a las condiciones ambientales cambiantes. El concepto de arquitectura cinética, ampliado por Torres Espinosa (2017), introduce la idea de edificios que pueden adaptarse en tiempo real a las necesidades de sus ocupantes y a las condiciones externas, creando espacios que son verdaderamente dinámicos y adaptativos. Además, la incorporación de infraestructura verde, como cubiertas verdes y paredes vivas, ha demostrado ser eficaz para aumentar la biodiversidad en entornos urbanos. Beatley argumenta que las ciudades deben diseñarse para ser biofílicas, es decir, lugares donde la naturaleza, las tecnologías y los seres vivos puedan convivir (Freeman, 2011).

## 6.2.3 Hacia un diseño multiespecies de los hábitats humanos y más que humanos

El diseño multiespecies es un enfoque emergente que busca integrar las necesidades y potencialidades de diferentes formas de vida en el proceso de diseño del ambiente construido. Se basa en reconocer que los humanos no son los únicos habitantes de la tierra y que otras especies también tienen derecho a habitar y modificar el entorno en el que viven, incluso en hábitats altamente antropizados como las ciudades. Anna Tsing explora la coexistencia de diferentes especies en paisajes perturbados por la actividad humana, y destaca la importancia de considerar las interacciones multiespecies en la planificación y el diseño (Helmreich, 2016).

La simbiosis, una relación biológica en la que dos o más especies interactúan de manera beneficiosa, es un concepto clave en el diseño multiespecies. Margulis (1998) desafía la visión tradicional de la evolución como un proceso de competencia y supervivencia del más apto, proponiendo en su lugar que la cooperación y la simbiosis han sido fuerzas motrices en la evolución de la vida en la tierra. Otra contribución clave en este campo la desarrolla Haraway (2016), quien propone el concepto de *chthuluceno*, una era en la que los humanos deben aprender a vivir en simbiosis con otras especies, construyendo rela-

ciones de interdependencia y mutualismo. Este enfoque implica repensar el diseño de los espacios urbanos y rurales, para permitir la coexistencia y el florecimiento cooperativo y sinérgico de diversas formas de vida.

El diseño multiespecies debe incorporar principios de simbiosis, autoorganización y transducción, mediante la creación de espacios que fomenten interacciones positivas entre diferentes especies. Un ejemplo de esto es la planificación de corredores ecológicos en entornos urbanos, que permiten el movimiento y la dispersión de especies no humanas, promoviendo así la conectividad ecológica y la salud de los ecosistemas, en concordancia con lo planteado por Forman (2005), quien argumenta que el diseño de ciudades debe considerar no solo las necesidades humanas, sino también las de otras especies que habitan en los mismos espacios.

La Figura 6-1 presenta un resumen de los conceptos revisados en este apartado.

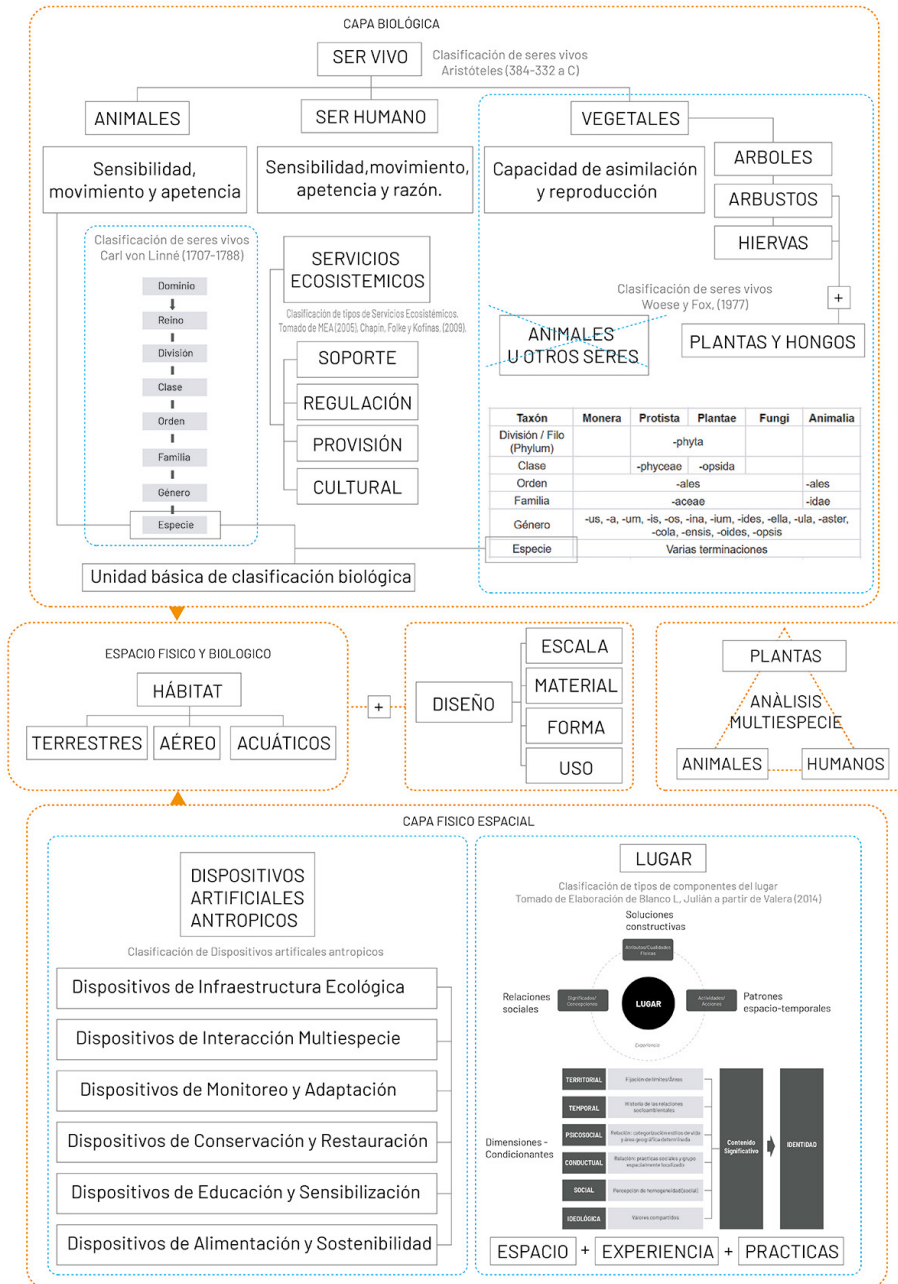
## 6.3 Metodología

### 6.3.1 Sitios de estudio

Esta investigación se realizó en tres sectores de tres municipios (Figura 6-2) pertenecientes a diferentes subregiones de Antioquia.

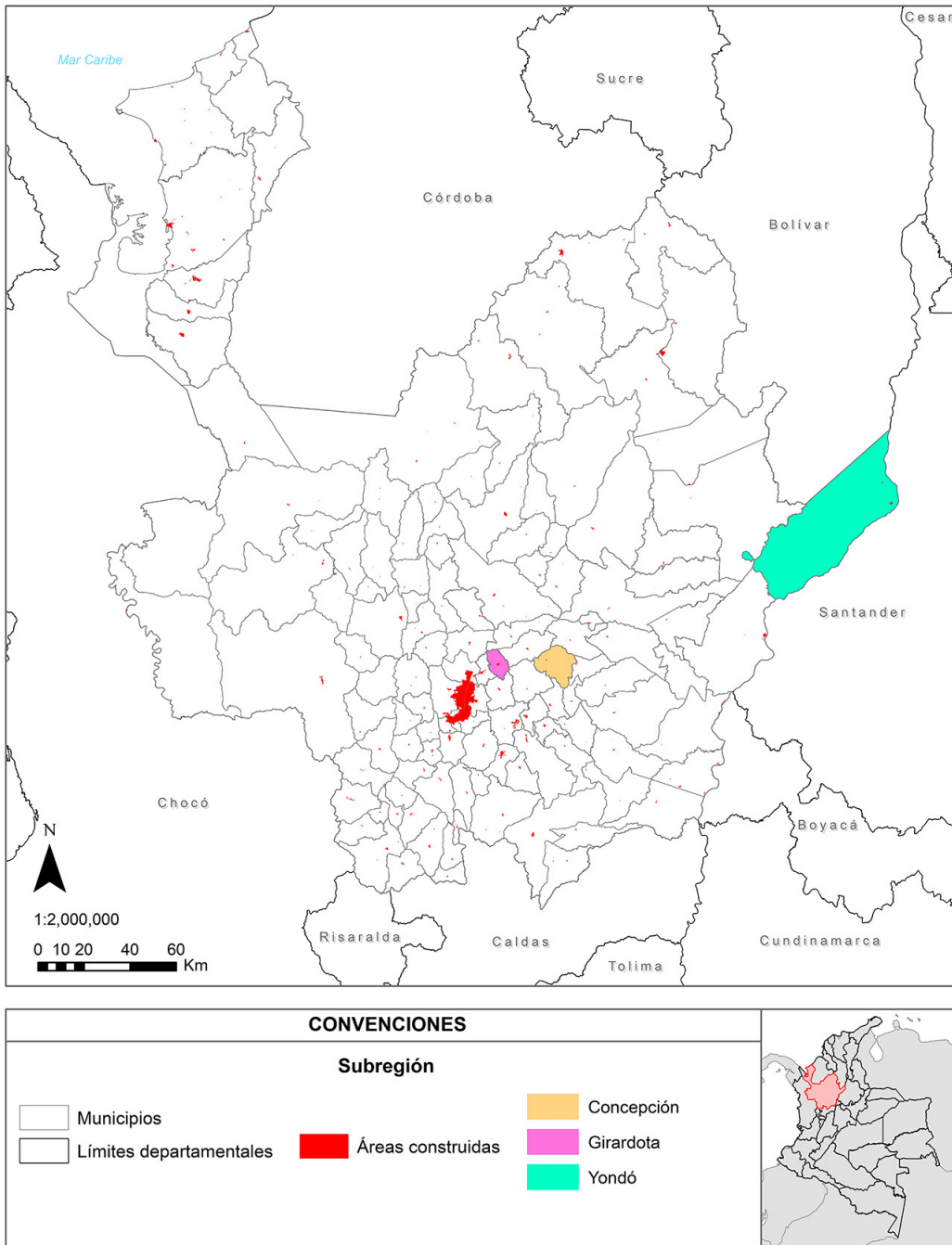
- **Caso 1: municipio de Concepción, Oriente antioqueño:** se analiza con base en los elementos clave identificados en la finca ecoturística Los Abuelos, a través de sus estrategias o dispositivos de intervención físico-espacial.
- **Caso 2: municipio de Girardota, Área Metropolitana del Valle de Aburrá:** la finca El Sauce, en el municipio de Girardota, se considera sostenible y un Predio Experimental Agroecológico de Referencia (PER), según la Corporación Ecológica y Cultural Penca de Sábila (2023). Este caso se estudia de modo que se puedan sistematizar sus buenas prácticas, y su replicabilidad o escalabilidad como una estrategia de adaptación al cambio climático a nivel local, centrándose en temas como las especies estructuradoras, la producción de alimentos, la gestión de residuos agrícolas y los ciclos ecológicos.
- **Caso 3: municipio de Yondó, Magdalena Medio:** un municipio anfibio caracterizado por su vocación ganadera y agrícola enfrenta retos ambientales significativos, debido a la industria de hidrocarburos y a las prácticas de *fracking* que contaminan sus cuerpos de agua, principalmente representados por el río Magdalena, que se expande a través del municipio, creando diversos elementos hídricos interconectados como ciénagas, humedales, zanjas de infiltración, zonas de escorrentía y drenaje urbano.

**Figura 6-1.** Síntesis de la revisión de literatura presentada.



Esquema propio D.G.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 6-2.** Ubicación de los municipios de interés para analizar el diseño multispecie en diferentes sectores visitados.

Fuente: Elaboración propia.

### 6.3.2 Recopilación y análisis de la información

La recolección de la información se llevó a cabo mediante una estrategia cualitativa de trabajo de campo, orientada a comprender las relaciones entre intervenciones físico-espaciales del hábitat humano y la presencia de especies animales y vegetales en contextos urbanos y rurales del departamento de Antioquia. Esta aproximación buscó generar insumos conceptuales y prácticos para el diseño de hábitats multiespecies adaptativos, a partir del análisis de experiencias reales documentadas en tres casos de estudio.

El proceso incluyó visitas presenciales a los territorios, donde se realizaron recorridos de observación directa con registro fotográfico sistemático y toma de notas de campo. Se identificaron y documentaron diversos dispositivos construidos (tanto edificatorios como de espacio público), así como sus relaciones con el entorno ecológico. A lo largo de estos recorridos se sostuvieron conversaciones informales con habitantes, cuidadores y transeúntes, quienes aportaron observaciones y experiencias locales sobre el uso de los espacios, la transformación del entorno y la presencia de determinadas especies.

A partir de estas observaciones y registros, se identificaron especies vegetales y animales que interactúan con los elementos físicos del hábitat, ya sea utilizándolos como refugio, fuente de alimento o soporte para sus ciclos vitales. La identificación de estas especies se realizó posteriormente mediante análisis del registro fotográfico y la consulta de literatura especializada, plataformas digitales de biodiversidad y expertos locales en flora y fauna.

Como parte del análisis, se elaboraron diagramas de círculos de enfoque, que permitieron representar gráficamente las relaciones observadas entre los dispositivos físicos, las especies asociadas y los tipos de interacción presentes. Asimismo, aunque no se incluyen en este capítulo, se desarrollaron tablas de síntesis internas para organizar los datos recolectados según variables como: tipo de intervención, función ecológica de las especies asociadas (polinización, refugio, dispersión, entre otras) y condiciones contextuales. Estas herramientas facilitaron la interpretación de los hallazgos y sirvieron como base para la formulación de principios clave para el diseño de hábitats más resilientes e inclusivos, con enfoque multiespecie.

Este enfoque metodológico, aunque sencillo en su aplicación, se basa en técnicas reconocidas en la investigación cualitativa y territorial, y permite articular conocimiento técnico, ecológico y social en la búsqueda de alternativas de adaptación al cambio climático desde el diseño del hábitat.

## 6.4 Resultados

A continuación, se ilustran, describen y relacionan los elementos encontrados en cada uno de los casos de estudio.

### 6.4.1. Municipio de Concepción

El parque del municipio incorpora vegetación nativa que soporta la biodiversidad y promueve un microclima adecuado para las especies locales (Figura 6-3). El Parque del Río, en Concepción, representa una interacción armónica entre los espacios naturales y elementos construidos. Este espacio se destaca por su capacidad para integrar la biodiversidad local dentro de un entorno urbano, mediante la creación de corredores ecológicos a lo largo del río (Figura 6-4). Estos corredores no solo facilitan la movilidad de la fauna local, sino que también actúan como zonas de amortiguamiento frente a las fluctuaciones extremas en el caudal del río, mejorando la resiliencia del área (Figura 6-5).

**Figura 6-3.** Parque municipal principal, municipio de Concepción.



Fuente: Propiedad de los autores.

## Parque del Río

El diseño del parque aprovecha la topografía natural y utiliza materiales locales para construir senderos y áreas de descanso que se integran al paisaje, sin interrumpir los procesos ecológicos existentes. Además, se implementan estrategias de biofiltración natural para gestionar el agua de manera sostenible, permitiendo que el río mantenga su calidad y apoye a la fauna y flora que depende de él.

**Figura 6-4.** Parque del Río, Concepción, y localización del recorrido.



Fuente: Propiedad de los autores.

**Figura 6-5.** Río Concepción y Parque del Río, Concepción.



Fuente: Propiedad de los autores.

En este espacio se identificaron las siguientes especies vegetales: P1 *Neomarica northiana*, P2 verbena, P3 *Hierba graminoide*, P5 *Chrysanthemum × morifolium* (Ramat.) Hemsl, crisantemo, P7 *Monstera deliciosa*, P9 *Bromelia Alcantarea imperialis*, P10 *Cedrela odorata* L. VU y cedro colorado.

Dentro de los animales, se identificaron tres grupos principales:

- AP1 polinizadores: abejas, mariposas e insectos como hormigas y arañas.
- AP2 polinizadores: abejas, mariposas, polillas e insectos como hormigas, arañas, orugas y escarabajos; y aves como colibríes e insectívoras.
- AP3 mamíferos: zorros (*Cerdocyon thous*), murciélagos frugívoros, aves como gorriones (familia *Emberizidae*), codorniz (*Colinus cristatus*), bichofué gritón (*Pitangus sulphuratus*) e insectos como saltamontes (familia *Acrididae*), mariposas (familia *Nymphalidae* y *Pieridae*), hormigas (familia *Formicidae*), y reptiles y anfibios como culebra sabanera (*Leptodeira annulata*), ranas y sapos (familia *Hylidae* y *Bufo*).

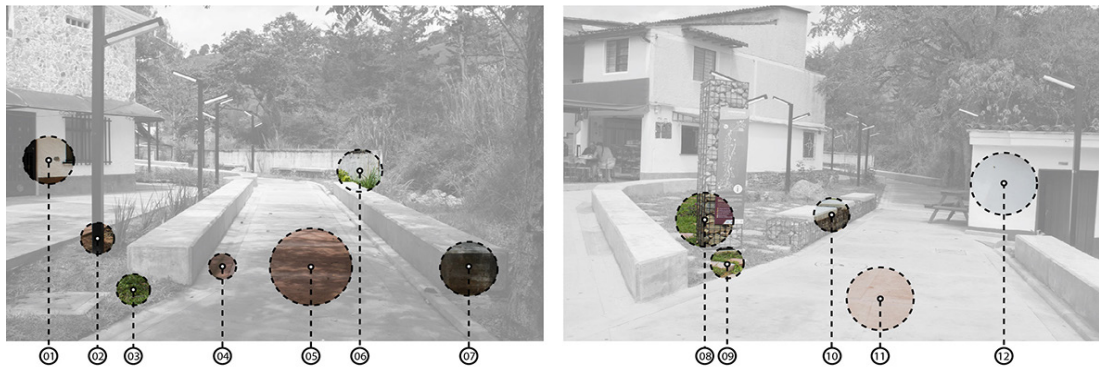
**Figura 6-6.** Esquemas de identificación de elementos físico-espaciales compositivos en el Parque del Río.



Fuente: Elaboración propia.

Dentro de los elementos compositivos físico-espaciales se encontraron: 01 vivienda, 02 iluminación eléctrica, 03 zona verde, 04 escorrentía prefabricada, 05 pavimento poroso, 06 muro de contención, 07 banca vaciada en concreto *in situ*, 08 módulo informativo, 09 pasos prefabricados en concreto, 10 bancas en gavión con asientos prefabricados en concreto, 11 pavimento poroso, 12 local comercial (Figura 6-7).

**Figura 6-7.** Esquemas de identificación de elementos físico-espaciales compositivos.



Fuente: Elaboración propia.

### Gestión hídrica: estanques, humedales, cascadas y biofiltro

El manejo del agua en la finca Los Abuelos es un elemento crucial del diseño adaptativo que considera las necesidades humanas y del ecosistema circundante. El sistema de captación de agua de lluvia y su almacenamiento en tanques, junto con la implementación de biofiltros y canales de drenaje natural, aseguran que el agua se utilice de manera eficiente y sostenible. Este enfoque se complementa con prácticas de reforestación y cobertura vegetal que mejoran la infiltración del agua en el suelo, reduciendo la erosión y recargando los acuíferos locales. Además, la integración de estanques y sistemas de riego por goteo permite la creación de microclimas que favorecen tanto el cultivo de plantas comestibles como la creación de hábitats para especies acuáticas. Este manejo integral del agua refleja un entendimiento profundo de la dinámica del ciclo hidrológico y su papel esencial en la sostenibilidad del entorno construido y natural (Figura 6-8).

En la finca se encontró otro conjunto de dispositivos. Uno de ellos fue el biofiltro, una innovación para el manejo del agua. Este sistema utiliza una combinación de plantas nativas y microorganismos para filtrar y purificar el agua antes de devolverla al entorno natural. El diseño del biofiltro está basado en principios de biomimética, emulando procesos naturales de purificación que ocurren en humedales (Figura 6-9).

**Figura 6-8.** Cascada río Concepción, estanque de purificación y depósito hídrico.



Fuente: Propiedad de los autores.

**Figura 6-9.** Biofiltro purificador de aguas residuales.



Fuente: Propiedad de los autores.

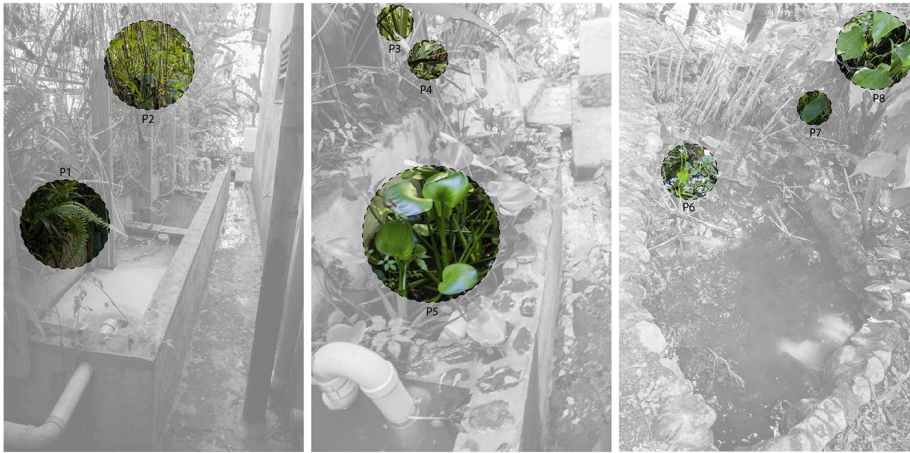
Se encontró también un estanque de purificación. Este sistema no solo mejora la calidad del agua, sino que también sirve como hábitat para diversas especies de plantas y pequeños animales, contribuyendo a la biodiversidad del lugar (Figura 6-10). Además, su implementación reduce la necesidad de tecnologías de tratamiento de agua más invasivas y dependientes de energía, promoviendo un ciclo de agua más sostenible y respetuoso con el entorno. Por tanto, es un claro ejemplo de cómo la infraestructura verde puede integrarse en proyectos de ecoturismo, proporcionando beneficios tanto ecológicos como educativos.

**Figura 6-10.** Estanque de purificación y depósito hídrico.



Fuente: Propiedad de los autores.

En estos sistemas se encontraron especies vegetales tales como: P1 *Nephrolepis biserrata* (Sw.) Schott, helecho, P2 *Podranea ricasoliana* (Tanfani) Sprague, *Bignonia-rosa*, P3 *Neomoorea wallisi* (Rchb.f.) Schltr. (orquídea de las Neomoorea), P4 *Ctenanthe oppenheimiana* (É. Morren) K. Schum, *Calathea Magic Star*, P5/P6 *Pontederia crassipes* Mart, jacinto de agua, P7 *Phrynium pubinerve* Blume, P8 *Oreopanax capitatus* (Jacq.) Decne. & Planch (Figura 6-11).

**Figura 6-11.** Esquemas de identificación de plantas en biofiltro purificador de aguas residuales.

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a los animales, se diferencian los siguientes tipos:

- *Ap1 habitantes*: insectos como grillos y cucarachas que se refugian entre sus frondas. Las arañas utilizan los helechos como sitios de caza; y alimentadores: algunas larvas de polillas y orugas podrían alimentarse de sus frondas.
- *Ap2 habitantes*: lagartijas, ranas arborícolas y pequeños pájaros que aprovechan sus trepadoras como refugio; polinizadores/visitantes: abejas, mariposas y colibríes atraídos por sus flores.
- *Ap3 habitantes*: caracoles y babosas suelen buscar refugio en las hojas grandes y húmedas; alimentadores: orugas de especies de mariposas específicas que consumen hojas de plantas ornamentales tropicales.
- *Ap4 habitantes*: insectos acuáticos como chinches de agua y larvas de libélulas. Ranas y peces pequeños se refugian entre sus raíces flotantes; alimentadores: manatíes y algunas especies de aves acuáticas consumen sus hojas y tallos.
- *Ap5-6 habitantes*: hormigas, que a menudo forman mutualismos en plantas tropicales. También podría albergar pequeñas lagartijas; alimentadores: orugas de mariposas específicas que se alimentan de plantas del género *Phrynium*.
- *Ap7 habitantes*: aves insectívoras como mosqueros y colibríes, que encuentran alimento y refugio en sus ramas; alimentadores: murciélagos frugívoros y aves que consumen sus frutos, dispersando semillas (Pl@ntNet, 2023).

En cuanto a los elementos físico-espaciales compositivos, se encontraron: 01 estructura de madera (muro verde), 02 depósitos del filtro, muro construido con concreto y piedra, 03 redes hidrosanitarias, 04 bordillo en concreto con piedra (Figura 6-12).

**Figura 6-12.** Esquemas de identificación de elementos físico-espaciales compositivos en biofiltro purificador de aguas residuales.



Fuente: Elaboración propia.

## Techos verdes

Los techos verdes implementados en la finca son un ejemplo de cómo la infraestructura puede adaptarse para favorecer un hábitat multiespecie. Estos techos no solo mejoran la eficiencia energética de las construcciones al proporcionar aislamiento natural, sino que también crean microhábitats para plantas y fauna local, como insectos y aves (Figura 6-13).

El uso de especies vegetales nativas en los techos verdes es clave para su éxito, ya que estas plantas están adaptadas al clima y su mantenimiento es más económico. Además, los techos verdes contribuyen a la mejor gestión del agua al retener la lluvia y reducir el escurrimiento superficial, lo que disminuye el riesgo de inundaciones y la erosión. Este enfoque demuestra cómo la arquitectura puede adaptarse a las necesidades ecológicas del entorno, creando espacios que son beneficiosos tanto para los seres humanos como para otras especies.

**Figura 6-13.** Techos verdes.



Fuente: Propiedad de los autores.

En esta zona se identificaron las siguientes especies de plantas: P1 *Kalanchoe Pumila Care*, P2 *Impatiens hawkeri roja*, P3 acetaminofén (*Plectranthus caninus*), P4 *Emilia sonchifolia*, P6 *Musa × paradisiaca L*, platanera, P8 *Pleroma urvilleanum (DC.) P. J. F. Guim. & Michelang*, *Tibuchina*, P9 *Coleus comosus, Hochst. ex Gürke*, acetaminofén, P10 *Stachyphrynium* (Figura 6-14).

**Figura 6-14.** Esquemas de identificación de plantas en techos verdes.



Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a los animales, se observaron Ap1 insectos polinizadores, pulgones, caracoles y babosas, Ap2 abejas y mariposas, hormigas y colibríes.

Los elementos físico-espaciales que componen este dispositivo son: 01 cerramiento de impermeabilización, 02 sistema de riego, 03 hábitat humano, 04 habitaciones, 05 apergo-lado con alfardas de madera, 06 estructura con madera circular, 07 estructura de madera, 08 viga, 09 filtro impermeable y 10 borde con tejas de barro (Figura 6-15).

**Figura 6-15.** Esquemas de identificación de elementos físico-espaciales compositivos en techos verdes.



Fuente: Elaboración propia.

### Construcción con materiales vernáculos

La construcción con materiales vernáculos, como guadua, madera, tierra, piedra y concreto, responde a la necesidad de desarrollar edificaciones que sean no solo sostenibles, sino también adaptativas al entorno natural (Figura 6-16).

**Figura 6-16.** Materiales y procesos constructivos vernáculos.



Fuente: Propiedad de los autores.

La guadua, en particular, es un material de construcción sobresaliente debido a su rápido crecimiento y alta resistencia, lo que lo hace ideal para una arquitectura que busca minimizar el impacto ambiental (Figura 6-17). Este material, combinado con técnicas tradicionales de construcción, como la tapia y el uso de piedra local, permite construir edificaciones que se integran al paisaje y soportan las condiciones climáticas y sísmicas de la región. Además, el uso de estos materiales promueve la economía local y fomenta la preservación de las técnicas constructivas ancestrales que han demostrado su eficacia y durabilidad a lo largo del tiempo. Este enfoque hacia la construcción no solo reduce la huella de carbono de los proyectos, sino que también enriquece la relación simbiótica entre la arquitectura y el paisaje.

**Figura 6-17.** Sembrado de *guadua angustifolia*.



Fuente: Propiedad de los autores.

Las especies vegetales encontradas en estas construcciones fueron: P1 *Sanchezia oblonga* Ruiz & Pav., sanchezia, P2 *Anthurium dussii* Engl, P3 *Heliconia rostrata* Ruiz & Pav, pico de loro, P4 *Dracaena fragrans* (L.) Ker Gawl. LC y palo de Brasil (Figura 6-18).

**Figura 6-18.** Esquemas de identificación de plantas alrededor de materiales y procesos constructivos vernáculos.



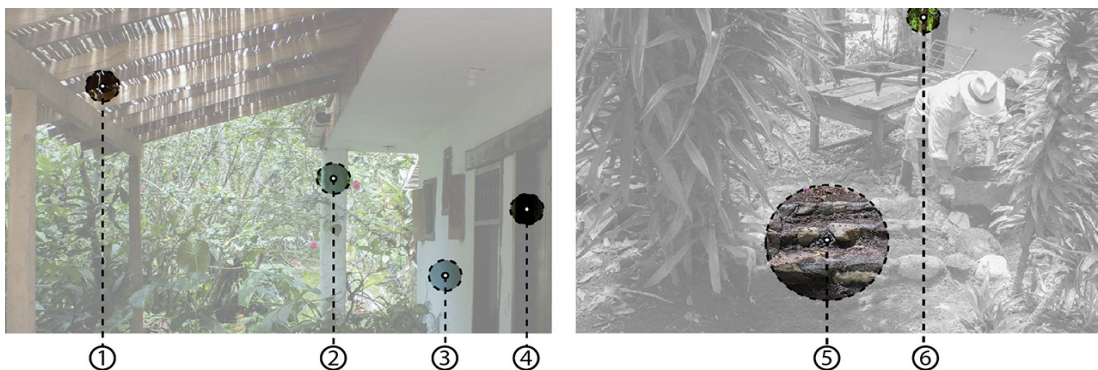
Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a los animales identificados, se encuentran:

- *Ap1 habitantes/visitantes*: insectos como abejas, mariposas y polillas frecuentan esta planta para recolectar néctar; alimentadores: algunas especies de colibríes visitan sus flores, debido a su forma tubular y su alta producción de néctar. También atrae hormigas.
- *Ap2 habitantes*: esta planta es frecuentada por pequeños artrópodos y anfibios como las ranas, debido a su preferencia por ambientes húmedos; alimentadores: insectos como escarabajos, abejas y moscas se alimentan del néctar y el polen producido por su inflorescencia. En algunos casos, las aves frugívoras podrían consumir sus bayas si produce frutos.
- *Ap3 habitantes*: es hogar de pequeños insectos y, ocasionalmente, de ranas o lagartijas que se ocultan entre sus hojas; alimentadores: los colibríes son los principales polinizadores, atraídos por las flores llenas de néctar. También es frecuentada por mariposas grandes y murciélagos nectarívoros. En algunos casos, mamíferos pequeños como monos podrían alimentarse de sus frutos.
- *Ap4 habitantes*: insectos como arañas y cochinillas pueden habitar en las grietas de sus hojas o tallos. En su hábitat natural, aves pequeñas podrían construir nidos entre sus ramas.

Los elementos compositivos fueron: 01 cubierta/pérgola en madera del lugar, 02 estructura en concreto, 03 revoque con tierra, 04 carpintería (puertas y ventanas) en madera del lugar, 05 camino y escaleras de piedra con relleno del río aledaño, 06 columnas con madera del lugar (Figura 6-19).

**Figura 6-19.** Esquemas de identificación de elementos físico-espaciales compositivos alrededor de materiales y procesos constructivos vernáculos.



Fuente: Elaboración propia.

## Bionegocio ecoturístico

El concepto de bionegocio turístico multidimensional de la finca Los Abuelos representa un modelo innovador de ecoturismo que integra múltiples especies y elementos del ambiente construido, en una relación complementaria y sostenible. Estos bionegocios no solo se enfocan en la explotación turística del entorno natural, sino que también promueven la conservación y el aprovechamiento responsable de los recursos locales. La finca combina la producción agrícola (como el café y las plantas medicinales) con la oferta de experiencias turísticas educativas, como talleres de jardinería, paisajismo y horticultura, que enseñan a los visitantes sobre la importancia de la biodiversidad y la sostenibilidad. La interrelación entre la flora nativa, la fauna local y las infraestructuras diseñadas para minimizar el impacto ambiental crea un entorno donde el turismo se convierte en una herramienta para la conservación y el desarrollo sostenible. Este enfoque multidimensional permite la coexistencia armoniosa de actividades productivas y recreativas, mientras se mantiene y se mejora la salud ecológica del área (Figura 6-20).

**Figura 6-20.** Restaurante/café/bar, taller de cultivo.



Fuente: Propiedad de los autores.

Los elementos observados y analizados en Concepción ilustran cómo un enfoque de diseño adaptativo y multiespecie puede ser implementado de manera efectiva en proyectos de ecoturismo y desarrollo rural. Cada elemento, desde el manejo del agua hasta los techos verdes, muestra un compromiso con la sostenibilidad y la integración del ambiente construido con la naturaleza, brindando un modelo para futuras iniciativas en la región y más allá.

## 6.4.2. Municipio de Girardota

La finca visitada contiene diversos dispositivos que aportan a la productividad y buscan cerrar, en la medida de lo posible, los ciclos de materia y energía al interior de la propiedad (Figura 6-21).

**Figura 6-21.** Finca autosostenible El Sauce, Carlos Balvin, vereda La Meseta, Girardota.



Fuente: Propiedad de los autores.

### Biojardineras para tratamiento de aguas grises

Estas jardineras contienen especies como lágrimas de san Pedro, papiros, heliconias y otras plantas que, mediante un sistema de biofiltración, contribuyen a depurar las aguas grises. El sustrato o tierra que las sostiene funciona como catalizador en los procesos de transformación de los residuos o restos sólidos retenidos, los cuales luego se neutralizan con cal para ser reutilizados como abono en los cultivos. Las aguas grises tratadas se utilizan para el riego de los cultivos, cerrando el ciclo de manera sostenible al reintegrar todos los recursos a la cadena (Figura 6-22).

**Figura 6-22.** Biojardineras finca El Sauce, Carlos Balvín, vereda La Meseta, Girardota.



Fuente: Propiedad de los autores.

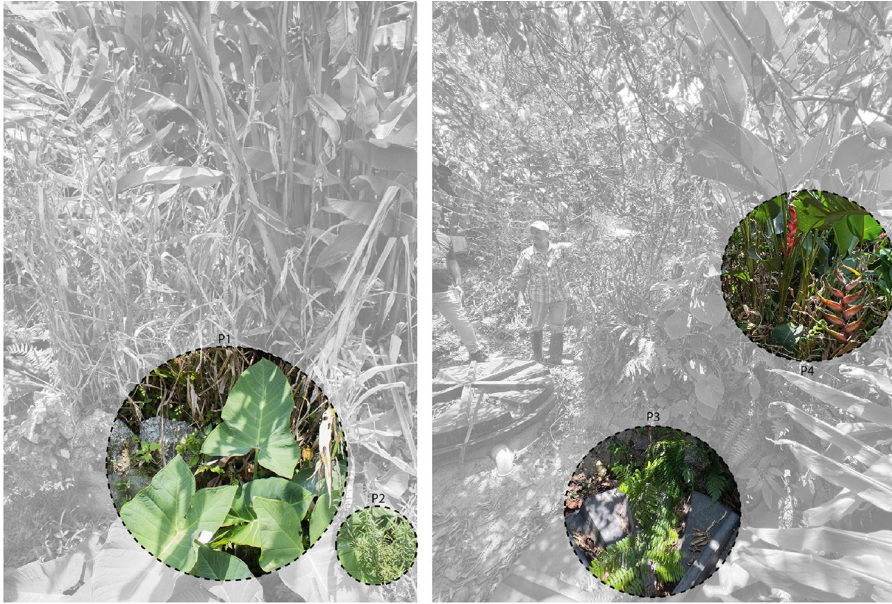
Las especies vegetales observadas fueron: P1 *Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott, Malanga, P2 *Salvia rosmarinus*, romero, P3 *Nephrolepis biserrata* (Sw.) Schott, helecho, P4 *Heliconia rostrata* Ruiz & Pav y pico de loro (Figura 6-23).

Entre los animales observados se cuentan:

- *AP3 habitantes:* insectos como grillos y cucarachas. Las arañas utilizan los helechos como sitios de caza; alimentadores: algunas larvas de polillas y orugas.
- *AP4 habitantes:* insectos, ranas y lagartijas; alimentadores: los colibríes son los principales polinizadores, mariposas grandes y murciélagos nectarívoros.

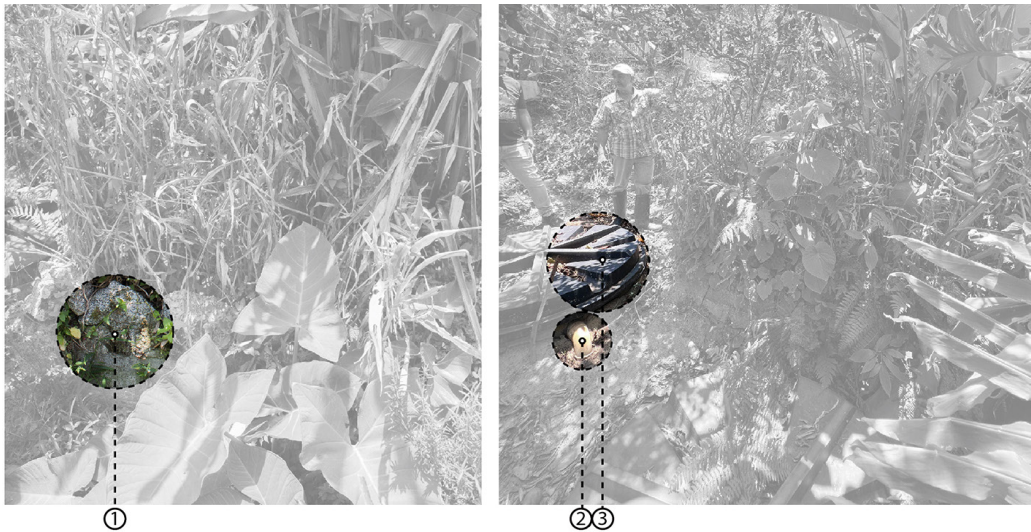
Los elementos compositivos son: 01 estanque en piedra rústica + concreto, 02 depósitos plásticos para el manejo de aguas grises, 03 tuberías de conexión (Figura 6-24).

**Figura 6-23.** Esquemas de identificación de plantas en biojardineras.



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 6-24.** Esquemas de identificación de elementos físico-espaciales compositivos en biojardineras.



Fuente: Elaboración propia.

## Sistema de recolecta, almacenamiento y aprovechamiento de aguas lluvias para riego

El sistema integrado cuenta con captación de aguas lluvias desde los techos y canales, almacenamiento en tanques plásticos cubiertos (Figura 6-25), los cuales están diseñados para evitar la contaminación, y distribución a través de riego por goteo, favoreciendo la sostenibilidad hídrica de los cultivos del sitio.

**Figura 6-25.** Sistema de gestión de agua lluvia.



Fuente: Propiedad de los autores.

La planta identificada en la fotografía es P1 *Mangifera indica* L. DD, Mango.

Los animales que viven o se alimentan de la planta son:

- *Aves*: lorito de collar rojo (*Red-collared Lorikeet*), gran pájaro jardinero (*Great Bowerbird*), pequeño pájaro fraile (*Little Friarbird*) –frecuentemente visto disfrutando de mangos maduros–, *Honeyeater*.
- *Mamíferos*: ardilla india de palma (*Indian Palm Squirrel*), zarigüeya común (*Common Brushtail Possum*), murciélagos frugívoros (*Fruit Bats*).
- *Reptiles*: iguana verde (*Iguana iguana*).
- *Insectos*: mosca de la fruta (*Bactrocera dorsalis*), escarabajo barrenador del mango (*Sternochetus mangiferae*).

Los elementos físico-espaciales compositivos son: tanques plásticos de almacenamiento, tuberías de distribución del recurso hídrico, canales de recolección y cubiertas de captación.

## Marranera y biodigestor en la producción de biogás

El proceso de cría de cerdos está enfocado en la gestión de residuos orgánicos usados en la producción de biogás y biofertilizante. Se ejecuta a través de la infraestructura que combina el alojamiento y la alimentación de porcinos, promoviendo ciclos cerrados de energía y nutrientes en territorios rurales (Figura 6-26).

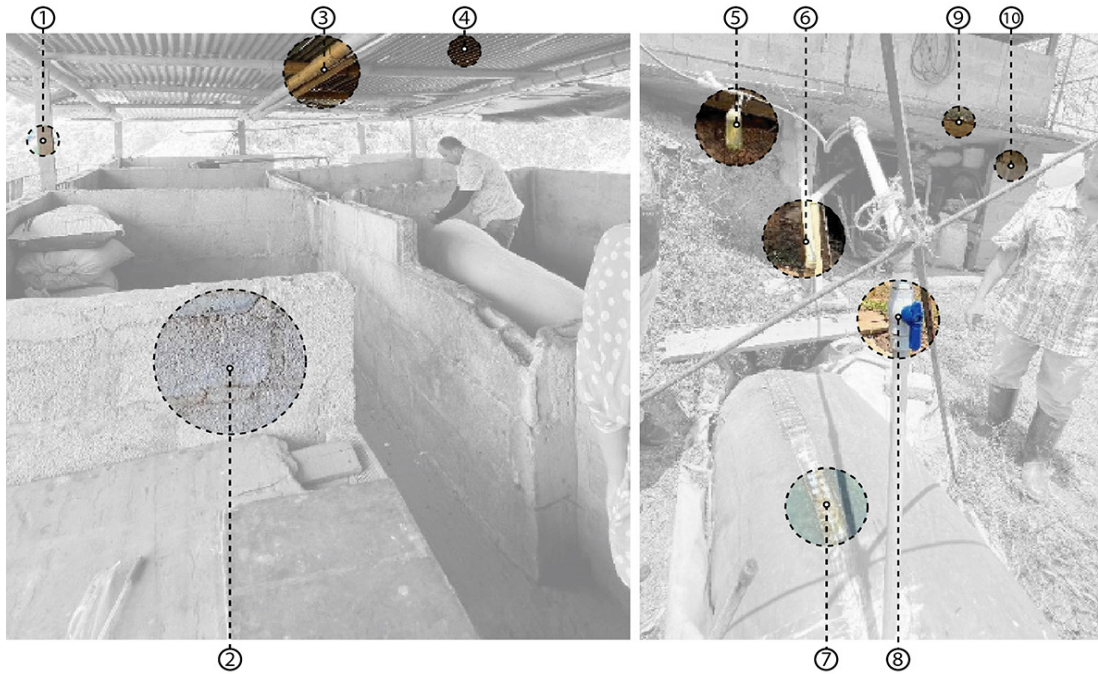
**Figura 6-26.** Marranera, depósito y biodigestor.



Fuente: Propiedad de los autores.

Las plantas asociadas a este sistema son los nabos, las verduras de hoja, las calabazas y el maíz. Los animales son cerdos: A1 *Sus scrofa Linnaeus*. Los elementos físico-espaciales están conformados por: 01 columnas en madera del lugar, 02 muros en bloques de concreto, 03 estructura de cubierta en guadua, 04 cubierta en teja corrugada de zinc, 05 cámara de aire de biodigestor, 06 tubería de ingreso de material inicial, 07 digestor, 08 tubería para la salida de biogás, 09 losa de concreto, 10 subestructura en bloque de concreto (Figura 6-27).

**Figura 6-27.** Esquemas de identificación de elementos físico-espaciales compositivos en marranera, depósito y biodigestor.



Fuente: Elaboración propia.

### Sistema de compostaje y aprovechamiento de residuos orgánicos

Este dispositivo está destinado al manejo de restos orgánicos domésticos y agrícolas. Los transforma en compost mediante técnicas controladas de descomposición que mejoran la fertilidad del suelo y reducen los residuos (Figura 6-28).

**Figura 6-28.** Sistema de compostaje.



Fuente: Propiedad de los autores.

Las plantas asociadas a este sistema son:

- P1 *Aspergillus*, P2 *Penicillium*, P3 *Fusarium*, P4 *Trichoderma*, P5 *Chaetomium*.

En cuanto a los animales, se identificaron los siguientes:

- *AP1 habitantes: Aspergillus*: ácaros y colémbolos, especialmente en ambientes húmedos y en suelos donde *Aspergillus* descompone materia orgánica, y escarabajos.
- *AP2 habitantes: Penicillium*: ácaros y larvas de insectos (como las polillas de la harina); alimentadores indirectos: roedores y aves que consumen alimentos contaminados por *Penicillium*.
- *AP3 habitantes: Fusarium*: nemátodos del suelo, especialmente en áreas agrícolas donde *Fusarium* es un patógeno de plantas. Ácaros y colémbolos en suelos contaminados o restos vegetales infectados; alimentadores indirectos: animales de granja (cerdos, aves, etc.)
- *AP4 habitantes: Trichoderma*: insectos del suelo y pequeños artrópodos que interactúan con suelos ricos en materia orgánica.

- *AP5 habitantes: Chaetomium*: ácaros y pequeños insectos del suelo que habitan en áreas donde *Chaetomium* descompone celulosa, como madera en descomposición o restos vegetales. Nemátodos en suelos ricos en materia orgánica degradada por este hongo; alimentadores indirectos: insectos xilófagos que perforan madera con presencia de *Chaetomium*.

Los elementos físico-espaciales compositivos son: anclaje a muro de cubierta, estructura general y cerramiento con guadua cubierta en lámina de zinc.

Huerta, cultivo de árboles productores de alimentos comercializables y perfilamiento del terreno contra la erosión por lluvias

El sistema agroecológico multifuncional combina huertas diversificadas, siembra estratégica de árboles frutales y prácticas de modelación del terreno con terrazas o zanjas de infiltración, para maximizar la producción y controlar la erosión hídrica (Figura 6-29).

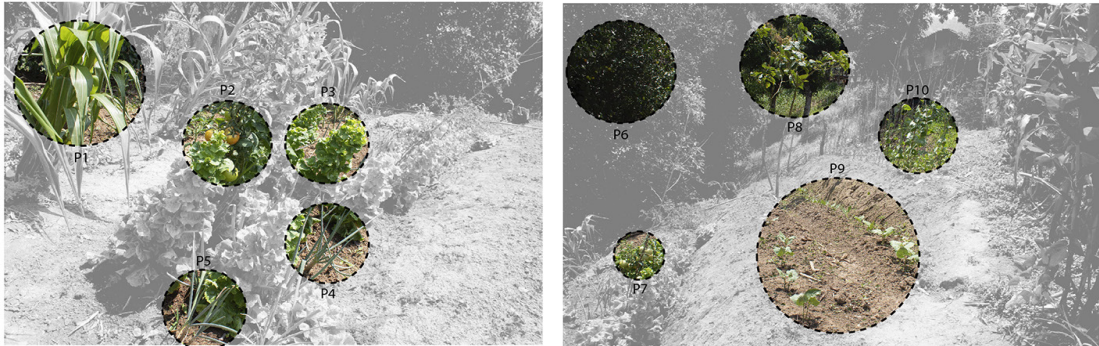
**Figura 6-29.** Huertas y cultivos de alimentos comercializables.



Fuente: Propiedad de los autores.

Las plantas encontradas en la huerta incluyen P1 maíz, P2 tomate, P3 lechuga, P4-P5 cebolla larga, P6 limón, P7 tomate, P8 tomate de árbol, P9 pepino y P10 frijol (Figura 6-30). Los cultivos de arbustos son: café (*Coffea arabica*), cacao (*Theobroma cacao*) y limoncillo (*Cymbopogon citratus*).

**Figura 6-30.** Esquemas de identificación de plantas en huertas y cultivos.



Fuente: Elaboración propia.

Los animales asociados son:

- *AP1 insectos*: gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y barrenador del maíz (*Ostrinia nubilalis*); mamíferos: ratones de campo (*Apodemus sylvaticus*), venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y ardillas; aves: cuervos, palomas y gorriones.
- *AP2 insectos*: gusanos del tomate (*Helicoverpa zea*) y pulgones (*Aphididae*); mamíferos: conejos y ciervos; aves: mirlos y estorninos.
- *AP3 insectos*: babosas, caracoles y gusanos cortadores (*Agrotis ipsilon*). Mamíferos: conejos y aves como mirlos.
- *AP4-P5 insectos*: mosca de la cebolla (*Delia antiqua*) y trips de la cebolla (*Thrips tabaci*); mamíferos: ratas y ratones, ocasionalmente; aves: no son comunes, pero algunas aves podrían picotear.
- *AP6 insectos*: minadores de hojas (*Phyllocnistis citrella*) y cochinillas (*Coccus viridis*); mamíferos: ardillas que pueden alimentarse de los frutos; aves: no se alimentan directamente, pero podrían usar la planta como refugio.
- *P7 insectos*: escarabajos, trips; mamíferos: murciélagos frugívoros; aves: tangaras y mieleros.
- *P8 insectos*: escarabajo del pepino (*Acalymma vittatum*) y pulgones; mamíferos: conejos.
- *P9 insectos*: gorgojo del frijol (*Acanthoscelides obtectus*), trips; mamíferos: topillos y ratones; aves: gorriones.

Los elementos físico-espaciales compositivos son: perfilamiento topográfico, terraceo, surcos de inundación, drenaje, sistema de riego por goteo.

## Galpón o gallinero

La estructura construida para la crianza de aves de corral optimiza las condiciones de bienestar animal y facilita la producción sostenible de huevos, carne y abonos orgánicos a partir de sus desechos (Figura 6-31).

**Figura 6-31.** Gallinero.



Fuente: Propiedad de los autores.

Las plantas asociadas son: maíz (*Zea mays*), sorgo (*Sorghum spp.*), soja (*Glycine max*), vegetales de hoja verde como lechuga, alfalfa o kale (*Brassica oleracea*) y arroz (*Oryza sativa*). Los animales asociados son:

- *AP3 habitantes*: gallina doméstica o *Gallus gallus domesticus*.

Los elementos físico-espaciales compositivos son malla de gallinero, cerramiento en teja de zinc y madera reciclada.

## Comederos o nichos para aves

Son dispositivos construidos para atraer y alimentar aves silvestres o domésticas, fomentando la biodiversidad y el control biológico de plagas, al tiempo que ofrecen refugios seguros en entornos antropizados (Figura 6-32).

**Figura 6-32.** Comederos o nichos para aves.



Fuente: Propiedad de los autores.

Las plantas presentes en esta área son: P1 *Bougainvillea spectabilis* Willd, buganvilla, P2 palma, P3 *Citrus trifoliata* L. naranjo espinoso y P4 *Portulaca grandiflora* (Figura 6-33).

**Figura 6-33.** Esquemas de identificación de plantas en comederos o nichos para aves.



Fuente: Elaboración propia.

Los animales que habitan esta zona o la visitan para alimentarse son: mariposas, abejas, aves nectarívoras, aves como loros y tucanes, insectos polinizadores y roedores que consumen frutos. Los murciélagos, los reptiles, los mirlos y los zorzales también acuden a esta zona para refugiarse.

Los elementos físico-espaciales compositivos son: madera reciclada y madera maciza aserrada.

### 6.4.3. Municipio de Yondó

Esta subregión se caracteriza por mayores temperaturas, alta pluviosidad y condiciones de anegabilidad por ser plana y estar cerca del río Magdalena (Figura 6-34).

**Figura 6-34.** Vista panorámica del municipio de Yondó.



Fuente: Propiedad de los autores.

#### Zonas de infiltración controlada (microhumedales y jardines)

Son áreas acondicionadas para recargar los acuíferos mediante técnicas como pozos de infiltración, zanjas o autorretenciones, reduciendo el riesgo de inundaciones y promoviendo la gestión sostenible del agua (Figura 6-35).

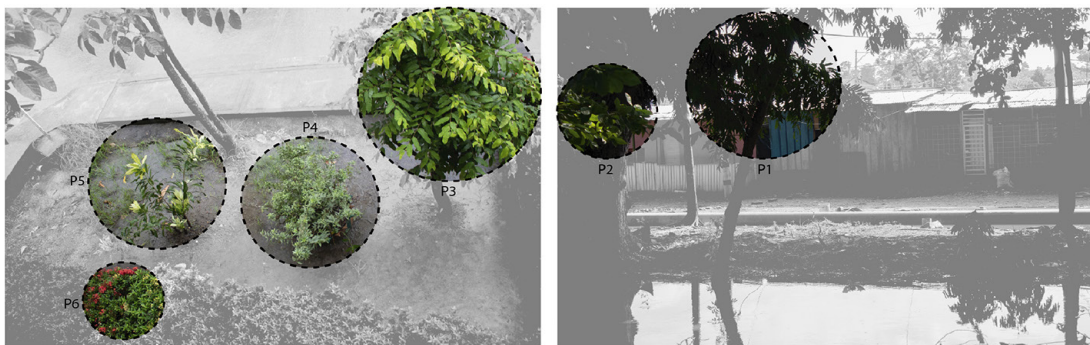
**Figura 6-35.** Zonas de infiltración controlada.



Fuente: Propiedad de los autores.

Las plantas encontradas en esta zona incluyen: P1 *Brownea grandiceps* Jacq. LC, palo de cruz, P2 *Fraxinus americana* L. CR, fresno blanco, P3 *Elaeagnus pungens* Thunb. LC, eleagno, P4 *Tabernaemontana divaricata* (L.) R.Br. ex Roem. & Schult. LC, jazmín de leche, P5 *Codiaeum variegatum* (L.) Rumph. ex A. Juss. LC, crotón de jardín, P6 *Ixora coccinea*, cruz de Malta, coralito (Figura 6-36).

**Figura 6-36.** Esquemas de identificación de plantas en zonas de infiltración controlada.



Fuente: Elaboración propia.

Los animales asociados son:

- *AP1 polinizadores*: murciélagos nectarívoros (e. g., *Glossophaga soricina*) y abejas grandes (e. g., *Xylocopa*); herbívoros: orugas de lepidópteros especializados; aves nectarívoras: colibríes como *Phaethornis* spp.; fauna asociada al follaje: insectos como saltamontes, grillos y arañas depredadoras.
- *AP2 herbívoros*: ciervos (*Odocoileus virginianus*) y ardillas que se alimentan de sus brotes y semillas; insectos fitófagos: escarabajos como *Agrilus planipennis* o barrenador esmeralda del fresno; aves: paseriformes que consumen semillas; microfauna del suelo: insectos y lombrices asociadas a la hojarasca.
- *AP3 polinizadores*: abejas y mariposas atraídas por sus flores fragantes; aves frugívoras: mirlos y zorzales que consumen sus frutos; mamíferos pequeños: ardillas y ratones que se alimentan de sus semillas; insectos: áfidos y cochinillas como huéspedes.
- *AP4 polinizadores nocturnos*: polillas esfíngidas (e. g., *Macroglossum stellatarum*); aves nectarívoras: colibríes en climas tropicales; herbívoros: orugas de mariposas, especialmente aquellas que consumen hojas de apocináceas; insectos auxiliares: avispa parasitaria que buscan hospederos entre sus plagas.
- *AP5 insectos fitófagos*: áfidos, trips y cochinillas que se alimentan de su savia; depredadores de plagas: mariquitas (*Coccinellidae*) y crisopas; pequeñas aves: gorriones que anidan cerca del follaje; arácnidos: arañas que encuentran refugio en sus densas hojas.
- *AP6 polinizadores*: mariposas y abejas atraídas por su néctar; aves nectarívoras: colibríes y mieleros; herbívoros: orugas de polillas y mariposas; mamíferos pequeños: ardillas, ocasionalmente atraídas por los frutos.

Los elementos físico-espaciales compositivos son: andén, bordillos, desagües y canales de drenaje urbano.

### Dispositivos de drenaje urbano

Se trata de infraestructura diseñada para manejar el agua de escorrentía en entornos urbanos, incluyendo zonas verdes, pavimentos permeables y sistemas de drenaje subterráneo que mitigan las inundaciones y mejoran la calidad del agua (Figura 6-37).

**Figura 6-37.** Canales y drenaje urbano.



Fuente: Propiedad de los autores.

Las plantas identificadas en esta zona son: P1 *Cerbera manghas*, manga venenosa, P2 *Ixora coccinea*, cruz de Malta, coralito, P3 *Citrus grandis*, pomelo chino, pampelmusa, P4 *Enterolobium cyclocarpum*, orejero, conacaste y piñón de oreja (Figura 6-38).

**Figura 6-38.** Esquemas de identificación de plantas en canales y drenaje urbano.



Fuente: Elaboración propia.

Los animales asociados son:

- *P1 polinizadores*: polillas esfingidas (e. g., *Hyles lineata*), atraídas por el néctar nocturno, abejas y mariposas diurnas; frugívoros especializados: ciertos murciélagos frugívoros y aves tropicales pueden consumir los frutos tóxicos de forma adaptada; herbívoros resistentes: insectos especializados en apocináceas como orugas de mariposas *Danaus chrysippus*; depredadores asociados: avispas parasitarias en busca de hospedadores entre las plagas de esta planta.
- *P2 polinizadores*: mariposas como *Papilio polytes* y *Danaus genutia*, abejas grandes como *Apis dorsata* y abejorros (*Bombus* spp.); aves nectarívoras: colibríes (e. g., *Amazilia tzacatl* en climas tropicales); mieleros (*Nectarinia* spp.); herbívoros: orugas de mariposas diurnas y nocturnas; insectos como áfidos y cochinillas que se alimentan de savia; pequeños mamíferos: ardillas que ocasionalmente buscan refugio o frutos.
- *P3 polinizadores*: abejas melíferas (*Apis mellifera*) y abejorros; mariposas nocturnas que buscan néctar en las flores fragantes; frugívoros: murciélagos frugívoros que consumen los frutos caídos; aves como tucanes y pericos en regiones tropicales; herbívoros e insectos fitófagos: larvas de lepidópteros como la polilla de los cítricos (*Papilio demoleus*); escarabajos y trips que dañan las hojas; depredadores auxiliares: mariquitas (*Coccinellidae*) que controlan las plagas de áfidos.
- *P4 frugívoros*: mamíferos grandes como monos aulladores (*Alouatta palliata*) y ardillas, que consumen las semillas y vainas; aves como guacamayas y pericos; herbívoros: insectos como orugas de mariposas nocturnas y escarabajos que se alimentan del follaje; ganado doméstico que aprovecha las vainas caídas; polinizadores: abejas nativas y avispas pequeñas atraídas por las flores; refugio para fauna: hormigas que habitan en los nudos y ramas; diversas especies de aves que anidan en su dosel; reptiles y pequeños mamíferos que usan su sombra como refugio.

Los elementos físico-espaciales compositivos son: placas perforadas prefabricadas en concreto para captar exceso de agua, canales de drenaje urbano, canalizaciones, muros de contención y pavimentos porosos.

Vivero especializado para la producción de especies vegetales hospederas y alimenticias

Es un espacio técnico dedicado a la propagación de plantas nativas que proveen alimento y refugio para la fauna local, contribuyendo a la restauración ecológica y a la diversificación de ecosistemas (Figura 6-39).

**Figura 6-39.** Vivero especializado.



Fuente: Propiedad de los autores.

### Dispositivo de adaptación humana

Se trata de una vivienda modular, construida a partir de contenedores reciclados, adaptada con sistemas bioclimáticos y tecnologías sostenibles para garantizar habitabilidad en condiciones extremas o de transición, con lo cual se reutilizan materiales contaminantes y se buscan materiales alternativos para construir hábitat humano (Figura 6-40).

**Figura 6-40.** Casa a partir de un contenedor.

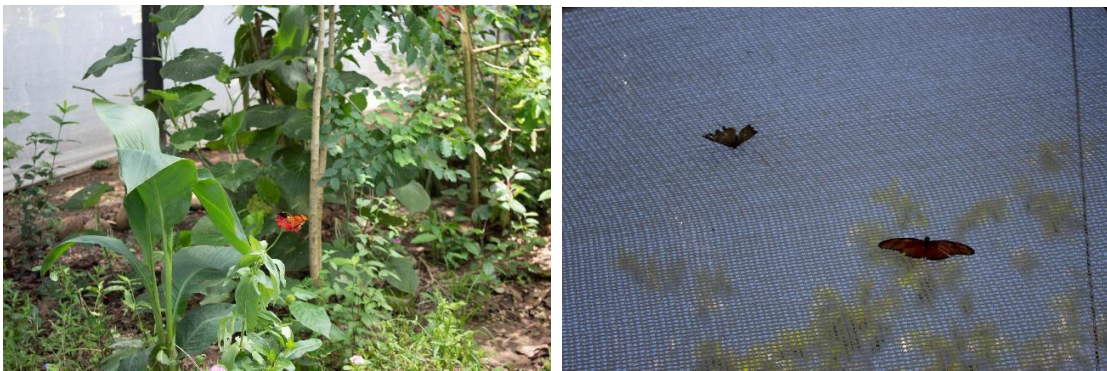


Fuente: Propiedad de los autores.

## Santuario de mariposas (invernadero)

El santuario de mariposas de Yondó es un bionegocio multidimensional desarrollado con base en una estructura protegida que simula un microhábitat ideal para la crianza y conservación de mariposas, con plantas nectaríferas y hospederas, impulsando la educación ambiental y la polinización local, y ofreciendo un medio de ingresos que mejora la economía local (Figura 6-41).

**Figura 6-41.** Especies animales y plantas presentes en el mariposario.



Fuente: Propiedad de los autores.

## 6.5 Discusión

Este ejercicio analizó los dispositivos arquitectónicos y tecno-ecológicos encontrados en tres municipios diferentes del departamento de Antioquia. Estos dispositivos han sido analizados desde una perspectiva de diseño multiespecies, que considera los beneficios del ambiente construido no solo para los humanos, sino también para las demás especies identificadas como convivientes con estos dispositivos.

En el Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA) y el Oriente antioqueño la capacidad adaptativa se manifiesta en estrategias que buscan armonizar el crecimiento urbano con la preservación de los ecosistemas locales. El paisajismo ha jugado un papel central en la creación de corredores ecológicos que facilitan la movilidad de especies no humanas, mientras que la integración de flora nativa en proyectos arquitectónicos ha contribuido a

la restauración de hábitats degradados. Se han implementado infraestructuras verdes, techos verdes y jardines verticales como estrategias de sostenibilidad y como una oportunidad para aumentar la biodiversidad en entornos urbanos.

Estos casos de estudio destacan la importancia de considerar las interacciones multiespecies en el diseño urbano, no solo como una cuestión ética, sino también como una estrategia para la sostenibilidad de los entornos construidos. En la búsqueda de estrategias de adaptación e integración de ecosistemas y hábitats construidos en Antioquia se ha identificado la necesidad de un enfoque multidimensional que permita la creación de espacios resilientes al cambio climático. Este enfoque implica no solo la incorporación de soluciones arquitectónicas sostenibles, sino también la integración activa de dinámicas naturales, permitiendo la cohabitación y el beneficio mutuo entre especies humanas y no humanas en entornos urbanos y rurales.

Podría decirse que una revolución silenciosa está tomando forma, en la que la biodiversidad y la infraestructura verde se entrelazan para ofrecer soluciones innovadoras al cambio climático. Los resultados presentados aquí indican algunas de las estrategias y materiales que están redefiniendo la manera en que los pueblos y zonas rurales enfrentan los desafíos ambientales. El análisis de los casos de estudio, en los municipios de Concepción, Yondó y Girardota, revela un panorama diverso de prácticas adaptativas que integran dispositivos espaciales antrópicos con elementos naturales. En Concepción, por ejemplo, se observa una simbiosis entre la infraestructura verde y los ecosistemas locales, donde las plantas nativas no solo embellecen el entorno, sino que también actúan como corredores biológicos que facilitan el movimiento de fauna, contribuyendo a la biodiversidad. Este tipo de intervenciones muestra cómo el paisajismo y la arquitectura pueden ser agentes activos en la creación de hábitats adaptativos, en los que la naturaleza y la urbanización no son entidades opuestas, sino complementarias.

Yondó, por su parte, se destaca por sus esfuerzos en la restauración ecológica y la recuperación de humedales, demostrando que incluso en áreas de alta intervención humana es posible revitalizar los ecosistemas y mejorar la calidad de vida de las comunidades locales. Aquí, los servicios ecosistémicos, como la regulación del ciclo del agua y la protección contra inundaciones, son directamente beneficiosos para la población humana, al tiempo que crean un entorno propicio para diversas especies de flora y fauna. Girardota representa un ejemplo emblemático de cómo la utilización de materiales autóctonos y técnicas de construcción sostenibles pueden dar lugar a un hábitat adaptativo. Las construcciones no solo responden a las necesidades climáticas y culturales, sino que también favorecen la presencia de fauna local, creando un entorno donde las especies humanas y no humanas prosperan conjuntamente.

La documentación de prácticas y lecciones aprendidas de estos casos de estudio subraya la importancia de la arquitectura, el paisajismo y el urbanismo en la creación de hábitats adaptativos. Estos campos deben evolucionar hacia una visión multiespecie, donde el diseño se conciba no solo para satisfacer las necesidades humanas, sino para integrar y potenciar la vida de otras especies que habitan nuestros entornos. Esta perspectiva multiespecie es crucial para enfrentar los desafíos climáticos actuales y futuros, asegurando la resiliencia y la sostenibilidad de los entornos habitables.

Aproximarse a principios clave del diseño multiespecies, aplicables a contextos urbano-rurales, es un desafío que implica múltiples posibilidades de desarrollo investigativo y constructivo. La posibilidad de controlar las condiciones medioambientales, a través de las intervenciones físicas, permite avanzar hacia un equilibrio medioambiental.

Entre los desafíos que enfrenta el diseño adaptativo se encuentra la necesidad de cambiar las percepciones culturales y los paradigmas de diseño establecidos. Sin embargo, también representa oportunidades para desarrollar enfoques más sostenibles e inclusivos, que beneficien tanto a los seres humanos como al resto de las especies con las que compartimos el planeta. La investigación en bioarquitectura y biomimética ofrece un campo fértil para el desarrollo de nuevas tecnologías y materiales que puedan integrarse en el diseño multiespecie, como lo muestra Benyus (1997) al explorar cómo las soluciones encontradas en la naturaleza pueden adaptarse para resolver problemas de diseño en el ambiente construido.

Este estudio aporta a la búsqueda de un modelo regenerativo que integre biodiversidad y resiliencia climática, capaz de ofrecer soluciones prácticas ante la crisis ambiental, promover la restauración de ecosistemas y mejorar la calidad de vida humana. Además, abre nuevas líneas de investigación interdisciplinaria y fomenta la innovación en el diseño sostenible, posicionándose como una herramienta clave para enfrentar desafíos globales y locales en la era del cambio climático.

## 6.6 Conclusiones

El diseño multiespecies representa un cambio de paradigma en la forma en que entendemos y construimos nuestros entornos. Al integrar las necesidades y perspectivas de diversas formas de vida, podemos crear hábitats adaptativos más resilientes, sostenibles y equitativos. Este enfoque no solo beneficia a las especies no humanas, sino que también enriquece la calidad de vida de los seres humanos al promover la biodiversidad y la salud ecológica.

Las interrelaciones entre los distintos organismos vivos –plantas, humanos y animales–, en relación con los inertes dispositivos artificiales antrópicos, son variables en múltiples niveles de la información. Las plantas ofrecen servicios principalmente de hábitat y alimento para los animales; ellos, por su parte, se encargan de polinizar, controlar plagas, regular las poblaciones, reciclar nutrientes y dispersar semillas. Sin embargo, dentro de los niveles de información se puede identificar que una misma planta puede tener múltiples utilidades, dependiendo de la especie animal con la que se vincule, siendo alimento, hábitat del alimento o hábitat *per se*.

Por esto, es importante aproximarse desde una visión que considera el hábitat como el lugar donde convive una comunidad biológica, un entorno multiespecies, en lugar de centrarse únicamente en los aspectos humanos. Y es por tal motivo que se habla de la estructuración de especies, en la que algunas desempeñan un papel crucial en la configuración del hábitat. Las especies clave y estructuradoras son aquellas de las que depende la supervivencia de una especie, por ejemplo, el humano. La producción alimentaria que sostiene a las comunidades humanas se estructura en torno a ciertas especies agrícolas y animales. Por esto también se estudian hábitats autosostenibles, para observar cómo funcionan en términos de producción de alimentos, de conservación de la biodiversidad y de ciclos ecológicos, como los flujos de materia y energía (agua, nutrientes, gas, etc.).

Finalmente, la importancia de comprender y sistematizar la experiencia de estos hábitats sostenibles, que consideran la interdependencia de especies y recursos, así como los ciclos ecológicos, se evidencia en su potencial para replicar estas prácticas sostenibles a mayor escala, de modo que se implementen como soluciones locales a problemas globales, como el cambio climático, siguiendo un enfoque Bottom-Up.

## 6.7 Referencias

- Bettini, V. (1998). *Elementos de ecología urbana*. Trotta.
- Bruhn, J. G. (1974). Human Ecology: ¿A Unifying Science? *Human Ecology*, 2(2), 105-125.
- Corporación Ecológica y Cultural Penca de Sábila. (2023). *Predios experimentales agroecológicos de referencia: fincas campesinas sustentables en la biorregión rural campesina del valle de Aburrá*. Editorial La Patria.
- Elhacham, E., Ben-Uri, L., Grozovski, J., Bar-On, Y. M., & Milo, R. (2020). Global Human-Made Mass Exceeds All Living Biomass. *Nature*, 588(7838), 442-444. <https://www.nature.com/articles/s41586-020-3010-5>
- Forman, R. T. T. (2005). *Urban Ecology: Science of Cities*. Cambridge University Press.
- Freeman, C. (2011). Biophilic Cities: Integrating Nature into Urban Design and Planning. *Journal of Environmental Policy and Planning*, 13(3), 322-324. <https://doi.org/10.1080/1523908x.2011.603198>

- Grobman, Y. J., Weisser, W., Shwartz, A., Ludwig, F., Kozlovsky, R., Ferdman, A., Perini, K., Hauck, T. E., Selvan, S. U., Saroglou, S., Barath, S., Schloter, M., & Windorfer, L. (2023). Architectural Multispecies Building Design: Concepts, Challenges, and Design Process. *Sustainability*, 15(21), 15480. <https://doi.org/10.3390/su152115480>
- Haraway, D. J. (2016). *Staying with the Trouble*. Duke University Press.
- Helmreich, S. (2016). The Mushroom at the End of the World: On the Possibility of Life in Capitalist Ruins. Anna Lowenhaupt Tsing. Princeton, NJ: Princeton University Press, 2015. 331 pp. *American Ethnologist*, 43(3), 570-572. <https://doi.org/10.1111/amet.12356>
- Joly, A., Goëau, H., Bonnet, P., Bakić, V., Barbe, J., Selmi, S., ... & Boujemaa, N. (2014). Interactive plant identification based on social image data. *Ecological Informatics*, 23, 22-34. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2013.07.006>
- Margulis, L. (1998). *Symbiotic Planet*. Basic books.
- Marín-Vanegas, D. F. (Ed.). (2024). *La visión sistémica del ambiente construido: una metodología transdisciplinar para la ecología humana y el aprendizaje interdisciplinar del diseño de intervención del hábitat*. Editorial Aula de Humanidades.
- McHarg, I. L. (2006). *The Essential Ian McHarg: Writings on Design and Nature*. Island Press. <http://ci.nii.ac.jp/ncid/BB05184342>
- McNeill, D. (2005). Skyscraper Geography. *Progress in Human Geography*, 29(1), 41-55. <https://doi.org/10.1191/0309132505ph527oa>
- Muñoz-Echavarría, J., Marín-Vanegas, D., Coronado-Magalhães, I., Gil-Agudelo, D., Benavides-Uribe, R., Agudelo-Peláez, D., Álvarez-Rodríguez, L., Orrego-Valencia, L., Álvarez-Benavides, K. y Gil-Velásquez, D. (2024). De la Semilla al Rizoma: pasado, presente y futuro del Semillero en Hábitat y Ambiente Construido: su enfoque interdisciplinar para la investigación en la facultad de arquitectura y la transdisciplina en la sociedad. En M. C. Echeverría (Ed.). *Imaginar, formar y actuar. 70 años Facultad de Arquitectura. Temas y reflexiones 2* (pp. 58-99). Universidad Nacional de Colombia.
- Register, R. (2001). *EcoCities: Rebuilding Cities in Balance with Nature*. New Society Publishers. <http://ci.nii.ac.jp/ncid/BA79847584>
- Rodríguez, J., y Leiton, M. (2021). Pérdida y fragmentación de ecosistemas boscosos nativos y su influencia en la diversidad de hábitats en el hotspot Andes tropicales. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 92, e923449. <https://revista.ib.unam.mx/index.php/bio/article/view/3449>
- Slote, L. (1962). *The Death and Life of Great American Cities*. By Jane Jacobs. Random House, Inc. 457 Madison Avenue, New York 22, 1961. 458 pp. \$5.95. *National Civic Review*, 51(6), 344. <https://doi.org/10.1002/ncr.4100510614>
- Smit, B., & Wandel, J. (2006). Adaptation, Adaptive Capacity, and Vulnerability. *Global Environmental Change*, 16(3), 282-292.
- Torres Espinosa, D. M. (2017). *Diseño de envolvente basada en arquitectura cinética con sistemas mecánicos. Caso de aplicación: Centro comunitario comunidad El Kiim* [Trabajo de grado, Universidad Técnica Particular de Loja]. Repositorio Institucional UTPL. <https://dspace.utpl.edu.ec/handle/123456789/16889?locale=es>



## Parte III. Mecanismos y herramientas de financiación de proyectos para construir territorios resilientes

Además de identificar las estrategias para resolver los problemas agravados por el cambio climático en los distintos territorios, es necesario identificar soluciones concretas y, más allá de eso, llevarlas a la práctica. Aunque el camino no es fácil, hay asuntos fundamentales en este punto relacionados con la identificación de las fuentes de recursos y las capacidades para formular proyectos y gestionar recursos.

Aunque una búsqueda rápida puede indicar que hay numerosas fuentes de financiación para implementar medidas de mitigación o adaptación al cambio climático, el análisis presentado en el capítulo siete muestra que los recursos provenientes de la cooperación internacional, de entidades multilaterales o de estrategias nacionales –como obras por impuestos y compensaciones ambientales–, que pueden significar montos importantes, son bastante esquivos, desconocidos o inaccesibles para los municipios y comunidades pequeñas. Esta información es importante para orientar la generación de capacidades locales y comunitarias, de manera que se incrementen las probabilidades de formular proyectos que se ajusten a los requerimientos y, así, acceder a recursos que permitan impulsar ideas y propuestas que den respuesta a problemas específicos de los territorios.



## 7. Financiación de proyectos de adaptación al cambio climático en el departamento de Antioquia

Augusto Alejandro González Ramírez

Daniel Vallejo Soto

Jaime Alberto Álvarez-Ruiz

### Resumen

Este capítulo indaga sobre las posibilidades que tienen y las barreras a las que se enfrentan las entidades territoriales para acceder a los recursos de financiamiento que les permitan implementar acciones orientadas a la gestión del cambio climático. Para ello, se revisa la estructura financiera y las fuentes de financiación nacionales e internacionales, y se contrasta dicha información con datos colectados a escala municipal. Para ello, se seleccionaron tres municipios antioqueños como casos de estudio.

Se encontró que los recursos de financiamiento de origen público doméstico se destinan en mayor proporción a acciones de adaptación, mientras que los recursos de origen privado y del sector financiero se destinan a mitigar los efectos derivados del cambio climático. En cuanto al origen de los recursos, se encontró que, para el caso de Antioquia, la principal fuente de financiación proviene del presupuesto de los municipios y del Sistema General de Regalías (SGR). Los recursos provenientes del sector financiero se materializan como deuda.

El análisis de los resultados permitió identificar una serie de barreras políticas, técnicas e institucionales que limitan las posibilidades de acceso al financiamiento climático por parte de los municipios del departamento.

**Palabras clave:** Cambio climático, Finanzas, Financiamiento, Adaptación al cambio climático.

## 7.1 Introducción

El cambio climático es uno de los desafíos más importantes que enfrenta la humanidad actualmente. Cabe destacar que, según el reporte publicado por el Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2023), la liberación de gases con efecto invernadero (GEI) en el largo plazo provocará un incremento en las temperaturas globales, así como diversas modificaciones y perturbaciones en el sistema del clima, y un aumento en la periodicidad y magnitud de eventos extremos de lluvia y sequía.

Para contrarrestar este fenómeno, se han planteado dos grupos de medidas principales. La primera de ellas son las medidas de mitigación, que buscan disminuir las emisiones de los GEI. El segundo grupo de medidas son las que apuestan por la creación de estrategias de adaptación que apuntan a ajustes ante el cambio climático (Locatelli et al., 2016). El término adaptación se refiere a la habilidad de diversos agentes, incluidas las corporaciones, para acoplarse a las circunstancias desfavorables generadas en el ambiente debido a las consecuencias del cambio climático, considerando el nivel de vulnerabilidad de los distintos agentes y entidades. Es por tal razón que resulta imperativo coordinar iniciativas para implementar estrategias de adaptación eficaces (Bowen et al., 2012). Swart & Raes (2007) consideran las estrategias de mitigación como iniciativas a largo plazo que impactan a escala global, mientras que las estrategias de adaptación son de escala local y pueden efectuarse a corto y mediano plazo.

Como parte de las acciones institucionales para gestionar los impactos del cambio climático, se acude a la formulación de estrategias de financiamiento que faciliten la movilización de recursos económicos para financiar acciones de mitigación y adaptación, estrategias mediante las cuales se avance en la consolidación de un esquema de desarrollo con bajos niveles de emisión de GEI y resiliente a los efectos de la variabilidad climática. Estas estrategias abarcan la determinación de las fuentes de los recursos económicos, tanto para el funcionamiento y los planes estratégicos como para las medidas de adaptación. Asimismo, recursos para elaborar las previsiones presupuestarias y monitorear su correspondiente implementación, lo que naturalmente incluye las estrategias de adaptación. Del mismo modo, es necesario impulsar sistemas de análisis de costo-beneficio de cada inversión, con el fin de garantizar la viabilidad económica de las acciones puestas en marcha (Morgan Scoville, n. d.).

La magnitud de los efectos adversos de la variabilidad climática trasciende aspectos ambientales, sociales, políticos y económicos. Su abordaje requiere de infraestructuras institucionales que faciliten la gestión del cambio climático como asunto de carácter multidimensional, basado en el reconocimiento de las responsabilidades compartidas y en la concurrencia de recursos de financiamiento provenientes de diferentes fuentes,

tanto nacionales como internacionales (Naciones Unidas, 1992). En este sentido, se creó la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), cuyo propósito era gestionar las acciones institucionales orientadas a la coordinación entre el desarrollo social y económico y las cuestiones o preocupaciones ambientales. Fruto de estos esfuerzos internacionales, se determinó que la Conferencia de las Partes (COP) sería el órgano supremo encargado, entre otros tantos compromisos, de movilizar los recursos financieros requeridos para que los países en desarrollo puedan afrontar los costos de mitigación y adaptación frente a los efectos adversos del cambio climático (Naciones Unidas, 1992).

Por otro lado, las directrices financieras unificadas del Comité de Asistencia para el Desarrollo (CAD) de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2021) ofrecen un esquema completo que orienta a los dirigentes y participantes del desarrollo en la aplicación eficaz del financiamiento mixto. Esta orientación está concebida para potenciar al máximo el efecto de las inversiones en desarrollo sostenible, garantizando que los fondos públicos y privados se empleen de manera táctica y sinérgica.

Acogiendo las disposiciones internacionales, y con el propósito de alcanzar una adecuada gestión del cambio climático, Colombia ha avanzado en la consolidación de una infraestructura institucional, fortalecida gracias a los mecanismos de coordinación entre los diferentes sectores de política pública, en donde el Sistema Nacional de Cambio Climático (SISCLIMA) genera lineamientos para la creación de instancias institucionales que se articulen para gestionar la implementación de acciones orientadas al cumplimiento de metas acogidas en diferentes acuerdos internacionales, así como para gestionar los recursos de financiamiento requeridos. Así, se establecieron la Comisión Intersectorial de Cambio Climático (CICC) y los Nodos Regionales de Cambio Climático (NRCC) como las instancias, de carácter nacional y regional, respectivamente, encargadas de gestionar las acciones institucionales en su respectiva escala, mientras que la función de gestionar los recursos para el financiamiento climático quedó a cargo del Comité de Gestión Financiera (CGF), el cual hace parte de los comités encargados de apoyar la operatividad de la CICC. Por tanto, las directrices del SISCLIMA deben estar articuladas a las disposiciones de la CMNUCC, tanto para la implementación de acciones climáticas como para el acceso al mecanismo de financiamiento allí establecido.

Con base en lo anterior, se plantea la actualización de la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC, por sus siglas en inglés) de Colombia, un compromiso asumido en virtud del Acuerdo de París para reducir las emisiones de GEI y adaptarse al cambio climático. Este plan estratégico especifica una serie de acciones que Colombia pretende llevar a cabo, así como de objetivos específicos para fortalecer la adaptación al cambio climático y disminuir la susceptibilidad de sus sectores fundamentales. El enfoque nacional de finan-

ciamiento constituye un elemento esencial en esta actualización. Está dirigido a canalizar recursos de manera eficiente hacia iniciativas climáticas en los ámbitos de la industria, el turismo y la conservación del medio ambiente (CICC, 2020).

De acuerdo con la CICC (2020), la Estrategia Nacional de Financiamiento Climático (ENFC) de Colombia presenta un enfoque integral, que combina recursos nacionales, internacionales y del sector privado para cumplir con los objetivos de su NDC. Esta estrategia se centra en la movilización de recursos a través de fondos internacionales, financiamiento nacional e inversiones privadas, priorizando sectores clave como la industria, el turismo y la preservación del ecosistema. En la industria, se busca la descarbonización y la eficiencia energética; en el turismo, se promueve la sostenibilidad y la adaptación climática, y la preservación del ecosistema se enfoca en la conservación de bosques y la protección de la biodiversidad. Además, la estrategia hace hincapié en mejorar la adaptación y reducir la vulnerabilidad, mediante planes locales, infraestructura resiliente y programas de capacitación. Para garantizar la efectividad de estas acciones, se han establecido mecanismos de monitoreo y evaluación, que incluyen indicadores de progreso y revisiones periódicas, asegurando así una implementación eficaz y adaptable de la ENFC del país.

En función de coordinar acciones orientadas a la gestión del financiamiento climático, el CGF del SISCLIMA formuló la ENFC, concebida como el mecanismo de coordinación para la movilización de recursos, a escala nacional e internacional, en el cual se establecen los actores del financiamiento climático, las fuentes de financiación y las líneas estratégicas mediante las cuales se dinamizará la implementación de la Política Nacional de Cambio Climático (PNCC) (Departamento Nacional de Planeación [DNP], 2016).

La PNCC es concebida como el instrumento técnico que orienta la consolidación de una estrategia de desarrollo en la cual se insta a los diferentes sectores de política pública a articularse para incorporar criterios de cambio climático en los instrumentos de planeación sectorial y territorial. Además, la PNCC da lineamientos para favorecer la concurrencia de recursos de inversión que favorezcan la implementación de las acciones de mitigación o adaptación, a partir de la corresponsabilidad de los diferentes actores.

Bajo este contexto, que a escala internacional determina las posibilidades de acción institucional para gestionar el cambio climático, se analizan algunas de las posibilidades que tienen y las barreras a las que se enfrentan las entidades territoriales en su labor de gestionar el financiamiento de acciones orientadas al cumplimiento de las metas climáticas asumidas por el país en los diferentes acuerdos internacionales. Este capítulo busca responder a la pregunta ¿cuáles son las posibilidades que tienen y barreras a las que se enfrentan los municipios del departamento de Antioquia para acceder a los recursos de financiamiento climático?

## 7.2 Marco conceptual y normativo

### 7.2.1 Finanzas sostenibles

Las finanzas sostenibles se refieren a las actividades financieras que consideran factores ambientales, sociales y de gobernanza (ESG, por sus siglas en inglés) en las decisiones de inversión, con el objetivo de promover el desarrollo sostenible y mitigar los impactos del cambio climático. El concepto ha evolucionado significativamente desde sus inicios, con investigaciones tempranas centradas en la inversión socialmente responsable y su desempeño en comparación con los fondos convencionales (Kumar et al., 2022).

A lo largo de los años, el campo se ha expandido, para incluir instrumentos financieros innovadores como bonos verdes y bonos de sostenibilidad, que financian proyectos dirigidos a la mitigación y adaptación climática (ONU, 2019). La pandemia de la Covid-19 puso de relieve aún más la necesidad de soluciones de financiación innovadoras para movilizar fondos para el desarrollo sostenible, particularmente en los mercados emergentes (Kumar et al., 2022).

La integración de la sostenibilidad en los mercados de capitales se está consolidando como una tendencia principal, impulsada por el creciente interés de los inversores en los factores ESG como material para el desempeño a largo plazo. En general, las finanzas sostenibles abarcan una amplia gama de estrategias e instrumentos diseñados para alinear los flujos financieros con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) (ONU, 2015).

De acuerdo con la CMNUCC, el financiamiento climático hace referencia a las fuentes de financiamiento local, nacional y transnacional provenientes del sector público, privado o de fuentes alternativas, que buscan apoyar acciones de mitigación y adaptación al cambio climático (Grupo de Financiamiento Climático para Latinoamérica y el Caribe [GFLAC], 2018). Estos recursos son esenciales para la financiación de las iniciativas que se gestan desde los diversos países y actores del territorio.

Chowdhury & Jomo (2022) plantean algunos inconvenientes en el proceso de financiación de iniciativas para atender los efectos del cambio climático. Entre ellas, resaltan que las tres cuartas partes de las inversiones climáticas globales se han destinado a Asia Oriental y el Pacífico, Europa Occidental y América del Norte, generando una alta inequidad con los territorios de África, América Latina y los pequeños Estados insulares. Otro de los inconvenientes señalados por los autores es la falta de financiación de las iniciativas de adaptación, las cuales, por lo general y casi de manera exclusiva, dependen de los recursos provenientes del sector público.

## 7.2.2 Estructura para el financiamiento climático en Colombia

En Colombia, en el contexto de la PNCC, se formula la ENFC, la cual se nutre de las definiciones de cambio climático, adaptación y mitigación presentados por el IPCC (2023), y los incorpora como elementos de análisis para la gestión del cambio climático, que se asume como un proceso de coordinación interinstitucional orientado al diseño, implementación y evaluación de las acciones climáticas, buscando reducir la vulnerabilidad de los socio-ecosistemas ante los eventos adversos de la variabilidad climática (Departamento Nacional de Planeación [DNP] y Fundación para la Educación Superior y el Desarrollo [Fedesarrollo], 2022). En concordancia, se creó el SISCLIMA a partir del Decreto 298 de 2016, en el cual se determina su finalidad en términos de coordinar, articular, formular, hacer seguimiento y evaluar las acciones institucionales en materia de mitigación y adaptación. Este sistema surge de los lineamientos de política del CONPES 3700 de 2011 (Consejo Nacional de Política Económica y Social [CONPES] y Departamento Nacional de Planeación [DNP], 2011), que planteaba la necesidad de implementar estrategias de articulación interinstitucional e intersectorial para atender el fenómeno de la variabilidad climática y los efectos que de esta se desprenden hacia los diferentes sistemas de política pública.

En cuanto al funcionamiento del SISCLIMA, el decreto determina la necesidad de crear diferentes instancias mediante las cuales se facilite la implementación de la PNCC, teniendo en cuenta que las acciones de mitigación y adaptación tienen un carácter transversal que convoca la participación de entidades públicas y privadas, así como de los diferentes organismos de la sociedad civil. En estos términos, el artículo 5 del Decreto 298 de 2016 determina que la coordinación del SISCLIMA estará a cargo de la CICC, concebida como instancia de carácter nacional, en la cual se congregan los jefes de algunos ministerios y el director del DNP. Esta comisión se apoya en el CGF y en el Comité de Asuntos Internacionales (artículo 8, Decreto 298 de 2016). Además, el SISCLIMA cuenta con los NRCC, concebidos como instancias de coordinación de carácter regional, integrados por representantes de las entidades territoriales subnacionales, autoridades ambientales, asociaciones del sector privado y la academia, entre otras dependencias de la administración pública. Cada NRCC formulará y adoptará su plan de acción con horizonte de cuatro años (artículo 10, Decreto 298 de 2016).

En cuanto al mecanismo de financiamiento para la gestión del cambio climático, el Decreto 298 de 2016 determina que la CICC tiene entre sus funciones definir criterios para la articulación de recursos del presupuesto de cada entidad territorial, concertar compromisos para la ejecución de planes, programas y acciones, y coordinar la estrategia de monitoreo, evaluación y reporte de la implementación de la PNCC (artículo 8, Decreto 298 de 2016). Estas determinaciones hacen parte de las funciones del CGF y del Comité de Asuntos Internacionales, en su rol de instancias técnicas mediante las cuales se fortalecen los

mecanismos de coordinación y se orienta la infraestructura institucional hacia la consecución de recursos de financiamiento. Ya desde la CMNUCC, el financiamiento climático se conceptualiza como las fuentes de financiamiento local, nacional y transnacional, provenientes del sector público, privado o de fuentes alternativas, destinadas a apoyar acciones de mitigación y adaptación al cambio climático (GFLAC, 2018). Con el propósito de fortalecer la capacidad institucional para gestionar los recursos de financiamiento climático en la ENFC, se establecen las principales fuentes de recursos, clasificándolas de acuerdo con su procedencia, bien sea del sector público doméstico, del sector público internacional o del sector privado.

En este sentido, el CGF del SISCLIMA se concibe como la instancia de coordinación interinstitucional que promueve la incorporación de criterios de cambio climático en los ciclos de planeación, ejecución y evaluación económica y financiera de las acciones institucionales orientadas al cumplimiento de metas de adaptación y mitigación del cambio climático (Departamento Nacional de Planeación [DNP], 2024). Para lograr este fin, el CGF se encargó de formular la ENFC, concebida como el mecanismo a través del cual se movilizan los recursos financieros requeridos para implementar la PNCC y avanzar en el cumplimiento de las metas establecidas en la NDC para Colombia, como compromiso adquirido en el Acuerdo de París.

### 7.2.3 Fuentes de financiación para mitigación y adaptación al cambio climático

Si bien el SISCLIMA se operativiza a partir del relacionamiento de sus diferentes instancias, este sistema se acoge a las directrices de la CMNUCC, de las cuales se deriva el mecanismo de financiamiento fundamentado en el principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas (Naciones Unidas, 1992), que plantea que en el proceso de industrialización de los países más desarrollados fue el momento donde se generaron las mayores emisiones de GEI, mientras que los países menos desarrollados han tenido una menor proporción de emisiones, aunque, por lo general, son los más vulnerables a los efectos adversos del cambio climático. Por lo tanto, el cumplimiento de las metas climáticas globales debe implicar un proceso en el que los países desarrollados apoyen a los menos desarrollados, principalmente mediante la movilización de recursos financieros desde los primeros hacia los segundos. Este mecanismo de financiamiento climático se materializa a través de los siguientes fondos (GFLAC, 2018):

- Fondo de Adaptación.
- Fondo Especial de Cambio Climático (SSFC, por sus siglas en inglés).
- Fondo para los Países Menos Desarrollados (LDCF, por sus siglas en inglés).
- Fondo Verde del Clima (GCF, por sus siglas en inglés).
- Fondo para para el Medio Ambiente Mundial (FMAM).

Además de estos fondos, el mecanismo de financiamiento climático internacional también dispone de una serie de instrumentos económicos y financieros a los que los países pueden recurrir para apoyar sus acciones climáticas. Se espera que los países desarrollados sean quienes dinamicen la movilización de recursos a través de las diferentes fuentes de financiación, la aplicación de instrumentos económicos y financieros, y la destinación de recursos públicos de cada país (GFLAC, 2018). Para el caso de Colombia, se han clasificado cuatro fuentes principales de financiamiento: i) fuentes de origen público doméstico; ii) fuentes de origen privado; iii) fuentes de origen público internacional, y iv) fuentes del sector financiero (DNP, 2024). La Tabla 7-1 resume las fuentes de financiamiento internacional.

**Tabla 7-1.** Fuentes de financiamiento internacional.

<b>Multilaterales</b>	Bancos multilaterales de desarrollo	Instituciones financieras internacionales que apoyan el desarrollo social en los países menos desarrollados	Banco Mundial (WB, por sus siglas en inglés), Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Banco de desarrollo de América Latina y El Caribe (CAF) y Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO)
	Fondos controlados por la CMNUCC	Mecanismos financieros que operan bajo control y observancia de la CMNUCC	GCF, Fondo de Adaptación, SSFC y FMAM
	Fondos no controlados por la CMNUCC	Mecanismos financieros con propósitos de cambio climático que operan de manera paralela a la CMNUCC	Fondos de Inversión Climática, Fondo del Protocolo de Montreal y otros
<b>Bilaterales</b>	Cooperación Norte-Sur	Fuente de financiamiento que proviene de países desarrollados o reconocidos en el contexto de la CMNUCC como países anexo 1	Países de la OCDE
	Cooperación Sur-Sur	Fuente de financiamiento que proviene de los denominados países en desarrollo o, en el contexto de la CMNUCC, países no anexo 1	Países no OCDE

Fuente: Elaboración propia con base en la información de Comité de Gestión Financiera del SISCLIMA y Departamento Nacional de Planeación (2016).

Al ser considerados países de renta media o media-alta, los países de la región solo pueden acceder a créditos reembolsables, lo que finalmente incrementa su deuda externa. Además, la capacidad institucional limita las posibilidades de gestión de recursos de financiamiento, dada la complejidad de los requisitos establecidos por los principales mecanismos de financiamiento, como el Fondo de Adaptación, el GCF, el FMAM, los Bancos Multilaterales de Desarrollo (BMD) y las diferentes fuentes privadas (Scardamaglia, 2019). Scardamaglia (2019) plantea que el financiamiento climático proveniente de fuentes internacionales es insuficiente para invertir en acciones de adaptación en América Latina, y que, por lo tanto, los países de la región deben fortalecer su capacidad de gestión de recursos a nivel nacional, acudiendo no solo a los presupuestos del sector público, sino también en articulación con el sector privado. La autora plantea que no solo los recursos son insuficientes, sino que también se presentan unas barreras o limitantes para acceder al financiamiento internacional, tales como:

- Acceso a financiamiento no reembolsable
- Elaboración de proyectos
- Acreditación de entidades de acceso directo
- Agotamiento del financiamiento en el Fondo de Adaptación

En cuanto a las posibilidades de los Gobiernos subnacionales para acceder al financiamiento climático de fuentes internacionales, Scardamaglia (2019) argumenta que este nivel de gobierno no cuenta con avales nacionales para obtener dichos recursos, a lo que se suman las debilidades institucionales en términos de las capacidades de los equipos técnicos.

Por otra parte, Scardamaglia (2019) señala la necesidad de vincular al sector privado en el financiamiento de acciones de adaptación, para lo cual la infraestructura institucional debe brindar un marco regulatorio que incentive las inversiones del sector privado. En este sentido, la bibliografía consultada permitió establecer que en Colombia se cuenta con un inventario de productos verdes, sostenibles y climáticos, ofrecidos por 23 entidades financieras que agrupan diez instrumentos tipo crédito/préstamo, ocho instrumentos tipo transferencia de riesgo y cinco instrumentos tipo inversión proveniente de diferentes fuentes de financiamiento privado (Tabla 7-2).

**Tabla 7-2.** Instrumentos de financiamiento dispuestos por la banca nacional.

Entidad	Modalidad	Tipo	Clase de producto financiero	Marca o nombre comercial con el que se conoce el producto financiero
Bancoldex	Crédito	Crédito / Préstamo	Línea de redescuento (crédito)	Línea Sostenible Adelante
			Línea de redescuento (crédito)	Línea Adaptación al Cambio Climático
			Línea de redescuento (crédito)	Línea de Eficiencia Energética
Finagro	Crédito	Crédito / Préstamo	Línea de redescuento (crédito) Segundo piso	Líneas Especiales de Crédito (LEC)- Sostenibilidad Agropecuaria y Negocios Verdes
Findeter	Crédito	Crédito / Préstamo	Línea de redescuento (crédito) Segundo piso	Línea especial de redescuento KFW Agua Fase II
			Línea de redescuento (crédito) Segundo piso	Línea KFW para energía sostenible
Banco Agrario	Crédito	Crédito / Préstamo	Línea de crédito Primer piso	Crédito Verde
Bancolombia	Crédito	Crédito / Préstamo	Línea de crédito	Línea Verde
			Leasing	Línea Sostenible
			Línea de crédito y Leasing	Crédito Constructor Sostenible y Crédito Constructor Sostenible Leasing
			Línea de crédito	Vivienda Sostenible
			Línea de crédito	Agroverde
			Línea de crédito	Vehículos sostenibles
			Línea de crédito	Línea para empresas sostenibles
			Línea de crédito	Para todos
			Línea de crédito	Constructor individual sostenible
Banco de Bogotá	Crédito	Crédito / Préstamo	Línea de crédito Primer piso	Línea desarrollo sostenible
Davivienda	Crédito	Crédito / Préstamo	Línea de crédito Primer piso	Líneas Verdes
		Crédito / Préstamo	Línea de crédito Primer piso	Diferente de vivienda - Líneas Verdes

Entidad	Modalidad	Tipo	Clase de producto financiero	Marca o nombre comercial con el que se conoce el producto financiero
BBVA	Crédito	Crédito / Préstamo	Línea de crédito Primer piso	Productos Sostenibles BBVA
Bancamía	Crédito	<i>Crédito / Préstamo</i>	Línea de crédito Primer piso	CrediVerde Adaptación
			Línea de crédito Primer piso	CrediVerde Energía
Confiar	Crédito	Crédito / Préstamo	Línea de crédito Primer piso	Línea de crédito verde
Seguros Bolívar	Seguro	Póliza de seguro / Mecanismo de transferencia de riesgo	Seguro	Seguro Agrícola - Cafésseguro
			Seguro	Seguro de Autos Verde
Mapfre	Seguro	Póliza de seguro / Mecanismo de transferencia de riesgo	Seguro	Seguro climático
AXA Colpatría	Seguro	Póliza de seguro / Mecanismo de transferencia de riesgo	Seguro	Seguro de cosecha
SURA	Seguro	Póliza de seguro / Mecanismo de transferencia de riesgo	Seguro	Seguro agrícola de cosecha
HDI	Seguro	Póliza de seguro / Mecanismo de transferencia de riesgo	Seguro	Seguro agropecuario
La Previsora	Seguro	Póliza de seguro / Mecanismo de transferencia de riesgo	Seguro	Seguro agropecuario
SBS Bancamía	Seguro	Póliza de seguro / Mecanismo de transferencia de riesgo	Seguro	Mi inversión protegida
Bancoldex	Seguro	Subsidio directo a costos invertidos	Bono	Bono NAMA
Porvenir	Inversión	Equity / Cuasi Equity / Cuenta de Depósito / FICS / Fondos de Pensiones Voluntarias	Portafolio de inversión	Generación Sostenible Porvenir

Entidad	Modalidad	Tipo	Clase de producto financiero	Marca o nombre comercial con el que se conoce el producto financiero
Skandia	Inversión	Equity / Cuasi Equity / Cuenta de Depósito / FICS / Fondos de Pensiones Voluntarias	Portafolio de inversión	Skandia Strategist Mundo Sostenible / Skandia Green
BBVA	Inversión	Equity / Cuasi Equity / Cuenta de Depósito / FICS / Fondos de Pensiones Voluntarias	Portafolio de inversión	Fondo Páramo
Acciones y Valores	Inversión	Equity / Cuasi Equity / Cuenta de Depósito / FICS / Fondos de Pensiones Voluntarias	Portafolio de inversión	FORE, Fondo de Capital Privado Ambiental
Banco de Bogotá	Inversión	Equity / Cuasi Equity / Cuenta de Depósito / FICS / Fondos de Pensiones Voluntarias	Tarjeta débito - Inversión	Tarjeta débito Amazonía

Fuente: Elaboración propia con base en información del Comité de Gestión Financiera del SISCLIMA (2024).

## 7.3 Metodología

Este ejercicio empleó dos herramientas principales, una de carácter cualitativo y otra cuantitativa. En primer lugar, la aplicación de un instrumento de entrevista semiestructurada a funcionarios de los municipios seleccionados. En segundo lugar, la revisión de los datos recolectados mediante el sistema de Monitoreo, Registro y Verificación (MRV) del financiamiento climático, con corte al 11 de junio del 2024.

### 7.3.1 Recolección y análisis de datos

El propósito de la entrevista semiestructurada aplicada a funcionarios de los municipios escogidos fue recoger sus apreciaciones sobre las principales problemáticas ambientales de su territorio, la relación de estas problemáticas con la gestión del cambio climático, el reconocimiento de fuentes de financiamiento climático y las dificultades que han encontrado para el financiamiento de las acciones climáticas. Esta encuesta se confrontó con

información de los planes plurianuales asociados a los planes de desarrollo de los municipios, con el propósito de analizar la incorporación de criterios climáticos en los instrumentos de planeación, así como para identificar el monto de los recursos de financiamiento climático para el cuatrienio de las actuales administraciones municipales.

El sistema MRV de financiamiento climático es una herramienta utilizada para monitorear, reportar y verificar los recursos destinados a financiar acciones de mitigación y adaptación al cambio climático en Colombia, como parte de sus compromisos ante la CMNUCC tras la firma del Acuerdo de París (COP 21). Su propósito es centralizar y sistematizar la información sobre financiamiento climático, que está dispersa en diversos sistemas del país, en una única plataforma. La plataforma online del sistema MRV permite reportar información sobre los flujos de financiamiento climático en Colombia (Comité de Gestión Financiera del SISCLIMA, 2021).

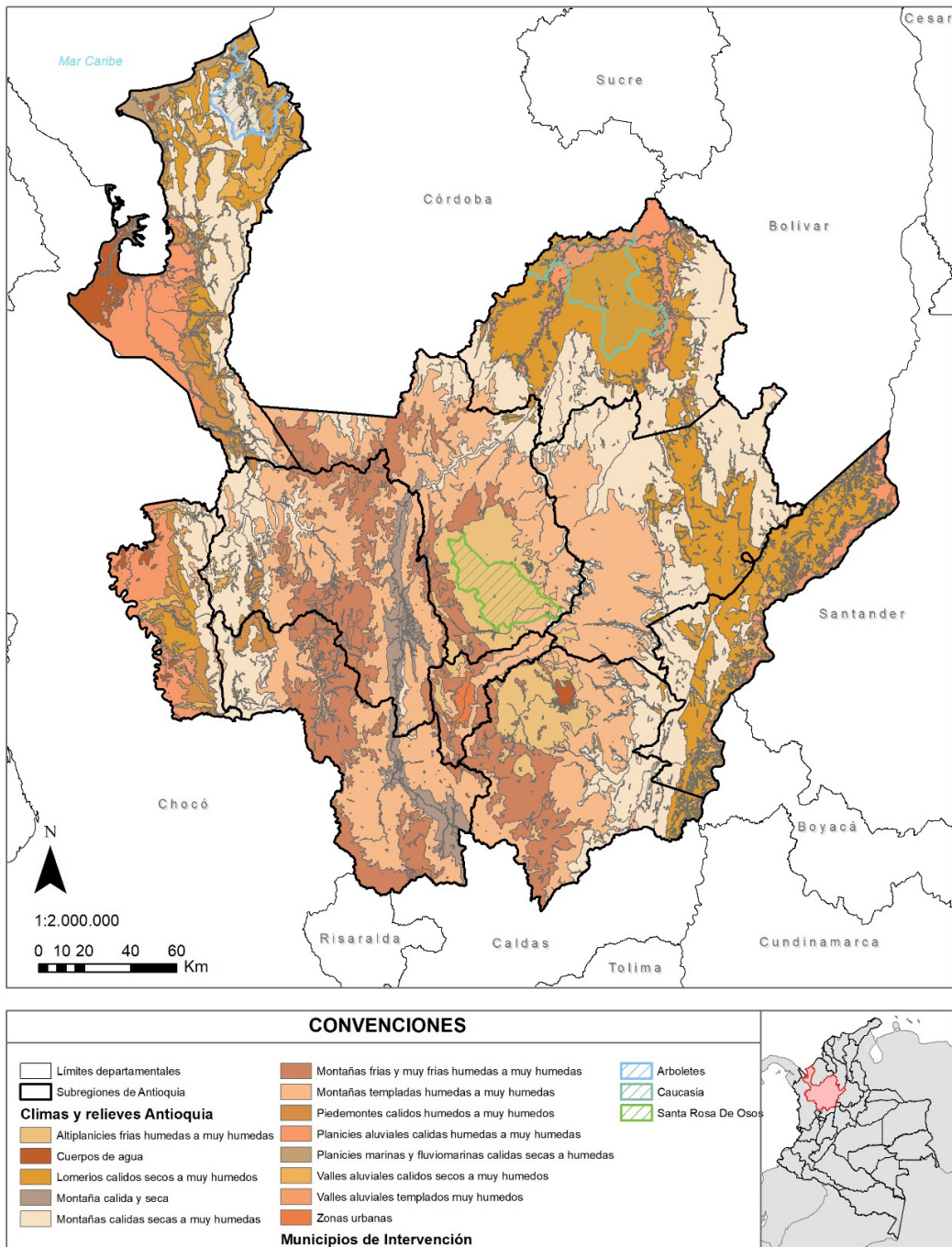
El sistema MRV clasifica el tipo de financiación según la fuente de origen: sector financiero, sector público doméstico, sector público internacional y sector privado. Además, clasifica las acciones de intervención en 12 sectores y 35 subsectores (Comité de Gestión Financiera del SISCLIMA y DNP, 2016). Con los datos obtenidos se analizan los montos invertidos por subsector, el destino (adaptación, mitigación o ambos) y el origen del financiamiento.

El análisis de la información se desarrolló de forma temática e inductiva, con el propósito de identificar patrones y relaciones entre los distintos testimonios. Asimismo, todas las respuestas fueron revisadas para asegurar su coherencia y pertinencia frente a las preguntas del cuestionario (Yin, 2009). Finalmente, se contrastaron los hallazgos con los datos de las fuentes de financiación y del sistema MRV, para verificar que las interpretaciones sean consistentes y estén bien fundamentadas (Stake, 1995).

### 7.3.2 Área de estudio

Este estudio analiza los municipios de Santa Rosa de Osos, Caucasia y Arboletes, que son representativos de las subregiones Norte, Bajo Cauca y Urabá, respectivamente, del departamento de Antioquia. En los municipios seleccionados hay presencia de diferentes ecosistemas, lo que permite evidenciar distintos métodos de financiación y de proyectos desarrollados. La Figura 7-1 muestra la ubicación de estos municipios con respecto a su subregión y los ecosistemas que contienen.

Santa Rosa de Osos es un municipio situado en la subregión Norte del departamento de Antioquia. Tiene una población de 39 054 habitantes. Se ubica predominantemente en una altiplanicie con clima frío a muy húmedo y se distingue por su alta producción en el sector primario, destacándose en la producción de tomate de árbol, papa y café. La producción



**Figura 7-1.** Mapa de Antioquia que muestra los ecosistemas y señala los tres municipios casos de estudio.

Fuente: Elaboración propia con base en datos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2005).

pecuaria también juega un papel importante en la economía local. En 2021, el hato bovino contaba con 153 791 individuos distribuidos en 2.495 fincas, de las cuales el 58% albergaba hasta 50 cabezas de ganado, lo que sugiere que la producción de derivados bovinos se realiza a pequeña escala (Universidad de Antioquia, 2021a).

Caucasia es un municipio situado en la región del Bajo Cauca y cuenta con una población de 97 803 habitantes. Su territorio se caracteriza por estar en su mayoría sobre lomeríos de clima cálido húmedo y su casco urbano se encuentra en una planicie aluvial del río Cauca. Las evaluaciones agropecuarias muestran que hay poca diversificación. En este sentido, es notoria la producción de alimentos como el arroz, la yuca y el plátano, siendo la producción de arroz la que marca una tendencia creciente. En cuanto a la producción pecuaria, el municipio contaba en 2021 con 114 912 bovinos, distribuidos en 738 fincas, de las cuales 63 poseen más de 500 cabezas, lo que resalta la producción a escala relativamente pequeña en el municipio. Sumado a esto, se registran un total de 4.846 cerdos en 701 predios de traspatio, cinco predios comerciales industriales y 66 predios comerciales familiares (Universidad de Antioquia, 2021c).

Arboletes se encuentra en la zona costera del departamento de Antioquia, en el mar Caribe. Posee una población de 32 192 habitantes y en su territorio es posible evidenciar diferentes composiciones de clima y relieve, tales como: montañas cálidas secas a muy húmedas, valles aluviales cálidos secos a muy húmedos, lomeríos cálidos secos a muy húmedos, planicies marinas y fluviomarinas cálidas secas a húmedas. La evaluación agropecuaria muestra que hay poca diversificación en la producción agrícola del municipio, siendo los cultivos de plátano, arroz y ñame los predominantes. Se destaca para el 2020 el aumento de la producción de maracuyá. El resto de cultivos que posee parecen ser de subsistencia por sus niveles de producción. En cuanto a su producción pecuaria, en el municipio se contabilizan 66 593 bovinos, distribuidos en 895 fincas, de las cuales 25 poseen más de 500 cabezas. El 72% de las fincas poseen hasta 50 cabezas, esto indica una producción a escala relativamente pequeña (Universidad de Antioquia, 2021b).

## 7.4 Resultados y discusión

### 7.4.1 Situaciones planteadas por los funcionarios de los municipios analizados

Por medio de cuestionarios realizados a los funcionarios responsables de ejecutar proyectos de desarrollo y gestión ambiental en cada municipio, se lograron identificar diversas problemáticas relacionadas con la capacidad institucional, el conocimiento sobre fuentes de financiación y su efectividad en la implementación de proyectos de mitigación

o adaptación. Con base en la información anteriormente mencionada, se hace un análisis de cómo las posibles barreras afectan las capacidades de los municipios estudiados para gestionar de forma adecuada los recursos que materialicen iniciativas que respondan a los impactos del cambio climático, en un escenario donde las limitaciones financieras se tornan cada vez más determinantes.

Uno de los municipios objeto de estudio, Santa Rosa de Osos, presenta varias problemáticas asociadas al cambio climático. De acuerdo con un funcionario adscrito al municipio, se trata de inundaciones, deslizamientos de tierra y heladas. A pesar de que se incluyen criterios adecuados para el cambio climático dentro de las iniciativas del municipio, no se han gestionado proyectos de cooperación internacional y existe un desconocimiento sobre las diferentes fuentes de financiación para iniciativas tanto de mitigación como de adaptación al cambio climático.

De igual manera, uno de los funcionarios de la Secretaría de Infraestructura Física del municipio de Santa Rosa de Osos plantea algunas limitaciones en la gestión del financiamiento climático en el municipio. A pesar de enfrentar graves problemáticas, aún no se ha podido acceder a recursos de cooperación internacional y se necesita un mejor conocimiento de las fuentes de financiamiento disponibles, tanto de cooperación internacional como del orden nacional. En este sentido, de acuerdo con los aportes obtenidos, el municipio depende principalmente de recursos propios, así como de fondos nacionales, departamentales y de gestión del riesgo, lo que limita su capacidad para acceder a financiamiento externo.

De acuerdo con las respuestas de sus funcionarios, el municipio de Santa Rosa de Osos enfrenta grandes desafíos para acceder a fondos internacionales, lo que restringe su capacidad de ejecutar proyectos con recursos diferentes a los de fuentes locales y nacionales en materia de cambio climático. También, expresan que no se perciben diferencias claras en la facilidad de acceso a los fondos según el tipo de proyecto, ya sea de mitigación, adaptación o mixto, lo que sugiere la existencia de barreras institucionales que dificultan un aprovechamiento efectivo de las oportunidades de financiamiento. La falta de información sobre fuentes de financiamiento y la limitada capacidad institucional son las principales dificultades identificadas, junto con los largos tiempos de respuesta y la alta competencia por recursos limitados.

La incertidumbre respecto a la accesibilidad a fondos internacionales, como los del WB, el BID, el GCF y el Fondo de Adaptación, evidencia una oportunidad de mejora orientada a fortalecer y mejorar las capacidades del municipio para abordar los desafíos climáticos mediante proyectos financiados con este tipo de recursos. Aunque los préstamos bancarios se perciben como la opción más accesible, el panorama general resalta la urgente

necesidad de fortalecer las capacidades locales para acceder a una mayor diversidad de recursos financieros y mejorar la gestión de proyectos climáticos efectivos y sostenibles.

Por otra parte, la situación planteada en el municipio de Arboletes, a partir de la información compartida por parte de una funcionaria responsable de temas ambientales, refleja una complejidad en la gestión del cambio climático debido a múltiples desafíos. Las problemáticas climáticas incluyen sequías, desbordamiento del río El Volcán, pérdida de biodiversidad y olas de calor. También considera que el municipio debe fortalecer los criterios adecuados de cambio climático en sus proyectos, que por ahora limitan la efectividad de las acciones implementadas. A pesar de gestionar proyectos ante cooperación internacional, la funcionaria reconoce que existe una falta de conocimiento sobre las fuentes de financiamiento disponibles, lo que genera una dependencia significativa de convocatorias nacionales y departamentales, complementadas en menor medida con recursos propios.

Por otra parte, la funcionaria afirma que una de las mayores dificultades son los procesos complejos para acceder a fondos de financiación internacional, lo que se ve agravado por la falta de información sobre fuentes de financiación y los tiempos largos de respuesta. Esto genera una alta competencia por recursos limitados, lo que dificulta aún más el acceso a ellos. Aunque en el municipio de Arboletes se percibe la facilidad para obtener fondos para proyectos de mitigación, acceder a fondos para proyectos de adaptación y mixtos sigue siendo un reto, lo que refleja una disparidad en la disponibilidad y accesibilidad de recursos según el tipo de iniciativa.

Al igual que en el municipio de Santa Rosa de Osos, este panorama resalta la necesidad de fortalecer la capacidad institucional de Arboletes para sortear de manera más efectiva las oportunidades de financiación, con el fin de abordar de manera integral sus retos climáticos.

## 7.4.2 Análisis de datos de financiación e inversión en cambio climático según el MRV

### A nivel de Colombia

El análisis de la información correspondiente a las fuentes de recursos para el financiamiento climático se hace con base en los datos suministrados por el sistema de MRV del financiamiento climático, con corte al 11 de junio del 2024. Sobre la estructuración de este informe se reconoce que los recursos privados no contienen información sobre los municipios en los que se desarrollaron las inversiones, excepto si el recurso se destinó a la ciudad de Bogotá D. C. También se destaca que los tres municipios de análisis no presentan inversiones desde el sector público internacional.

Durante el periodo 2011-2021, las principales fuentes de financiamiento para este tipo de proyectos en Colombia correspondieron a: i) sector público doméstico; ii) sector público internacional; iii) sector privado, y iv) sector financiero. Dichas fuentes movilizaron cerca de \$34 billones para atender acciones en el territorio nacional con enfoques de mitigación, de adaptación o integrales (acogen los dos enfoques) (Figura 7-2 y Figura 7-3). El sector público doméstico movilizó el mayor porcentaje de la inversión (62,63%), seguido del sector público internacional (13,51%). Estas dos fuentes concentraron cerca del 76% del financiamiento a nivel nacional. Por su parte, los recursos provenientes del sector financiero (14,91%) y del sector privado (8,95%) concentraron cerca del 24% del financiamiento.

En cuanto al destino de la inversión, se destaca que, para las acciones de adaptación, fueron asignados cerca de \$13 billones, los cuales provinieron en mayor medida del sector público doméstico (\$10 billones), mientras que el sector público internacional aportó \$0,76 billones y los sectores privado y financiero aportaron \$1 billón cada uno. Por su parte, para las acciones de mitigación se movilizaron cerca de \$10 billones, de los cuales el 41% correspondió a fuentes del sector público doméstico, mientras que cerca del 31% correspondieron a recursos del sector financiero, 10% a recursos del sector privado y el restante 18% a recursos del sector público internacional (Figura 7-2).

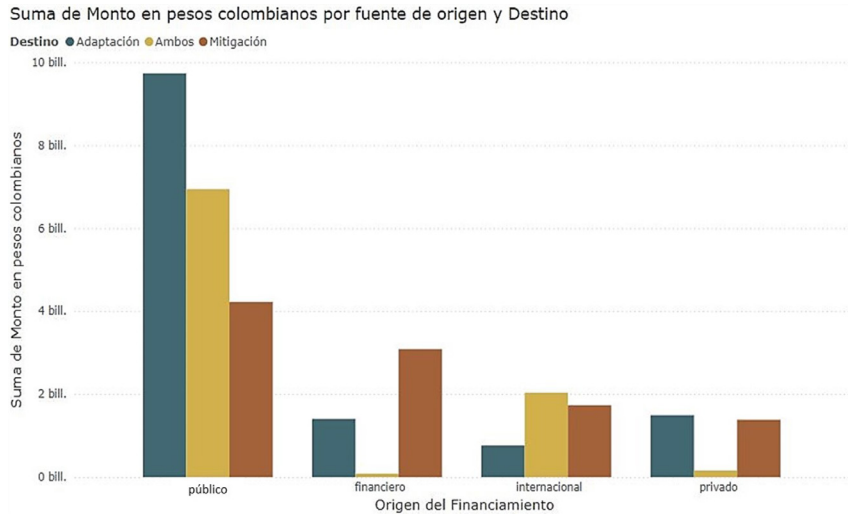
Considerando el principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas, el cual determina que los países desarrollados deben brindar apoyo a los países menos desarrollados para que cumplan sus compromisos climáticos, el financiamiento internacional se consolida como opción para la gestión del cambio climático en Colombia. En este sentido, según los datos del sistema de MRV, estos recursos se distribuyen entre fuentes bilaterales (47,5%) y multilaterales (52,5%) (Tabla 7-3).

**Tabla 7-3.** Montos de inversión climática proveniente de recursos internacionales.

Financiamiento Internacional	Financiamiento (\$)	Porcentaje
Bilateral Norte-Sur	1 973 424 986 447	44,58 %
Bilateral Sur-Sur	127 567 721 111	2,88 %
Multilateral - BMD	1 849 906 648 602	41,8 %
Multilateral - Fondos CMNUCC	391 414 091 043	8,84 %
Multilateral - Fondos no CMNUCC	84 122 642 223	1,90 %
<b>Total general</b>	<b>4 426 436 089 427</b>	<b>100,00 %</b>

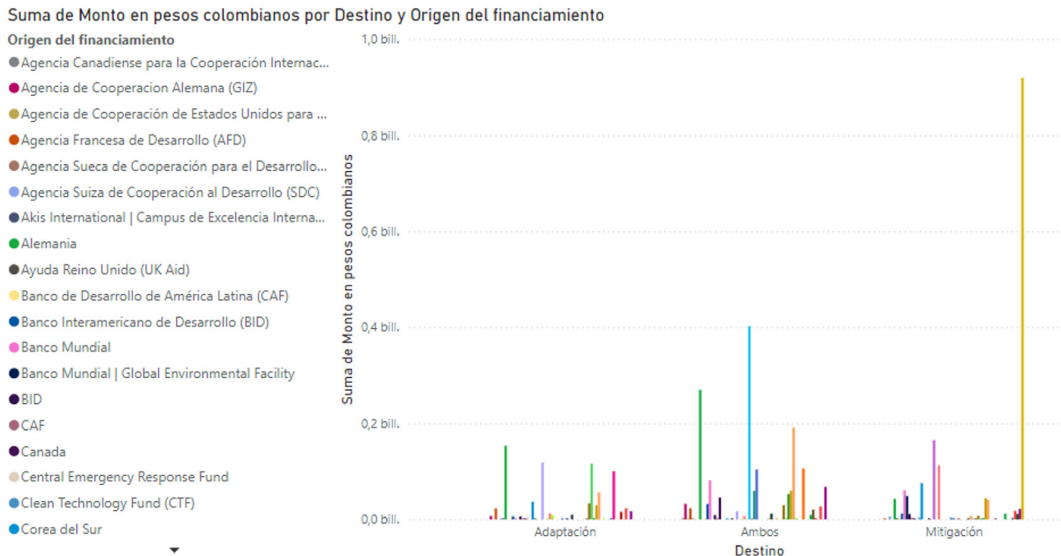
Fuente: Elaboración propia con base en datos del sistema de MRV (DNP, 2024).

**Figura 7-2.** Fuentes y recursos de financiamiento al cambio climático a nivel nacional.



Fuente: Elaboración propia con base en datos del DNP (2024).

**Figura 7-3.** Monto en pesos colombianos por destino y origen del financiamiento.



Fuente: Elaboración propia con base en datos del DNP (2024).

De las fuentes multilaterales, llama la atención el protagonismo que adquieren los bancos de desarrollo como el CAF, el BID, el WB y el Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO), los cuales reportan cerca del 42% del financiamiento internacional, mientras que los fondos derivados de la CMNUCC tan solo representan el 8,8% (ver Tabla 7-4).

**Tabla 7-4.** Montos de inversión climática proveniente de los fondos CMNUCC.

Multilateral - Fondos CMNUCC	Recursos de financiamiento (\$)	Porcentaje
Fondo de Adaptación	9 147 188 490	2,34 %
Fondo Verde del Clima (GCF)	118 625 666 008	57,28 %
Global Environment Facility (GEF)	158 055 689 681	40,38 %
<b>Total general</b>	<b>391 414 091 043</b>	<b>100,00 %</b>

Fuente: Elaboración propia con base en datos del sistema de MRV (DNP, 2024).

El análisis de la distribución de recursos provenientes del sector público internacional da cuenta de que las acciones de adaptación corresponden al menor porcentaje (16,83%) respecto al monto total de los recursos internacionales, mientras que las acciones integrales (44,4%) y la mitigación (38,77%) fueron las más representativas.

En cuanto al análisis por sectores, medio ambiente y recursos naturales, con el 68,2% del total de los recursos provenientes del sector internacional, fue el sector que concentró la mayor proporción de recursos de financiamiento. La Tabla 7-5 muestra el monto de recursos y los porcentajes de inversión por tipo de acción y sectores.

En términos de la composición de los recursos de financiamiento del sector público doméstico, las principales fuentes de recursos corresponden al Presupuesto General de la Nación (PGN), al presupuesto de las entidades territoriales (departamentos y municipios) y al SGR (Tabla 7-6).

**Tabla 7-5.** Sectores financiados con recursos de financiamiento provenientes de fuentes internacionales.

Sector de inversión	Adaptación		Ambos		Mitigación	
	(millones de pesos)	(%)	(millones de pesos)	(%)	(millones de pesos)	(%)
Agropecuario	67 108	9,01 %	154 746	7,87 %	195 570	11,40 %
Educación	0	0,00 %	2.550	0,13 %	0	0,00 %
Energía	0	0,00 %	1.485	0,08 %	101 033	5,89 %
Industria	0	0,00 %	0	0,00 %	18 804	1,10 %
Gestión del riesgo y atención de desastres	183 860	24,68 %	0	0,00 %	0	0,00 %
Medio ambiente y recursos naturales	447 534	60,07 %	1 368 784	69,65 %	1 201 540	70,02 %
Salud	0	0,00 %	0	0,00 %	0	0,00 %
Residuos	596	0,08 %	0	0,00 %	2.220	0,13 %
Transporte	0	0,00 %	0	0,00 %	85 234	4,97 %
Transversal	43 634	5,86 %	432 473	22,01 %	110 682	6,45 %
Turismo	671	0,09 %	1.213	0,06 %	0	0,00 %
Vivienda	1.605	0,22 %	4.064	0,21 %	1.029	0,06 %
<b>Totales, fuentes internacionales</b>	<b>745 009</b>	<b>100,00 %</b>	<b>1 965 315</b>	<b>100,00 %</b>	<b>1 716 112</b>	<b>100,00 %</b>

Fuente: Elaboración propia con base en datos del sistema de MRV (DNP, 2024).

**Tabla 7-6.** Composición de los recursos provenientes del sector público doméstico.

Origen de los recursos (sector público)	Financiamiento (\$)	Porcentajes
Presupuesto de los departamentos	627 868 123 861	3,00 %
Presupuesto de los municipios	7 419 771 776 035	35,51 %
Presupuesto General de la Nación	7 374 827 856 404	35,29 %
Sistema General de Regalías	5 475 170 608 560	26,20 %
<b>Total general</b>	<b>20 897 638 364 861</b>	<b>100,00 %</b>

Fuente: elaboración propia con base en datos del sistema de MRV (DNP, 2024).

En cuanto al análisis por sectores de inversión con recursos públicos domésticos, medio ambiente y recursos naturales (con el 37,9%) y gestión del riesgo y atención de desastres (con el 21,6%) fueron los sectores que concentraron la mayor proporción de recursos de financiamiento con fuentes del sector público doméstico (Tabla 7-7).

**Tabla 7-7.** Sectores financiados con recursos provenientes de fuentes públicas nacionales.

Sector de inversión	Adaptación		Ambos		Mitigación	
	(millones de pesos)	(%)	(millones de pesos)	(%)	(millones de pesos)	(%)
Agropecuario	1 110 963	11,41 %	754 812	10,87 %	349 925	8,29 %
Educación	207,46	0,00 %	44 912	0,65 %	0	0,00 %
Energía	32 731	0,34 %	374 007	5,39 %	2 167 016	51,33 %
Industria	0	0,00 %	0	0,00 %	294 119	6,97 %
Gestión del riesgo y atención de desastres	4 504 450	46,28 %	2.456	0,04 %	0	0,00 %
Medio ambiente y recursos naturales	3 741 000	38,44 %	4 107 165	59,16 %	68 673	1,63 %
Salud	2.517	0,03 %	0	0,00 %	0	0,00 %
Residuos	0	0,00 %	114 143	1,64 %	626 106	14,83 %
Transporte	0	0,00 %	959 685	13,82 %	601 057	14,24 %
Transversal	338 742	3,48 %	585 120	8,43 %	109 158	2,59 %
Turismo	790	0,01 %	316	0,01 %	6.075	0,14 %
Vivienda	1.493	0,02 %	0	0,00 %	0	0,00 %
<b>Totales, fuente público local</b>	<b>9 732 892</b>	<b>100,00 %</b>	<b>6 942 617</b>	<b>100,00 %</b>	<b>4 222 130</b>	<b>100 %</b>

Fuente: Elaboración propia con base en datos del sistema de MRV (DNP, 2024).

Timilsina (2021) plantea que gran parte del financiamiento internacional se ha destinado a acciones de mitigación, mientras que las acciones de adaptación han encontrado problemas de financiamiento que pueden explicarse por el hecho de que los beneficios se dan en el largo plazo y, por tanto, los agentes privados no encuentran suficientes motivaciones para invertir en ellas, a menos que se vean directamente afectados. Por su parte, las acciones de mitigación generan beneficios que pueden ser recuperados en el corto plazo (Timilsina, 2021). Este planteamiento coincide con lo reportado en los datos del sistema

de MRV, los cuales indican que la principal fuente de financiamiento climático ha sido el sector público doméstico, teniendo en cuenta que durante el periodo 2011-2021 movilizó cerca del 63,5% de los recursos disponibles, mientras que el resto de los recursos se distribuyeron entre los sectores privado (9,2%), financiero (13,86%) y público internacional (13,45%). En cuanto a las acciones climáticas financiadas por el sector público doméstico, la distribución fue de 46,57% en adaptación, 20,20% en mitigación y 33,22% en acciones integrales.

En la Tabla 7-8 se resume el monto de los recursos (expresados en billones) de financiamiento climático movilizados por las diferentes fuentes.

**Tabla 7-8.** Montos de financiamiento climático por sector según el destino en billones de pesos.

Destino	Sector privado	Sector público internacional	Sector público doméstico	Sector financiero	Total por destino
Adaptación	1,49	0,75	9,73	1,40	13,37
Ambos	0,16	1,97	6,94	0,08	9,15
Mitigación	1,38	1,72	4,22	3,09	10,40
<b>Total general</b>	<b>3,03</b>	<b>4,43</b>	<b>20,90</b>	<b>4,56</b>	<b>32,92</b>

Fuente: Elaboración propia con base en datos del sistema de MRV (DNP, 2024).

Con base en los datos presentados, y teniendo en cuenta la necesidad de incrementar las fuentes de financiamiento provenientes del sector privado, es pertinente avanzar en la implementación de reformas regulatorias y de política que generen incentivos para que el sector privado se integre más a los esfuerzos de inversión en la agenda climática del país. Al respecto, Timilsina (2021) anota que el sector privado enfrenta diversas barreras para participar en acciones de adaptación, entre ellas la incertidumbre en el retorno de la inversión, especialmente en un escenario donde dichas acciones, por lo general, se materializan en infraestructuras que terminan constituyéndose en bienes públicos, como caminos, puentes, entre otros. Así mismo, se presentan altos costos iniciales y debilidades técnicas e institucionales en los países anfitriones (Timilsina, 2021). Por tanto, las acciones de adaptación terminan financiándose en mayor proporción con recursos provenientes del sector público.

Indagando sobre las brechas de financiamiento, se encontró que durante el periodo de análisis (2011-2021) se movilaron poco más de \$32,9 billones, de los cuales cerca del 40% se destinaron a financiar acciones de adaptación al cambio climático, siendo los recursos públicos domésticos la mayor fuente de financiamiento. Esta cifra corresponde a un promedio cercano a los \$1,34 billones de pesos al año, dato que está muy por debajo de las necesidades de financiamiento para la adaptación al cambio climático, calculadas por Farfán (2020) de 0,19% del PIB de Colombia, es decir, se requerirían cerca de 0,2% del PIB cada año hasta el 2030. Teniendo en cuenta que el sector público doméstico ha movilizado cerca de \$9,8 billones para el financiamiento de acciones de adaptación, y que entre el PGN y el presupuesto de las entidades territoriales movilaron cerca del 74% de estos recursos, puede decirse que el cierre de la brecha de financiamiento para acciones de adaptación requiere un gran esfuerzo de gestión de recursos que todavía no está en capacidad de asumir el sector público doméstico, ya que la capacidad instalada del sector institucional es insuficiente para lograr este objetivo.

Si bien la inversión en acciones de adaptación en Colombia debe incrementarse, la capacidad institucional se queda corta a la hora de generar mayores recursos de financiamiento. Esto se debe a que gran parte de los municipios del país son de categoría 6, lo que dificulta el aumento de sus recursos propios, compuestos en su mayoría por los ingresos provenientes de los impuestos predial y de industria y comercio. Otro factor de incidencia en el financiamiento climático por parte de las entidades territoriales locales tiene que ver con la dependencia de las transferencias de la nación a través del Sistema General de Participaciones (SGP), lo que pone de relieve el papel de las entidades nacionales en el aumento de los recursos de financiamiento climático.

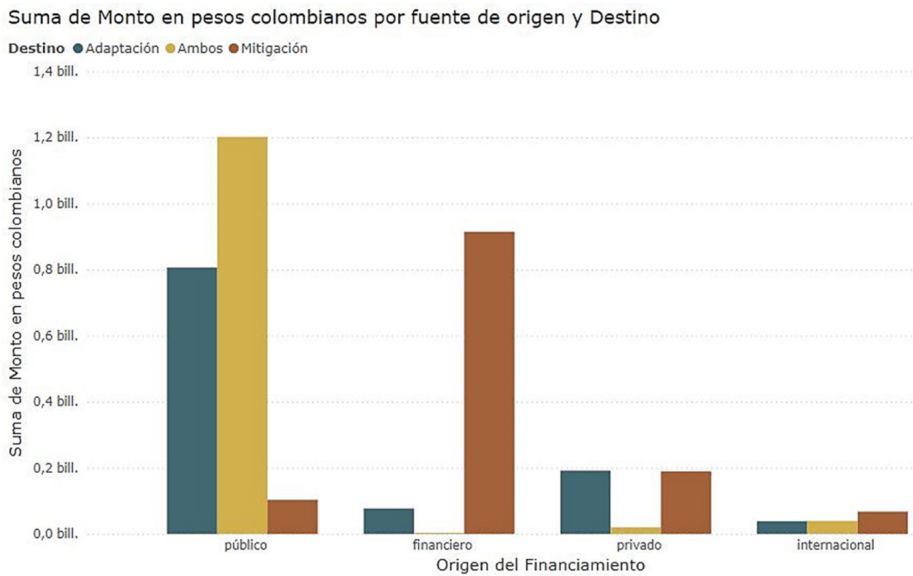
Sin embargo, las barreras al financiamiento climático no solo tienen que ver con la poca disponibilidad de recursos en los diferentes mecanismos internacionales. Según Timilsina (2021), existen una serie de barreras de tipo institucionales, técnicas y políticas que limitan el acceso a las diferentes fuentes de financiamiento para las acciones de adaptación. En este sentido, Scardamaglia (2019) plantea que, a pesar de la posibilidad que tienen los países para acceder a diferentes fondos internacionales, el financiamiento de la adaptación en América Latina y El Caribe se enfrenta a barreras como el acceso a financiamiento no reembolsable, falta de equipos técnicos para la formulación de proyectos, complejidades de los organismos internacionales para la acreditación de entidades de acceso directo y agotamiento del Fondo de Adaptación.

### En el departamento de Antioquia

Los recursos de financiamiento climático invertidos en el departamento de Antioquia durante el periodo 2011-2021 sumaron cerca de \$15,2 billones, de los cuales el 66,03% correspondieron a fuentes del sector público doméstico, 19,81% a fuentes del sector

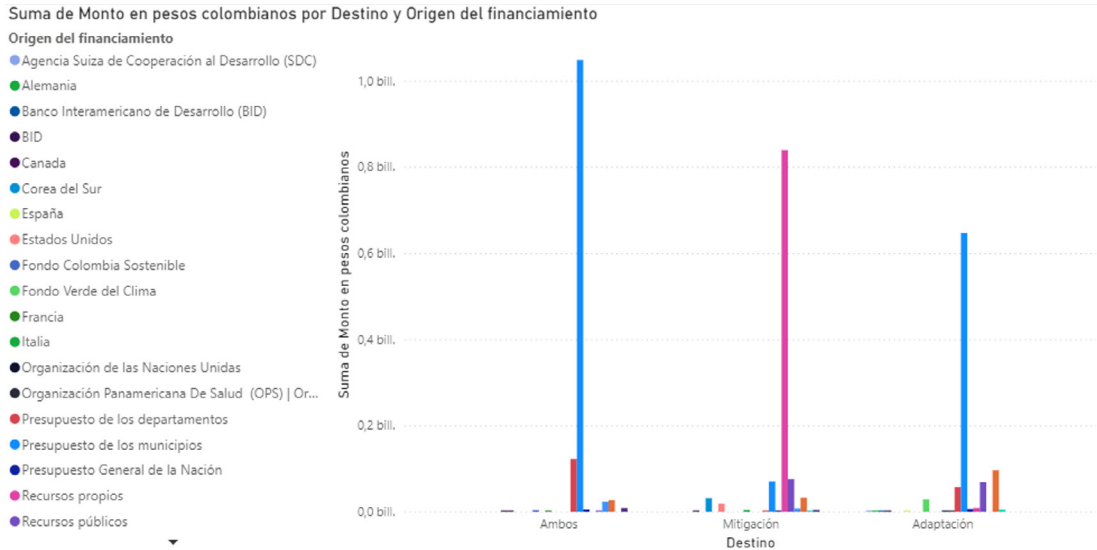
privado, 13,21% a fuentes del sector financiero y tan solo un 0,96% correspondió a fuentes del sector público internacional. Por su parte, cerca del 50% de los recursos provenientes del sector privado (\$3 billones) se invirtieron en financiamiento de acciones de adaptación, el 45% en acciones de mitigación y el resto (5%) en acciones integrales. Y cerca del 93% de los recursos provenientes del sector financiero se destinaron a acciones de mitigación, mientras que para adaptación tan solo se destinó cerca del 3% y el restante 4% en acciones integrales (Figura 7-4 y Figura 7-5).

**Figura 7-4.** Suma en monto de pesos colombianos por origen de financiamiento y destino.



Fuente: Elaboración propia con base en datos del DNP (2024).

**Figura 7-5.** Suma de monto en pesos colombianos recurso público internacional a nivel departamental.



Fuente: Elaboración propia con base en datos del DNP (2024).

En cuanto al financiamiento proveniente del sector privado para el departamento de Antioquia, durante el periodo 2011-2021 se asignaron poco más de \$400 000 millones, distribuidos en proporciones similares entre acciones de adaptación y de mitigación. En promedio, este sector aportó cerca de \$37 000 millones cada año. El análisis en términos de los sectores de inversión permite evidenciar que el sector medio ambiente y recursos naturales recibió el 52,7% del total de recursos de financiamiento provenientes de los actores privados, mientras que los sectores de industria y residuos recibieron el 47,28%, y el resto de los recursos (0,02%) se destinaron a los sectores turismo y transversal (Tabla 7-9).

**Tabla 7-9.** Destino del financiamiento en el departamento de Antioquia.

Destino / sectores de inversión	Suma de monto en pesos colombianos
<b>Adaptación</b>	<b>191 197 773 160</b>
Medio ambiente y recursos naturales	191 197 773 160
<b>Ambos</b>	<b>19 903 656 218</b>
Medio ambiente y recursos naturales	19 895 606 218
Transversal	8 050 000
<b>Mitigación</b>	<b>189 460 814 783</b>
Industria	174 866 552 236
Residuos	14 518 618 547
Turismo	75 644 000
<b>Total general</b>	<b>400 562 244 161</b>

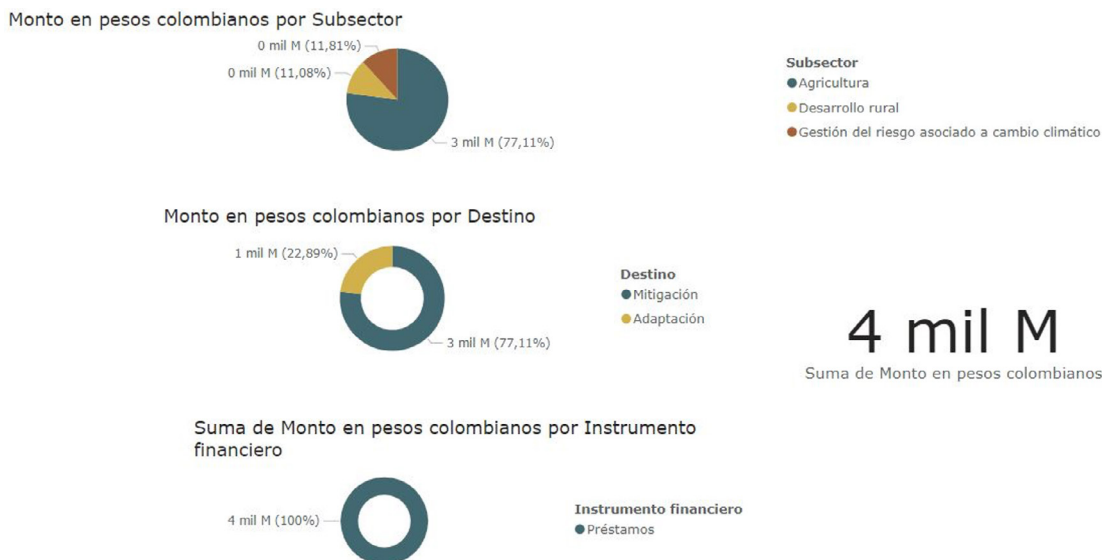
Fuente: Elaboración propia con base en datos del sistema de MRV (DNP, 2024).

### A escala municipal, Caucasia

Analizando los datos a una escala municipal, desde el sector financiero en el municipio de Caucasia se han invertido alrededor de \$4 mil millones durante el período evaluado, de los cuales el 77,11% ha sido invertido en proyectos de mitigación y el 22,89% en adaptación. De estos, la totalidad del recurso ha sido mediante la modalidad de préstamo y los sectores en los cuales se ha invertido el dinero son agricultura (77,11%), desarrollo rural (11,8%) y gestión del riesgo asociado al cambio climático (11,8%) (Figura 7-6).

Según el reporte, el subsector de agricultura enfoca sus intervenciones alrededor de la mitigación del cambio climático, mientras que los subsectores de desarrollo rural y de gestión de riesgo asociado al cambio climático se relacionan en mayor medida con procesos de adaptación. Los proyectos en el municipio del subsector agricultura están relacionados con la siembra de bosques y las zonas para el silvopastoreo. En el subsector de desarrollo rural, los proyectos se enfocan en la construcción de obras civiles destinadas al suministro de agua para los procesos productivos. Por último, el subsector de gestión de riesgo asociado al cambio climático presenta obras civiles para drenaje.

**Figura 7-6.** Montos invertidos fuente de recurso financiero para el municipio de Caucasia.



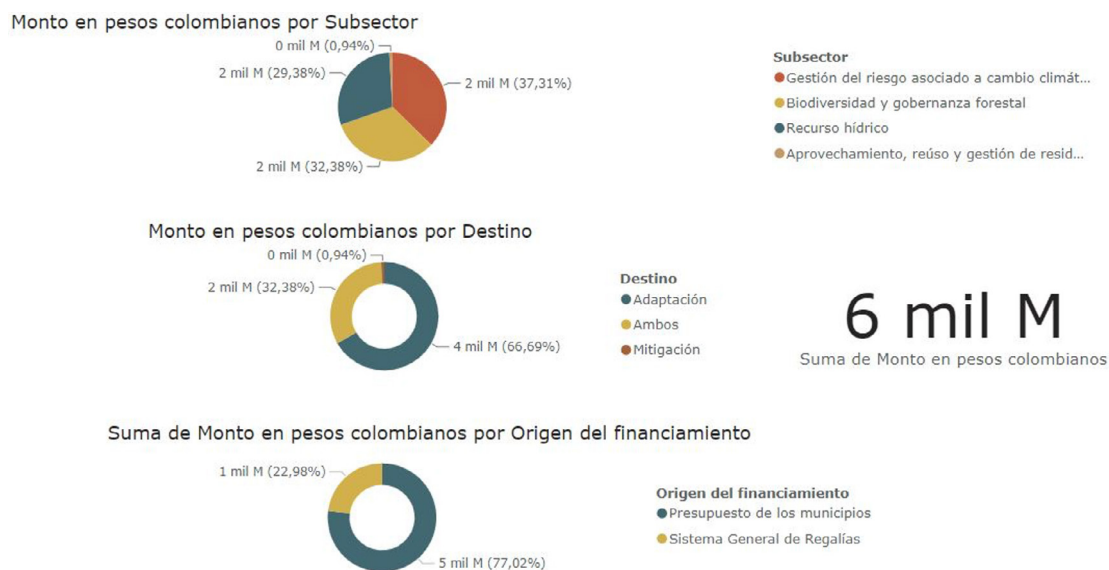
Fuente: Elaboración propia con base en datos del DNP (2024).

El sector público doméstico ha invertido en el municipio de Caucasia un total de \$6 mil millones, de los cuales el 66,69% se ha destinado a proyectos de adaptación, el 32,38% a iniciativas de ambos sectores y el 0,93% a iniciativas de mitigación. El 77,02% de los recursos para desarrollar estas intervenciones proviene del presupuesto del municipio y el 22,98% del Sistema General de Regalías. Estos porcentajes son coherentes con los demás hallazgos en cuanto a que la mayor fuente de financiación está representada en los recursos provenientes del sector público (nacional y municipal) y que, además, se orientan hacia el financiamiento de acciones de adaptación. Por su parte, el menor porcentaje, proveniente de las fuentes del sector privado, evidencia la necesidad de fortalecer las estrategias de vinculación de este sector en el financiamiento climático, tanto para las acciones de mitigación como para la adaptación.

El subsector de mayor intervención es el de gestión del riesgo asociado a cambio climático (37,31%), cuyos proyectos se enfocan en la construcción de infraestructura para defensa ante las inundaciones, las cuales aparecen clasificadas como acciones de adaptación. El subsector de biodiversidad y gobernanza forestal representa el 32,38% de los recursos invertidos, y sus intervenciones se centran en la conservación, protección, restauración y aprovechamiento de los ecosistemas forestales, de recursos naturales y del medio ambiente. Según la base de datos, estos proyectos se catalogan como mitigación y adap-

tación al mismo tiempo. A la fecha, se ha invertido alrededor del 29,38% en el recurso hídrico. Sus intervenciones se enmarcan en la adquisición de predios de interés para el acueducto municipal y la adquisición de predios de reserva hídrica y zonas de reservas naturales. Estas acciones son catalogadas como iniciativas de adaptación. Por último, el subsector de aprovechamiento, reúso y gestión de residuos representa el 0,97%; corresponde a las acciones de mitigación e incluye un proyecto de aseo para el tratamiento y aprovechamiento de residuos sólidos en el municipio (Figura 7-7).

**Figura 7-7.** Montos invertidos fuente de recurso público doméstico para el municipio de Caucasia.



Fuente: Elaboración propia con base en datos del DNP (2024).

Una mirada a las propuestas de financiación climática que quedaron plasmadas en el Plan de Desarrollo Municipal (PDM) 2024-2027 “Hagámoslo Juntos por Caucasia” muestra que la actual administración municipal incorpora criterios de cambio climático en su plan de desarrollo, los cuales quedaron plasmadas en el programa gestión del cambio climático para un desarrollo bajo en carbono y resiliente al clima. Si bien el objetivo de dicho programa plantea la necesidad de identificar los mecanismos financieros que le permitan al municipio implementar estrategias de desarrollo bajo en carbono, los indicadores de producto asociados al programa se presentan como inconsistentes, en la medida que solo apuntan a la identificación de acciones de mitigación y adaptación, y no contemplan planteamientos en cuanto a los mecanismos de financiación.

Aunque en el plan plurianual de inversiones asociado al PDM 2024-2027 se contempla una inversión de \$32,5 millones durante el próximo cuatrienio para la gestión del cambio climático (Alcaldía de Caucasia, 2024), muchas de las acciones asociadas a los diferentes programas del PDM también ayudan a la mitigación y a la adaptación, aunque el documento no las exponga como acciones con criterio de cambio climático. Esta situación pone en evidencia las debilidades institucionales en cuanto a la incorporación de criterios de cambio climático en sus instrumentos de planeación, de lo que se podría interpretar que la gestión de la inversión pública no contempla criterios de cambio climático, lo que dificulta la contabilización de las metas asociadas a los compromisos climáticos del país.

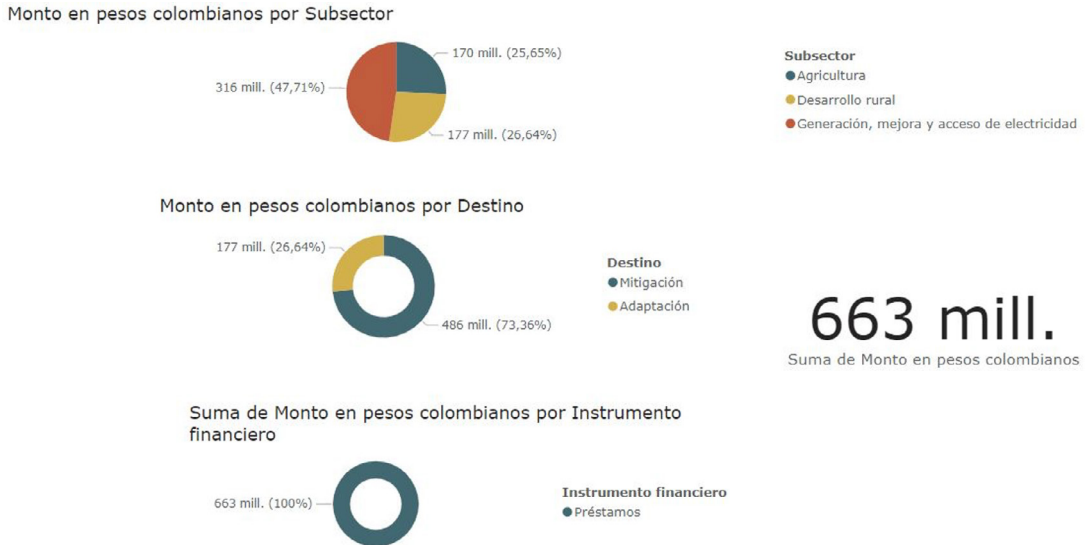
### A escala municipal, Santa Rosa de Osos

El sector financiero ha invertido en el municipio de Santa Rosa de Osos un total de 663 millones, de los cuales el 73,36% se ha invertido en programas de mitigación al cambio climático y el 26,64% en proyectos de adaptación. El total de los recursos se ha girado mediante el instrumento financiero de préstamo. Los subsectores en los que se ha intervenido el dinero son: el subsector de generación, mejora y acceso de electricidad (47,71%) –los recursos han sido destinados a la generación de fuentes de energía no convencionales renovables–; Desarrollo rural (26,64%) –los recursos se han destinado a iniciativas de construcción de obras civiles para el riego y suministro de agua para la producción pecuaria–; por último, el subsector agricultura (25,65%) –recursos destinados a la implementación de proyectos alrededor de la siembra de bosques–. De esta lista de proyectos, los de desarrollo rural son considerados adaptación, mientras que el resto se cataloga como mitigación (Figura 7-8).

El sector público ha invertido en el municipio de Santa Rosa de Osos un total de \$5 millones, de los cuales el 52,55% se ha empleado en proyectos para la adaptación, el 8,3% en mitigación y el 39,15% a proyectos de ambas categorías. Los instrumentos financieros para obtener los recursos son: el presupuesto general de los municipios y el Sistema General de Regalías, representando el 95,25% y el 4,75%, respectivamente.

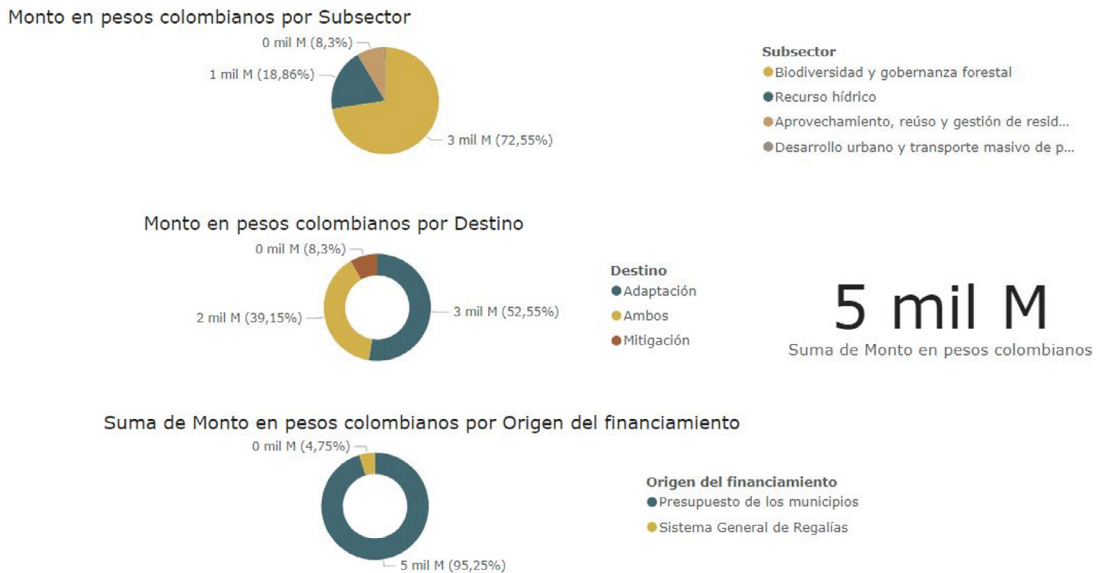
Los subsectores en los que se han desarrollado intervenciones son: biodiversidad y gobernanza forestal (72,55%) –proyectos asociados a la conservación de microcuencas que abastecen el acueducto, implementación del Sistema Local de Áreas Protegidas (SILAP) en el municipio, pago de servicios ambientales y reforestación para el control de la erosión–; recurso hídrico (18,86%) e iniciativas que apuntan a adquisición de áreas de interés para el acueducto municipal; compra de tierras para protección y conservación de microcuencas que abastecen el acueducto, protección de fuentes y reforestación de dichas cuencas; aprovechamiento, reúso y gestión de residuos (8,3%) y un proyecto asociado al tratamiento y aprovechamiento de residuos sólidos (Figura 7-9).

**Figura 7-8.** Montos invertidos fuente de recurso financiero para el municipio de Santa Rosa de Osos.



Fuente: Elaboración propia con base en datos del DNP (2024).

**Figura 7-9.** Montos invertidos fuente de recurso público doméstico para el municipio de Santa Rosa de Osos.



Fuente: Elaboración propia con base en datos del DNP (2024).

Indagando sobre la incorporación de criterios de cambio climático en los instrumentos de planeación municipal, durante la administración municipal del periodo 2020-2023 se invirtieron cerca de \$3500 millones como presupuesto del gasto público en medio ambiente y enfocado al desarrollo de acciones de mitigación y adaptación. Estas acciones se enmarcan en el Plan Regional para el Cambio Climático (PRCC) en la jurisdicción de Corantioquia (Alcaldía de Santa Rosa de Osos, 2024). Por su parte, el Plan de Desarrollo Municipal "Renace la Esperanza 2024-2027", en su "Línea Estratégica 3: Desarrollo Sostenible", contempla el programa "Santa Rosa Ciudad en Armonía con la Naturaleza", al cual se le asocian indicadores de producto relacionados con el número de personas capacitadas en gestión del cambio climático, aunque no se especifica si los criterios de cambio climático son transversales a otras acciones. En cuanto al plan de inversiones para el cuatrienio 2024-2027, se evidencia que las inversiones asociadas a cambio climático ascenderán a cerca de \$1374 millones.

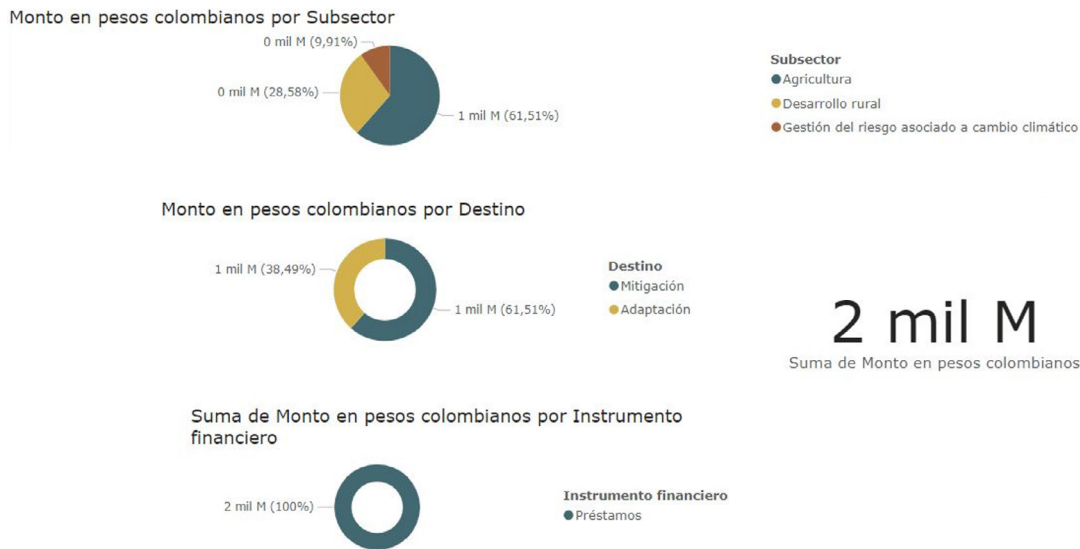
### A escala municipal, Arboletes

El sector financiero ha invertido en el municipio de Arboletes \$2 mil millones. El total de los recursos se ha obtenido bajo la modalidad de préstamo. De este total, 61,51% se ha invertido en iniciativas de mitigación y el 38,49% en proyectos de adaptación al cambio climático. Los subsectores en los que se ha invertido recursos son: agricultura (61,51%) –proyectos relacionados a la siembra de bosque–; desarrollo rural e intervenciones alrededor de construcción de obras civiles para riego y producción pecuaria o acuícola (28,58%); gestión del riesgo asociado a cambio climático y acciones en torno a la construcción de obras civiles para el suministro de agua para producción pecuaria o acuícola, reparación de obras civiles para riego, дрена y control de inundación, y construcción de obras civiles para drenaje (9,91%) (Figura 7-10).

El sector público ha invertido en el municipio de Arboletes un total de \$2 mil millones, financiados en su totalidad por medio del presupuesto del municipio. Del total invertido, el 79,39% ha financiado iniciativas en adaptación, el 3,69% se ha destinado a proyectos para la mitigación y el 16,91% se ha invertido en proyectos de ambas categorías.

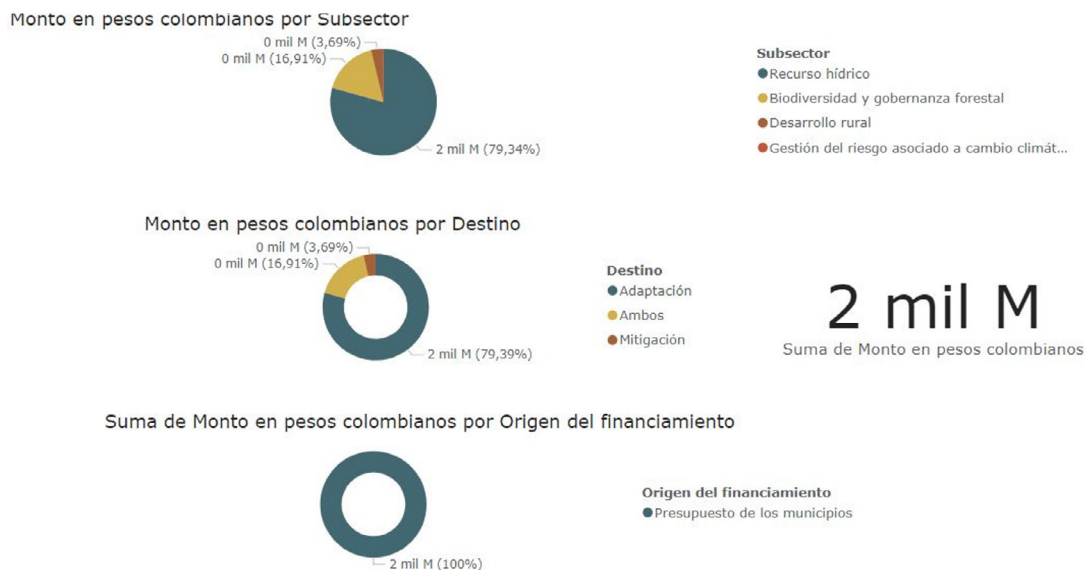
Los cuatro subsectores en los que se ha invertido el recurso son: hídrico (79,34%) e iniciativas asociadas a la adquisición de áreas de interés para el acueducto municipal y predios de reserva hídrica y zonas de reservas naturales; biodiversidad y gobernanza forestal (16,91%), con proyectos alrededor de la reforestación para el control de la erosión; desarrollo rural (3,69%) e intervenciones en promoción de proyectos productivos de desarrollo rural bajo en carbono, y, en último lugar, gestión de riesgo asociado a cambio climático (0,06%) e iniciativas asociadas a infraestructura de defensa contra las inundaciones (Figura 7-11).

**Figura 7-10.** Montos invertidos fuente de recurso financiero para el municipio de Arboletes.



Fuente: Elaboración propia con base en datos del DNP (2024).

**Figura 7-11.** Montos invertidos fuente de recurso público local para el municipio de Arboletes.



Fuente: Elaboración propia con base en datos del DNP (2024).

En cuanto a las posibilidades de financiamiento climático con recursos del Plan de Desarrollo Municipal 2024-2027 "Arboletes, Asunto de Todos", se evidencia que este instrumento de planeación incorpora criterios de cambio climático al asumirlo como componente de la dimensión ambiental del municipio, lo cual tiene consecuencias sobre problemáticas como la erosión costera, el estrés hídrico, la baja productividad de la agricultura, el abastecimiento de agua para consumo humano y la salud pública. Este plan también considera la importancia de incorporar el cambio climático como determinante en el Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT) y en otros instrumentos de planeación, como los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCA) de los ríos San Juan y Canalete, así como en los instrumentos de conservación de las ciénagas (Alcaldía de Arboletes, 2024). Además, este plan de desarrollo plantea que el aumento de la frecuencia e intensidad de los fenómenos climáticos extremos también incide en la susceptibilidad al riesgo hidrogeológico y, por tanto, la planificación y gestión del riesgo de desastres deben considerar criterios de cambio climático.

En este sentido, uno de los objetivos estratégicos del plan de desarrollo plantea la necesidad de incorporar la adaptación al cambio climático, la gestión del riesgo y la transición hacia energías no convencionales como estrategias para la conservación integral del territorio, el agua y la biodiversidad. Este objetivo se materializa en la "Línea 4: Arboletes Vivo: Preservando Nuestro Hogar, el Agua y la Biodiversidad para Nuestro Bienestar", la cual se estructura en componentes y programas, entre los que se destaca la articulación de la adaptación al cambio climático y la gestión del riesgo (programa 4.5.1), con una inversión proyectada de \$1802 millones durante el cuatrienio 2024-2027. Esta inversión está contemplada para varias acciones y responde a diferentes indicadores de la parte estratégica del plan (Alcaldía de Arboletes, 2024).

## Conclusiones

Si bien Colombia cuenta con el SISCLIMA como instancia de coordinación institucional para la gestión del cambio climático, persisten dificultades de alineación entre los instrumentos de planeación territorial e instrumentos como la PNCC y el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC), lo cual genera limitantes para que los municipios puedan fortalecer su capacidad de gestión de recursos de financiamiento climático.

Teniendo en cuenta que Colombia no aparece entre los grandes emisores de GEI a nivel mundial,<sup>1</sup> pero sí está considerado como uno de los países vulnerables a los efectos del cambio climático, los esfuerzos del financiamiento climático en el país deben orientarse en mayor medida hacia las acciones de adaptación. A pesar de las directrices de la CMNUCC en cuanto al apoyo financiero a los países menos desarrollados y más vulnerables, los recursos provenientes del sector público internacional tan solo sumaron 13,45% del total de recursos disponibles en el país durante el periodo 2011-2021, y, en términos de acciones de adaptación, estos tan solo aportaron el 5,57% del total de recursos invertidos provenientes de las cuatro fuentes de financiamiento durante el mismo periodo.

La principal fuente de financiamiento para Colombia corresponde a los recursos provenientes del sector público doméstico, en su mayoría representados por el PGN y el presupuesto de los municipios. Estas dos fuentes configuran poco más del 70% de los recursos provenientes del sector público local. Esta situación implica la necesidad de fortalecer la capacidad de gestión de recursos de financiamiento por parte de los municipios, además de incorporar criterios de cambio climático en los diferentes instrumentos de planeación municipal. La ENFC definió una línea transversal orientada a la generación y fortalecimiento de capacidades, mediante la cual se apoya a todos los actores territoriales en el mejoramiento de sus posibilidades de acceso al financiamiento climático.

Considerando que los municipios analizados están clasificados como de categorías 5 (Santa Rosa de Osos y Cauca) y 6 (Arboletes), para los cuales resulta difícil aumentar su capacidad de financiamiento climático con recursos propios, y considerando que durante el periodo de análisis no se reportaron recursos de financiamiento con fuentes del sector público internacional, es fundamental que las autoridades departamentales brinden acompañamiento técnico orientado a fortalecer sus capacidades para incorporar criterios climáticos en sus instrumentos de planeación y en la gestión de recursos de financiamiento. La integración de la acción climática en la inversión pública no solo se establece a partir de la incorporación de criterios climáticos en los instrumentos de planeación, sino también dependiendo del grado de efectividad de los municipios al formular proyectos y planear sus inversiones. En este caso, es importante que desde las oficinas de planeación municipal se fortalezcan los Bancos de Proyectos de Inversión Pública (BPIN), mecanismo que permite mejorar la capacidad de gestión de recursos del PGN para el financiamiento de proyectos climáticos formulados por los municipios.

---

1 Según [Datosmacro.com](https://datosmacro.com) (2024), "Colombia es el país número 144 del ranking de países por emisiones de CO2, formado por 184 países, en el que se ordenan los países de menos a más contaminantes".

Aunque los planes de desarrollo de los municipios analizados contemplan algunas acciones asociadas a la gestión del cambio climático, no están completamente alineados con los instrumentos climáticos, como el PRCC en la jurisdicción de Corantioquia, el Plan Integral de Cambio Climático de Antioquia (PICCA), el PNACC y la PNCC.

De acuerdo con la información reportada en el sistema de MRV, los municipios han recurrido a fuentes del sector financiero cuyos recursos han sido movilizados por los Bancos Nacionales de Desarrollo (BND). Aunque estos pueden ofrecer unas condiciones crediticias más favorables que la banca privada, se traducen en deudas que deben asumir las entidades territoriales, para las cuales las condiciones de endeudamiento no pueden ser las más acertadas, teniendo en cuenta su clasificación como categorías 5 y 6, y una baja capacidad para incrementar los recursos propios y mejorar su capacidad de endeudamiento.

## Referencias

- Alcaldía de Arboletes. (2023). Plan de Desarrollo Municipal "Arboletes, asunto de todos. Cambio, agua y vida" 2024-2027.
- Alcaldía de Caucasia. (2023). Plan de Desarrollo Municipal "Hagámoslo juntos por Caucasia" 2024-2027.
- Alcaldía de Santa Rosa de Osos. (2023). Plan de Desarrollo Municipal Santa Rosa de Osos "Renace la esperanza" 2024-2027.
- Bowen, A., Cochrane, S., & Fankhauser, S. (2012). Climate change, adaptation and economic growth. *Climatic Change*, 113(2), 95–106. <https://doi.org/10.1007/s10584-011-0346-8>
- Chowdhury, A., & Jomo, K. S. (2022). The Climate Finance Conundrum. *Development (Basingstoke)*, 65(1), 29-41. <https://doi.org/10.1057/s41301-022-00329-0>
- CICC, Comisión Intersectorial de Cambio Climático. (2020). Actualización de la Contribución Determinada a Nivel Nacional de Colombia (NDC)
- Comité de Gestión Financiera del SISCLIMA. (2021). *Manual de Usuario. Sistema MRV. Acción Climática*. <https://accionclimatica.minambiente.gov.co/download/manual-del-usuario-sistema-mrv/>
- Comité de Gestión Financiera del SISCLIMA. (2024). *Directorio de fuentes de financiamiento*. Departamento Nacional de Planeación. <https://finanzasdelclima.dnp.gov.co/movilizacionrecursos/gestion-acceso-financiacion/Paginas/fuentes-de-financiamiento.aspx>
- Comité de Gestión Financiera del SISCLIMA y Departamento Nacional de Planeación. (2016). *Guía metodológica para clasificar y medir el financiamiento asociado con acciones de mitigación y adaptación al cambio climático en Colombia*. DNP. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Ambiente/Finanzas%20del%20Clima/Gu%C3%ADa%20metodol%C3%B3gica%20de%20financiamiento%20clim%C3%A1tico.pdf>
- Consejo Nacional de Política Económica y Social y Departamento Nacional de Planeación. (2011). *Documento Conpes 3700*. DNP. <https://colaboracion.dnp.gov.co/cdt/conpes/econ%C3%B3micos/3700.pdf>
- Datosmacro.com. (2024). *Aumentan las emisiones de CO2 en Colombia*. <https://datosmacro.expansion.com/energia-y-medio-ambiente/emisiones-co2/colombia>

- Decreto 298 de 2016. Por el cual se establece la organización y funcionamiento del Sistema Nacional de Cambio Climático y se dictan otras disposiciones. 24 de febrero de 2016. D. O. N.º 49 796.
- Departamento Nacional de Planeación. (2016). *Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático. Líneas de Acción Prioritarias para la Adaptación al Cambio Climático en Colombia*. Minambiente. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/01/PNACC-2016-linea-accion-prioritarias.pdf>
- Departamento Nacional de Planeación. (2024). *Introducción al módulo de financiamiento climático general*. [https://mrv.dnp.gov.co/Financiamiento\\_en\\_cifras/Paginas/default.aspx](https://mrv.dnp.gov.co/Financiamiento_en_cifras/Paginas/default.aspx)
- Departamento Nacional de Planeación y Fundación para la Educación Superior y el Desarrollo. (2022). *Estrategia Nacional de Financiamiento Climático: Cerrando la Brecha*. DNP. [https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Ambiente/Finanzas%20del%20Clima/Estrategia\\_Nacional\\_de\\_Financiamiento\\_Climatico.pdf](https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Ambiente/Finanzas%20del%20Clima/Estrategia_Nacional_de_Financiamiento_Climatico.pdf)
- Farfán, J. C. (2020). Cuantificación de la Brecha de Financiación en Adaptación al cambio climático en Colombia. In Archivos de economía: Vol. Documento 516.
- Grupo de Financiamiento Climático para Latinoamérica y el Caribe. (2018). *Guía de financiamiento climático*. SCRIBD. <https://es.scribd.com/document/406401435/Guia-de-Financiamiento-Climatico-Gflac>
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2005). *Mapas de suelos del territorio colombiano a escala 1:100.000. Departamento: Antioquia*. [https://igacoffice365.sharepoint.com/:u:/g/EWJpXW1EdmBEhz\\_RBx3Y\\_xwBCpJK5-QuicfQmfkQVwv2Q](https://igacoffice365.sharepoint.com/:u:/g/EWJpXW1EdmBEhz_RBx3Y_xwBCpJK5-QuicfQmfkQVwv2Q)
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2023). Sections. In Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (Eds.). *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 35-115). IPCC. [https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_SYR\\_LongerReport.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_LongerReport.pdf)
- Kumar, S., Sharma, D., Rao, S., Lim, W. M., & Mangla, S. K. (2022). Past, present, and future of sustainable finance: insights from big data analytics through machine learning of scholarly research. *Annals of Operations Research*. <https://doi.org/10.1007/s10479-021-04410-8>
- Locatelli, B., Fedele, G., Fayolle, V., & Baglee, A. (2016). Synergies between Adaptation and Mitigation in Climate Change Finance. *International Journal of Climate Change Strategies and Management*, 8(1), 112-128. <https://doi.org/10.1108/IJCCSM-07-2014-0088>
- Morgan Scoville, S. (n.d.). The Governance of Climate Change Adaptation Finance. An Overview and Critique. <https://doi.org/https://doi.org/10.4000/poldev.2243>
- OECD, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2021). *Perspectivas empresariales y financieras de la OCDE 2021*. [https://www.oecd.org/en/publications/oecd-business-and-finance-outlook-2021\\_ba682899-en.html](https://www.oecd.org/en/publications/oecd-business-and-finance-outlook-2021_ba682899-en.html)
- ONU, Organización de Naciones Unidas. (1992). *Convención Marco de Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático*. UN Climate Change. <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>
- ONU, Organización de Naciones Unidas. (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- ONU, Organización de Naciones Unidas. (2019). *World investment Report. Special economic zones*. United Nations.
- Scardamaglia, V. (2019). *Desafíos del financiamiento para la adaptación al cambio climático en América Latina y el Caribe. Policy Brief Latino Adapta*. SARAS Institute. [https://saras-institute.org/wp-content/uploads/2020/05/POLICY-BRIEF\\_-Desafios-Financiamiento\\_Scardamaglia\\_2019-.pdf](https://saras-institute.org/wp-content/uploads/2020/05/POLICY-BRIEF_-Desafios-Financiamiento_Scardamaglia_2019-.pdf)
- Stake, R. E. (1995). *Investigación con estudio de casos*. Ediciones Morata.
- Swart, R., & Raes, F. (2007). Making Integration of Adaptation and Mitigation Work: Mainstreaming into Sustainable Development Policies? *Climate Policy*, 7(4), 288-303. <https://doi.org/10.1080/14693062.2007.9685657>

- Timilsina, G. R. (2021). Financing climate change adaptation: International initiatives. *Sustainability* (Switzerland), 13(12). <https://doi.org/10.3390/su13126515>.
- Universidad de Antioquia. (2021a). *Boletín Económico Municipal Antioquia 2021. Santa Rosa de Osos*. <https://www.udea.edu.co/wps/wcm/connect/udea/b1b9ef9d-fce6-4029-9a24-ff5e7ab3eee4/SANTA+ROSA+DE+OSOS+2022.pdf?MOD=AJPERES&CVID=o05dHPo>
- Universidad de Antioquia. (2021b). *Boletín Económico Municipal Antioquia 2021. Arboletes*. <https://www.udea.edu.co/wps/wcm/connect/udea/43053873-8bef-40a6-991a-88db27c26acb/ARBOLETES+2022.pdf?MOD=AJPERES&CVID=o00SnFY>
- Universidad de Antioquia. (2021c). *Boletín Económico Municipal Antioquia 2021. Caucasia*. <https://www.udea.edu.co/wps/wcm/connect/udea/b472e3ed-8a53-45fe-ab42-0e80641ce292/CAUCASIA+2022.pdf?MOD=AJPERES&CVID=o05oje>
- Yin, R. K. (2009). *Case Study Research*. Sage.

## Reflexiones finales, a manera de conclusiones generales

Este apartado final recopila algunos de los elementos más relevantes y llamativos de los hallazgos reportados en cada sección de este libro. En primer lugar, se ofrece una síntesis de cada una de sus tres partes. Luego, se presenta una lectura transversal de los hallazgos comunes, identificando los principales problemas, oportunidades y retos en la construcción de territorios resilientes y adaptados al cambio climático.

En la primera parte se propuso una revisión crítica de dos herramientas ampliamente utilizadas y difundidas en la lucha por mitigar y adaptarnos a los efectos del cambio climático: las Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN) y los bonos de carbono.

Las SbN, desde su misma enunciación, prometen resolver una cantidad de problemáticas, volviendo a vegetalizar los territorios. Sin embargo, su implementación –aún más conceptual que práctica– deja algunas inquietudes y premisas a tener en cuenta. En primer lugar, este tipo de acciones difícilmente se logran de manera aislada; por el contrario, la gobernanza juega un papel fundamental en su ejecución, desde la concepción y el diseño mismo, hasta la implementación de las estrategias definidas, mientras que una coordinación entre múltiples actores y entre los distintos niveles parece ser clave para el éxito de su desarrollo, contando siempre con la participación de las comunidades locales y sus prácticas tradicionales. Por ello, las SbN deberían articularse siempre con la

denominada Adaptación basada en Comunidades (AbC). No obstante, en la revisión sobre el tema también se concluye que aún son insuficientes las opciones de financiación, y que pocos ejercicios reportados cuentan con monitoreo y evaluación en el mediano y largo plazo. Esto último es fundamental, porque aún quedan preguntas por responder, como por ejemplo ¿en qué plazo comienzan a observarse los efectos de las SbN? o ¿durante cuánto tiempo se mantienen esos efectos una vez implementadas las SbN? Se requiere indagar más al respecto y generar más conocimiento que arroje luces y claridades sobre este tipo de mecanismos.

El análisis sobre el mercado de bonos de carbono y su desarrollo en Colombia deja claro que ha sido una estrategia poco efectiva para detener la deforestación de los bosques nativos, o para restaurar y aumentar las coberturas de nuevos bosques. En otras palabras, la implementación de los bonos de carbono en el mercado no ha demostrado beneficios socioambientales, a lo cual se suman los vacíos jurídicos señalados en el documento, que han dejado este mercado en manos de unas pocas empresas, sin mayores regulaciones, con precios de mercado bajos y escasos recaudos por los impuestos al carbono. Los efectos de lo anterior se reflejan en que hay pocos recursos para inversiones en proyectos de mitigación y adaptación al cambio climático. Además, se han generado problemas relacionados con la ausencia de protección a los modos de vida locales de las personas o comunidades que ingresan a este mercado, así como a sus saberes y prácticas tradicionales.

La segunda parte recoge diversos análisis de casos de estudio en Antioquia. El análisis de la capacidad de acogida mostró que solo una tercera parte del territorio departamental tiene capacidad alta o media de acogida a usos de cultivos transitorios, una proporción similar puede albergar usos de ganadería y aproximadamente la mitad puede acoger usos de cultivos permanentes. Además de las restricciones naturales del territorio por su relieve quebrado, alta exposición a amenazas y zonas excluidas por intereses ambientales, una de las principales limitantes para habilitar terreno es la carencia de infraestructura vial.

Con respecto a las percepciones de los productores agrarios, aunque el cambio climático puede presentar sus efectos de diversas maneras en los territorios, todos coinciden en que ha generado afectaciones en la producción. El agua es un aspecto crítico, ya que la variabilidad temporal está cambiando continuamente, por lo que están sometidos a períodos de sequías más prolongados e intensos, y otros períodos de fuertes lluvias. Así, gestionar el recurso hídrico es una necesidad ante la cual ya algunos de los actores visitados han empezado a tomar medidas. Es necesario ampliar el conocimiento sobre los efectos que el cambio climático puede generar sobre la producción agraria, así como capacitar y promover la asociatividad entre los productores, ya que las estrategias de cooperación implementadas por algunos de ellos han mejorado sus condiciones.

Las transformaciones contemporáneas de la ruralidad han dado pie a una reducción de las áreas naturales y en producción agraria, agravando el ya complejo problema de la pérdida de fuerza laboral en el campo, y de las pérdidas de la producción asociadas a los cambios imprevistos del clima y efectos asociados. La fragmentación predial y las nuevas dinámicas instauradas en los territorios que ofrecen prestaciones urbanas a los neorurales incrementan las presiones por transformar unos usos tradicionales hacia usos más asociados con actividades de recreación y ocio, con mayor oferta de comercio y servicios, y nuevas tipologías de vivienda. Asimismo, se encontraron diversas manifestaciones de gentrificación rural, divergentes según las formas específicas de transformación presentes en cada municipio. En uno de los casos, con más presiones sobre los residentes locales. En conjunto, estos procesos permiten vislumbrar una tendencia común en los territorios, impulsada por lógicas de mercado y sin ningún tipo de regulación estatal.

Por otra parte, pensar en hábitats exclusivamente humanos, de los cuales se aleja casi cualquier otra especie, es un enfoque que profundiza la división humano-naturaleza. Por el contrario, una búsqueda de resiliencia en los territorios debe revertir esas tendencias y plantear alternativas integrales, en las que los seres humanos podamos convivir con otras especies, aprovechando, además, los beneficios que las plantas, los animales, los hongos y hasta las bacterias pueden brindar a los distintos procesos. Entender el hábitat como un posible ecosistema es la propuesta hacia la que se orienta el apartado sobre hábitat biodiverso. El capítulo recopila casos de diseños multiespecies que se implementan en varios lugares del departamento, señalando en ellos los modos de organización y las lógicas que subyacen a ellos, así como las relaciones y los beneficios que pueden generar a las personas.

Si bien se reconoce que prevalece el enfoque antropocéntrico, en la medida en que los problemas y las soluciones se centran en el ser humano y sus necesidades, cabe resaltar una intención por conservar, diversificar e integrar elementos no humanos en los distintos arreglos propuestos. Aunque sea desde una lógica utilitarista más que por el reconocimiento del daño ambiental que enfrentamos, se vislumbran algunas rutas posibles para acercarnos a una mirada ecosistémica, aunque aún no ecocéntrica.

En la parte III se amplía el debate sobre las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), a partir de las cuales un país debe priorizar sus acciones de mitigación, y la exposición y vulnerabilidad de los territorios ante los efectos del cambio climático. Colombia pertenece al grupo de países altamente vulnerables, que emiten una pequeñísima proporción de los GEI en el planeta, por lo cual se reafirma la importancia de enfocarse en acciones de adaptación a los cambios que ya se evidencian, y de aumentar la resiliencia de los territorios, lo que incluye las viviendas y demás construcciones, los cultivos y medios de vida de las personas, y los elementos que inciden en la seguridad –ambiental, social, económica y

funcional– de las comunidades. A pesar de los acuerdos internacionales, los países del sur global reciben poco o nada de los recursos que los países más contaminantes deberían aportar para mitigar y contribuir a su adaptación, al ser los que están recibiendo los mayores efectos negativos del cambio climático.

Así, este capítulo revela que la financiación de las pocas acciones orientadas a la adaptación de los municipios analizados proviene de los recursos del sector público doméstico, representados en su mayoría por el Presupuesto General de la Nación (PGN) y el presupuesto de los municipios.

Una lectura transversal del documento en su conjunto permite identificar algunos puntos en los que coinciden los hallazgos de varios capítulos. Dentro de las problemáticas identificadas, se resaltan las siguientes:

- **Gobernanza:** se requiere la participación de múltiples actores articulados, considerando siempre a las comunidades locales y sus saberes y prácticas tradicionales.
- **Vacíos o falta de alineación** entre la normativa y las políticas públicas sobre temas como la planeación y el desarrollo de instrumentos territoriales acordes con la política climática, los mecanismos de reducción de emisiones y los sumideros de carbono, o las SbN, lo cual dificulta su implementación, a la vez que reduce el recaudo de los recursos destinados a adaptación.
- **Falta de recursos** para invertir en adaptación al cambio climático, lo cual se relaciona con la desarticulación de las políticas en distintos niveles y con las pocas estrategias para gestionar recursos desde fuentes distintas al sector público doméstico.
- **Necesidad de fortalecer** la participación y las capacidades comunitarias, acciones transversales que impactan todos los aspectos analizados en este libro: ambiental, productivo, económico, político y social. Además, los marcos más empleados para formular proyectos en Colombia, como la MGA, son rígidos y complejos, lo cual impide la participación de una parte importante de la población, que suele ser la que requiere más apoyo y recursos.
- **Escaso monitoreo y evaluación** de las estrategias implementadas: debido a la falta de seguimiento riguroso, es difícil saber qué impacto se ha logrado con las pocas prácticas desarrolladas o qué debería mejorarse para futuras intervenciones. Es necesario fortalecer una cultura del seguimiento y evaluación permanente de los procesos.
- **Escaso conocimiento** sobre temas específicos, como las afectaciones a la producción, dado que el cambio climático ya está generando pérdidas en cultivos y producción pecuaria, no solo por el cambio en el régimen de precipitaciones, sino también por la dispersión de enfermedades a zonas donde antes no se registraban. Es necesario profundizar en la investigación y difundir los conocimientos generados, para que las comunidades y los tomadores de decisiones puedan elegir las mejores soluciones a los problemas.

- Falta de regulación y control local, ya que las prácticas asociadas con las segundas residencias, y los nuevos usos y dinámicas que se vienen generando en la ruralidad, están detonando la pérdida de espacios naturales y productivos, a la vez que incrementan la presión sobre los habitantes tradicionales en procesos que ya muestran elementos de la gentrificación rural.
- Por último, se resalta que, en el caso de los bonos de carbono, las metodologías deben ser transparentes, claras y contextualizadas. Su insuficiencia permite que existan proyectos que no logran demostrar o generar adicionalidad y, por tanto, no producen efectos ambientales, como la reducción de la deforestación o la recuperación de bosques, ni beneficios sociales o económicos en las comunidades que conservan los sumideros.

En cuanto a las oportunidades que se desprenden del análisis y de manera muy sintética, pueden nombrarse algunas de manera general, como las estrategias analizadas, que presentan diversas fallas, pero que, bien implementadas, pueden contribuir significativamente a la adaptación y búsqueda de resiliencia de los territorios, tales como las SbN, los mercados de carbono, los instrumentos financieros para la adaptación derivados de los acuerdos y los compromisos de mitigación internacionales.

En este mismo sentido, la capacitación de las comunidades para la participación, el fortalecimiento de la producción y las cadenas de comercialización puede contribuir a mejorar la calidad de vida de los campesinos y, con ello, la permanencia en las zonas rurales.

De igual manera, quedan rutas planteadas que pueden mejorar las condiciones actuales –tales como la alineación e integración de políticas y normativa nacional–, revisar y flexibilizar las metodologías para la formulación de proyectos, el diseño participativo y la construcción de vías que conecten el territorio departamental. Asimismo, alternativas como la combinación de cultivos transitorios y permanentes en arreglos agroforestales o agrosilvopastoriles para favorecer la diversidad ecológica y la base económica local.

Por último, el enfoque de diseño multiespecies para hábitats más sostenibles brinda una oportunidad valiosa para integrar la naturaleza en nuestra cotidianidad y aportar con ello a mejorar las condiciones ambientales locales.

Más que un intento de cerrar el tema, lo que se busca es plantear y dejar abiertos múltiples interrogantes, retos de actuación, futuras investigaciones y hasta intervenciones en la normatividad relacionadas con la resiliencia que deben buscar los territorios para responder a las amenazas a las que están expuestos. Es necesario entender cómo están cambiando los sistemas territoriales y qué implicaciones tienen estos cambios para sus habitantes, con el fin de saber qué medidas tomar. Claramente partimos de un contexto territorial rico, megabiodiverso y pluricultural, que presentaba incluso antes del cambio climático un conjunto enorme de carencias y problemas que se han acentuado con los

trastornos derivados de la crisis ambiental. El camino, por tanto, no es simple, ni directo, ni será rápido, pero creemos que es posible mejorar las condiciones. Este libro busca aportar un poco en esa búsqueda de territorios más resilientes, aunque el camino apenas empieza.



**Universidad  
Pontificia  
Bolivariana**

## SU OPINIÓN



Para la Editorial UPB es muy importante ofrecerle un excelente producto. La información que nos suministre acerca de la calidad de nuestras publicaciones será muy valiosa en el proceso de mejoramiento que realizamos. Para darnos su opinión, escribanos al correo electrónico: [editorial@upb.edu.co](mailto:editorial@upb.edu.co) Por favor adjunte datos como el título y la fecha de publicación, su nombre, correo electrónico y número telefónico.



El libro que se presenta incluye varios temas relacionados con propuestas de adaptación y ajuste a los efectos que se consideran negativos del denominado cambio climático moderno. El cambio climático es considerado, tal vez, como uno de los impactos más importantes de la crisis ambiental en que nos encontramos como consecuencia de las formas e intensidades del uso de los recursos terrestres. La gravedad de sus posibles impactos obliga a pensar seriamente sobre las causas y efectos en el clima global, y su influencia en los procesos naturales y antrópicos. Los trabajos que aquí se presentan exploran la línea de la adaptación.

