



# FEIBRAS

esencia y  
territorio

# FIBRAS

## esencia y territorio:

---

Transiciones socio-ecológicas hacia la SosTECnibilidad®



una marca de:



## **FIBRAS esencia y territorio: Transiciones socio-ecológicas hacia la SosTECnibilidad®**

© Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

© Ecopetrol S.A.

Primera edición: 2023. Bogotá - Colombia.

**Citación sugerida** Angélica Díaz-Pulido, A., & A. Benítez. (Eds). (2023). FIBRAS esencia y territorio: Transiciones socio-ecológicas hacia la SosTECnibilidad®. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia

Documento editado por el Instituto Alexander von Humboldt en el marco del Convenio de cooperación N° 19-155, firmado entre el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ecopetrol S. A., para la planificación socioecológica en las áreas operativas y proyectadas de Ecopetrol, como aporte a una transición hacia la sostenibilidad.

### **Descargo de Responsabilidad**

Las denominaciones empleadas y toda la información en esta publicación no implican la expresión de opinión o juicio alguno por parte de Ecopetrol o del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Así mismo, las opiniones expresadas no representan necesariamente las decisiones o políticas de Ecopetrol ni del Instituto Humboldt. Todos los aportes y opiniones expresadas son de la entera responsabilidad de los autores.

FIBRAS esencia y territorio: transiciones socio-ecológicas hacia la SosTECnibilidad® / editado por Angélica Díaz Pulido, Benítez, Angélica – 1 edición. - Bogotá, D.C. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2023

200 páginas: 1490 X 950 px  
Incluye ilustraciones, tablas, bibliografía, índice  
ISBN digital: 978-958-5183-64-3

1. Transiciones socioecologicas 2. Biodiversidad 3. Gestión territorial 4. Listas rojas 5. Factores de transformación 6. Conservación 7. Comunidad 8. Servicios ecosistémicos 9. Colombia I. Díaz Pulido, Angélica (ed) II. Benítez, Angélica (ed) III. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

CDD: 333.715 Ed. 23  
Número de contribución: 629  
Registro en el catálogo Humboldt: 15067  
CEP – Biblioteca Francisco Matís,  
Instituto Alexander von Humboldt

—

### **Editor:**

Angélica Díaz-Pulido  
Angélica Benítez

### **Coordinación editorial:**

Luz Adriana Moreno González

### **Fotografías:**

Felipe Villegas Vélez  
John Bernal Ibáñez  
Santiago Chiquito  
Jeniffer Díaz  
Diana Medellín

### **Director de Relacionamento:**

Diego Ochoa

### **Dirección de arte:**

Gina Gaitán

### **Diseño y diagramación:**

Laura Naranjo



Licencia Creative Commons CC de Atribución-sin derivar- no comercial por la que este material puede ser distribuido, copiado y exhibido por terceros solo si se muestra en los créditos. No se pueden realizar obras derivadas y no se puede obtener ningún beneficio comercial. Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional.

## Fibras, convenio de cooperación

---

### INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE RECURSOS BIOLÓGICOS ALEXANDER VON HUMBOLDT

#### **Hernando García Martínez**

Director General

#### **Gisele Didier**

Directora de Conocimiento

#### **Wilson Ramírez**

Coordinador Programa Gestión Territorial de la Biodiversidad y supervisor del convenio

#### **José Manuel Ochoa**

Coordinador Programa Evaluación y Monitoreo de la Biodiversidad

#### **Felipe García**

Coordinador Programa Ciencias de la Biodiversidad - Ciencias Sociales y Saberes de la Biodiversidad (E)

#### **Carolina Gómez**

Coordinadora del Programa de Colecciones Biológicas

#### **Marcelo Betancur**

Director Financiero y Administrativo

#### **Angélica Díaz Pulido**

Coordinadora técnica del convenio, Investigadora Adjunta, Evaluación y Monitoreo de la Biodiversidad

#### **Diana Milena Mórtingo Castro**

Profesional Sénior, Subdirección de Investigaciones

#### **Juliana Cortés**

Investigadora Adjunta, Gestión Territorial de la Biodiversidad

#### **María Cecilia Londoño**

Investigadora Titular, Evaluación y Monitoreo de la Biodiversidad

#### **Carolina Castellanos**

Investigadora Titular, Ciencias Básicas de la Biodiversidad

#### **Paola Pulido Santacruz**

Investigadora adjunta, Ciencias Básicas de la Biodiversidad

#### **Mailyn Adriana Gonzalez Herrera**

Investigadora Titular Ciencias Básicas de la Biodiversidad

#### **Mario Murcia**

Investigador Adjunto, Ciencias Sociales y Saberes de la Biodiversidad

#### **Diego Fernando Gonzalez**

Profesional Junior, Oficina de comunicaciones

---

### ECOPETROL

#### **Felipe Bayón**

Presidente saliente

#### **Ricardo Roa Barragán**

Presidente entrante

#### **Alberto Consuegra**

**Granger** Vicepresidente Ejecutivo Operativo

#### **Jorge Osorio Franco**

Vicepresidente Upstream

#### **Walter Fabián Canova**

Vicepresidente de Refinación y Procesos Industriales

#### **Diana Escobar Hoyos**

Vicepresidente de Desarrollo Sostenible

#### **Mauricio Jaramillo Galvis**

Vicepresidente de HSE

**Francy Edith Ramírez Arroyave**

Vicepresidente Regional  
Andina Oriente

**Elsa Jeanneth Jaimes**

Vicepresidente de Exploración

**Héctor Manosalva Rojas**

Presidente, Cenit Transporte  
y Logística de Hidrocarburos S.A.S.

**Ana Cristina Sánchez Thorin**

Gerente de Gestión Ambiental  
y Relacionamento

**EQUIPO DE BIODIVERSIDAD Y  
SERVICIOS ECOSISTÉMICOS**

GERENCIA DE SOSTENIBILIDAD  
Y DESCARBONIZACIÓN

**Santiago Martínez Ochoa**

Gerente de Sostenibilidad  
y Descarbonización

**Xiomara Sanclemente**

Líder de Biodiversidad -  
Apoyo del convenio

**Maria del Mar Ordoñez Ruíz**

**Diego Puentes Mojica**

**Claudia Lorena Ortiz Melo**

**Maria Juliana Salcedo Hernández**

**María Farfán Plazas**

**EQUIPO DE IMAGEN**

**Y MARCA**

GERENCIA DE COMUNICACIONES  
CORPORATIVAS

**Viviana Romero Ramírez**

**Catherine Villamil Robles**

**EQUIPO ADMINISTRATIVO**

**DEL CONVENIO**

GERENCIA DE EXCELENCIA Y  
ADMINISTRATIVA

**Jorge Alberto Gaviria Chicuasique**

**Adriana Patricia Velandia Valero**



# Contenido

<b>Pág.</b>	<b>Prólogos</b>	<b>Pág.</b>	<b>Capítulo 3</b>	<b>Pág.</b>	<b>Capítulo 7</b>
7	Prólogo Instituto Humboldt	58	Caracterización genética y genómica de los microorganismos en ambientes asociados a hidrocarburos	100	Monitoreo: una herramienta para la gestión y conservación de la biodiversidad
11	Prólogo Ecopetrol				
<b>Pág.</b>	<b>Introducción general</b>	<b>Pág.</b>	<b>Capítulo 4</b>	<b>Pág.</b>	<b>Capítulo 8</b>
13	Instituto Humboldt	69	Monitoreo Participativo: comunidades locales en la generación de conocimiento sobre la biodiversidad	122	Resiliencia socioecológica en ambientes asociados a hidrocarburos
<b>Pág.</b>	<b>Capítulo 1</b>	<b>Pág.</b>	<b>Capítulo 5</b>	<b>Pág.</b>	<b>Capítulo 9</b>
19	Ecoreservas: una apuesta empresarial por la conservación de la biodiversidad	78	Biomonitores: democratizando el conocimiento biológico para la restauración socioambiental en el territorio	137	Fibras, Tejiendo Comunicación para la Conservación de la Biodiversidad
<b>Pág.</b>	<b>Capítulo 2</b>	<b>Pág.</b>	<b>Capítulo 6</b>	<b>Pág.</b>	<b>Anexos</b>
50	Propuestas para diversificar los medios de vida a partir de las plantas útiles	91	Fortalecimiento territorial para el impulso de bioeconomías regionales	152	Anexo 1
				182	Anexo 2
				184	Anexo 3
				<b>188</b>	<b>Glosario</b>
				<b>198</b>	<b>Agradecimientos y colaboradores</b>



# Prólogos

# Instituto Humboldt



Ecoreserva La Tribuna ▶

El concepto de biodiversidad para el Instituto Humboldt, está más allá de la existencia de una enorme variedad de especies animales y vegetales presentes en las distintas regiones geográficas del mundo. La biodiversidad es para nosotros una compleja red de relaciones y procesos ecológicos que hacen posible el mantenimiento de la vida en el planeta, incluyendo a los seres humanos, su cultura, formas de organización y economía. De esta manera, esta se expresa de múltiples formas y representa un sinnúmero de beneficios en todas las expresiones de la cultura material humana.

La manera en que nos relacionamos con la biodiversidad también conlleva diferentes modos y escalas de interacción, que se expresan como adaptaciones mutuas. Las comunidades humanas se adaptan, con mayor o menor éxito, a sus entornos naturales a través de tecnologías y formas de apropiación, acordes con las condiciones climáticas y la disponibilidad de fauna y flora, suelos, agua y otros factores básicos para la vida. Así también los entornos biofísicos se adaptan a las transformaciones

que implican la ocupación, los asentamientos y el despliegue de diferentes modos de vida y actividades productivas como pesca, agricultura, ganadería, minería, cacería, entre otras. En este contexto, la importancia de la biodiversidad se hace cada vez más evidente y es por ello que se han desarrollado diversos enfoques y estrategias para protegerla, visibilizar y valorar adecuadamente los beneficios que su existencia tiene para los seres humanos. A pesar de lo anterior, a la fecha no hemos logrado detener la pérdida de biodiversidad y tampoco hemos encontrado una forma adecuada para relacionarnos con nuestro entorno.

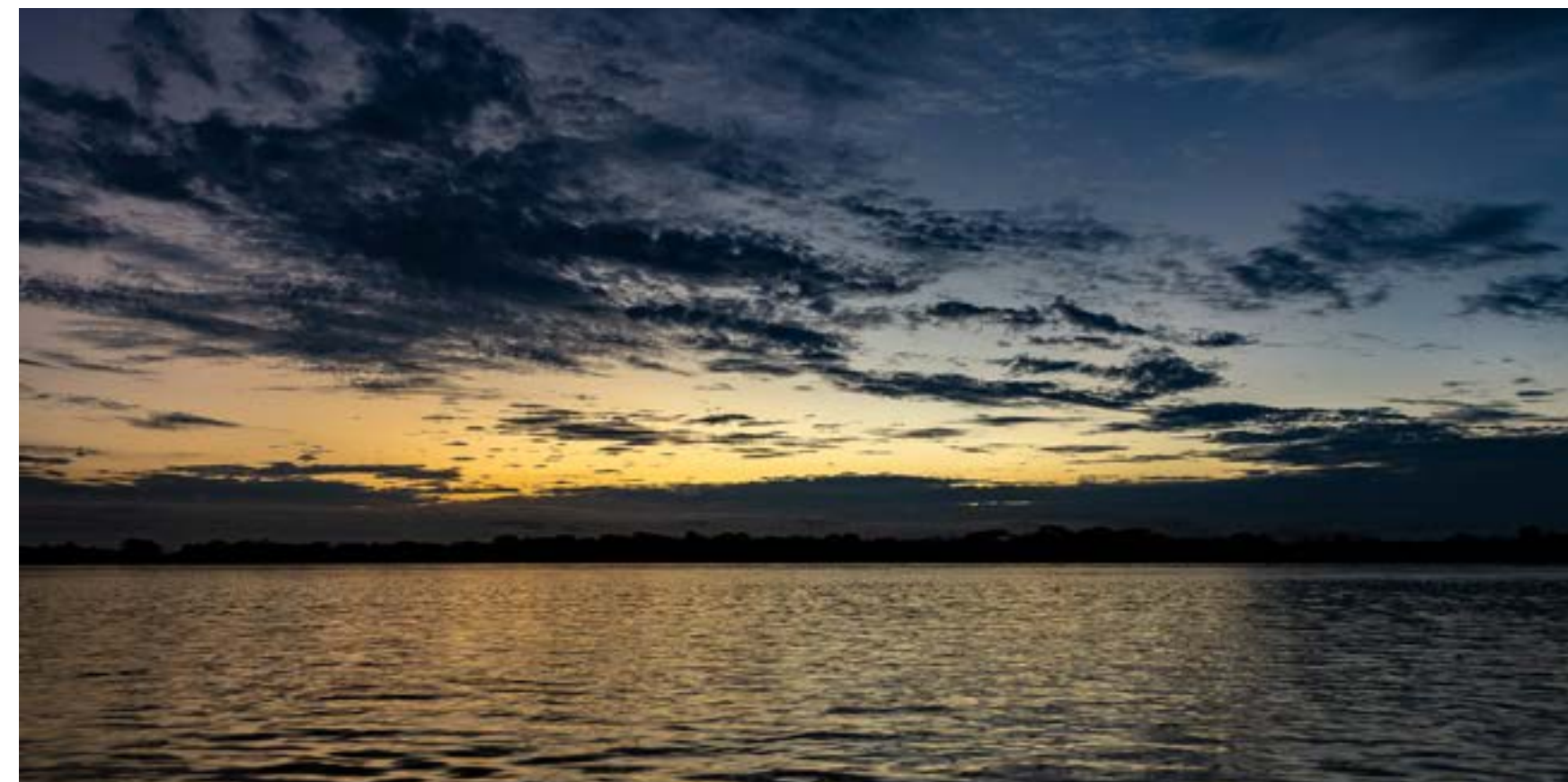
Enmarcados en estos conceptos y en nuestra visión de la biodiversidad –que incorpora las complejas y recíprocas interrelaciones entre la naturaleza y los seres humanos–, se plantea el marco estratégico institucional a 2030 que busca fortalecer al Instituto Humboldt en su propósito de movilizar datos, información, conocimiento y narrativas que conecten la biodiversidad y sus contribuciones con la transición hacia la sostenibilidad y el bienestar de las





personas, en un contexto de cambio climático y los elementos relevantes de la actualidad nacional e internacional. Este propósito está alineado con los referentes internacionales, nacionales y sectoriales, y reúne elementos que orientan las actuaciones misionales y organizacionales con horizonte a 2030, en aras de ser una institución innovadora y protagonista en distintos escenarios por sus contribuciones para la incorporación de la biodiversidad como factor de desarrollo y bienestar.

Reconocemos que el Instituto juega un papel preponderante en la interfaz ciencia-política-sociedad, como generador de conocimiento para la toma de decisiones informadas. Desde diciembre de 2020 el Instituto inició un proceso de definición de una estrategia a 2030, orientada por seis misiones que conecten su conocimiento con los grandes retos socioecológicos del país, manteniendo el principio de trabajo en red y de articulación de las capacidades nacionales que lo ha caracterizado desde sus inicios. Las misiones deben entonces allanar el camino para impulsar cambios transformativos en materia de gestión de la biodiversidad a través de herramientas construidas colectivamente, de abajo



Ecoreserva La Doncella ▼

hacia arriba, y basadas en la innovación y en la experimentación como ejes centrales para la generación de conocimiento transformativo.

Una de las misiones “Paisajes productivos biodiversos” tiene como meta a mediano plazo (a 2026) implementar soluciones y alternativas para paisajes productivos biodiversos, que impacten al menos un millón de hectáreas y como meta a largo plazo (a 2030): Promover que los actores de los subsectores agropecuario, minero-energético e infraestructura incorporen en su modelo de

negocio y ciclo de vida, la gestión de la biodiversidad y servicios ecosistémicos en 5 millones de hectáreas.

Esta misión tiene su soporte en la degradación y pérdida de hábitats a nivel global relacionadas con los cambios en el uso del suelo hacia tierras productivas o urbanizadas y a que la biodiversidad y los servicios ecosistémicos asociados no están incorporados dentro de las cadenas de valor de los sectores productivos, especialmente los de mayor impacto, lo que guarda relación a su vez con la desarticulación de las políticas sectoriales.

El Instituto ha desarrollado investigaciones con distintos sectores (agropecuario, minero-energético, por ejemplo) con el fin de contribuir a la gestión integral de la biodiversidad en su cadena de negocio. Como resultado de esta experiencia se da el Convenio Fibras de donde se espera que la generación de conocimiento permita promover una mejor planificación sectorial y facilitar la coproducción de modelos e indicadores, que involucren a los interesados en procesos de monitoreo y seguimiento de sus impactos y contribuciones de manera que se habiliten transiciones hacia la sostenibilidad y una mejor gestión de la biodiversidad a escala sectorial y de paisaje.

En el marco de las transiciones hacia la sostenibilidad, reconociendo los efectos ambientales a futuro del sector de las industrias extractivas de minerales e hidrocarburos y su rol en el desarrollo del país hacia la transición energética, el Instituto Humboldt resalta el papel del conocimiento como el vehículo para tejer conexiones.

El Convenio FIBRAS es ejemplar en cuanto a procesos de planificación y gestión de la biodiversidad en las regiones de Magdalena Medio, Orinoquia y Huila,

Ecoreserva La Doncella ▼



con el fin de contribuir a las metas de conservación nacionales e internacionales, contribuyendo a la protección de la biodiversidad y la oferta de servicios ecosistémicos. Esta alianza estratégica, establece planes y estrategias en seis áreas de trabajo denominadas como Ecoreservas; áreas que han sido voluntariamente destinadas por la empresa, en parte o completamente, a la conservación (preservación, restauración o uso sostenible) de la biodiversidad y a la oferta de servicios ecosistémicos, sin limitar su vocación productiva y exploratoria.

Así, en las regiones en las que se enmarcan las Ecoreservas se desarrollaron expediciones científicas de plantas nativas útiles y genómica; en Barranca Bermeja (Santander) y Acacías (Meta) se adelantaron actividades de monitoreo participativo, mientras en Neiva (Huila) se llevó a cabo el programa de Biomonitores. A escala de región se abordó el monitoreo de la biodiversidad con fototrampeo que proporcionó información clave para los análisis de resiliencia y generó una línea de ruta espacial para las inversiones en conservación; asimismo se realizó un proceso de fortalecimiento de capacidades entorno a la bioeconomía

y se implementó una estrategia de comunicaciones del convenio. Estos componentes de trabajo aunaron esfuerzos investigativos y científicos para promover la conectividad entre ecosistemas, el desarrollo sostenible de los territorios y la mitigación de los efectos y adaptación al cambio climático.

De esta manera, presentamos una publicación robusta técnicamente, e innovamos hacia una publicación digital de formato e-Book, pionera en este formato para el Instituto Humboldt y que presenta algunas ventajas frente a publicaciones impresas tradicionales en términos de mayor distribución e interactividad con el lector, siendo un documento digital enriquecido con metadatos que mejora la indexación en buscadores web mientras tiene un menor impacto en el ambiente, con acceso desde cualquier dispositivo en cualquier momento.

Esperamos que sea de su agrado,

**Hernando García Martínez**

Director General

Instituto de Investigación de Recursos  
Biológicos Alexander von Humboldt

# Prólogo Ecopetrol



Ecoreserva La Danta ▶

El convenio FIBRAS “Esencia y Territorio” es el resultado de la alianza entre el Instituto Humboldt y el Grupo Ecopetrol, una muestra de la relevancia del trabajo articulado entre la industria y las instituciones del sector ambiental dedicadas a la investigación, la academia y las comunidades locales, que reafirma nuestro compromiso con la sostenibilidad para la generación de conocimiento en biodiversidad, su conservación y restauración, así como la promoción del uso sostenible de la naturaleza.

La gestión de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos hace parte de nuestra estrategia corporativa 2040 “Energía que Transforma” en el pilar “Generar Valor con SosTECnibilidad®”, mediante la cual respondemos integralmente a los retos actuales en materia ambiental, social y de gobernanza, manteniendo el foco en la creación de valor para todos los grupos de interés y posicionándonos como un grupo diversificado de energía, que fortalece su portafolio hacia negocios que realicen contribuciones positivas a la Naturaleza.

En este marco, el camino recorrido con Fibras nos ha brindado elementos

y herramientas para avanzar hacia nuestros propósitos, incorporando el conocimiento científico para generar nuevas formas de relacionarnos con los territorios rurales mediante la inclusión de la comunidad en procesos de ciencia participativa, aportando nuevos registros biológicos al país y el primer inventario genético para manaderos naturales de hidrocarburos, con información pública que permite a diferentes grupos de interés una mejor toma de decisiones basadas en ciencia.

Este conocimiento adquirido contribuye al cumplimiento de los objetivos y metas de biodiversidad y servicios ecosistémicos que nos hemos planteado al 2030, tales como: i) la siembra de 12 millones de árboles, ii) el establecimiento de 50 ecoreservas, iii) la conservación de 30 000 hectáreas y/o en proceso de restauración, y iv) la reducción o captura entre 2 a 4 millones de tCO<sub>2</sub>e a partir de Soluciones Naturales del Clima (SNC), orientando mejores procesos de intervención en los territorios donde operamos, para fortalecer una gestión adecuada frente





a retos como la mitigación de riesgos, la conservación, la restauración, el uso sostenible de la biodiversidad y la adaptación al cambio climático.

Uno de nuestros propósitos estratégicos es avanzar hacia la transición energética, creando oportunidades y alianzas a nivel global, lo que permite que el crecimiento de las inversiones impacte positivamente en la región.

Parte de este proceso incluye el diseño e implementación de Soluciones Basadas en la Naturaleza (SBN), para contribuir y generar aprendizajes en torno a la gestión de la naturaleza y la adaptación al cambio climático, en un contexto territorial megadiverso como el de Colombia.

Agradecemos al Instituto de Investigación de Recursos Biológicos

Alexander von Humboldt, la academia y a las comunidades de las áreas de influencia del convenio, por su disposición al trabajo colaborativo, a fomentar redes de investigación y por seguir tejendo confianza en los territorios. Nuestra invitación hoy es a seguir avanzando hacia la toma de decisiones basadas en ciencia, a sumar a otras estrategias de conservación y a que cuenten con la

“Energía que Transforma” como un potenciador del conocimiento de la riqueza natural colombiana y de la transición energética justa que nos demandan las generaciones futuras.

**Santiago Martínez Ochoa**

Gerente de Sostenibilidad  
y Descarbonización  
Ecopetrol



# Introducción general

# Instituto Humboldt



Ecoreserva La Tribuna ▶

La conservación de ecosistemas estratégicos en Colombia requiere un enfoque integral que contemple las dinámicas socioecológicas de los territorios, de manera que se logre cerrar la brecha de conocimiento e interacción entre los principales sectores productivos del país y la ciencia aplicada al desarrollo sostenible. En virtud de lo anterior, el Convenio de cooperación FIBRAS se concibió como una oportunidad para aunar esfuerzos interinstitucionales entre Ecopetrol S.A y el Instituto Humboldt, con el fin de construir conocimiento y generar instrumentos que permitan tomar decisiones que faciliten la transición hacia la sostenibilidad en las áreas operativas y proyectadas de Ecopetrol.

FIBRAS ha movilizado esfuerzos científicos, técnicos y operativos para crear una estrategia de gestión para la conservación de la biodiversidad de manera descendente (top-down de arriba hacia abajo) y ascendente (bottom-up de abajo hacia arriba), buscando la eficiencia y el mayor efecto de las acciones del convenio, con impactos positivos en la naturaleza. La estrategia se inició

de manera simultánea en ambas vías: 1. Ascendente, desde una escala local y bajo un enfoque aditivo que facilita la planificación territorial al integrar esfuerzos particulares, donde se vinculan personas habitantes de las regiones y predios como tomadores de decisiones en el día a día y 2. Descendente, a nivel regional y departamental, concebidos como entes territoriales direccionadores, con un enfoque de análisis regional que al tomar insumos de grano fino para espacializarlos o escalarlos a un grano grueso, provee información para la toma de decisiones a escala local.

Son muchos los productos de conocimiento científico, divulgativo y de apropiación social del conocimiento que se han producido en el marco de este convenio. En esta ocasión y como publicación final, presentamos FIBRAS esencia y territorio: Transiciones socio-ecológicas hacia la SosTECnibilidad® la cual reúne los principales resultados obtenidos en los componentes de trabajo en las diferentes áreas de estudio a lo largo de tres años de este convenio. Debemos resaltar importantes resultados en relación con las Ecoreservas



en donde se evaluaron 1130 predios de Ecopetrol, 569 de ellos con potencial para designación como Ecoreserva de las cuales fueron priorizadas seis con 10 734 hectáreas (Bolívar, Santander, Casanare, Meta, Huila) durante el 2022, como aporte a la meta de Ecopetrol de 50 Ecoreservas al 2030.

Al vincular las personas que habitan los territorios, nos centramos en la definición de áreas de conservación que buscan mantener el bienestar de las poblaciones humanas y facilitar el desarrollo económico en las seis Ecoreservas, la construcción de sus respectivos planes de biodiversidad y fortalecimiento y la caracterización de la biodiversidad de cada una de ellas, en relación a plantas vasculares, insectos, peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Dentro de las propuestas para diversificar los medios de vida a partir de las plantas útiles, se priorizaron 21 especies nativas en cuatro Ecoreservas, cuyo uso es reconocido por la comunidad local, con un potencial de aprovechamiento sostenible, y se identificó el fortalecimiento del viverismo como una iniciativa productiva de interés para las comunidades aledañas. En general, para las seis primeras Ecoreservas se reconoce el potencial ecoturístico de las mismas (p. ej. turismo de naturaleza).

Por otra parte, en tres expediciones científicas, investigadores en genómica del Instituto Humboldt, las universidades de Los Andes (Bogotá) y EAFIT (Medellín), recolectaron información genética (y genómica) de bacterias y hongos, en sustratos como agua, suelo y sedimentos. Los resultados obtenidos permitieron generar el primer inventario de biodiversidad de microorganismos cultivables a partir de muestras del piedemonte Casanare (Orinoquia), Magdalena Medio y la Ecoreserva La Tribuna (Huila). Así mismo, se caracterizó la comunidad microbiana presente, y se identificaron genes claves en la degradación de hidrocarburos. Esta información es relevante ya que permitirá estimar su potencial biotransformador, y así, en un futuro, poder establecer estrategias de biorremediación, en caso de un derrame de hidrocarburos accidental.

Con relación al monitoreo de la biodiversidad para su gestión y conservación se abordaron dos enfoques: uno participativo y otro pasivo. El monitoreo participativo se llevó a cabo en los municipios de Barrancabermeja (Santander) y Acacías (Meta) donde los pobladores locales aunaron esfuerzos para medir el estado y tendencia de la biodiversidad y los recursos naturales;

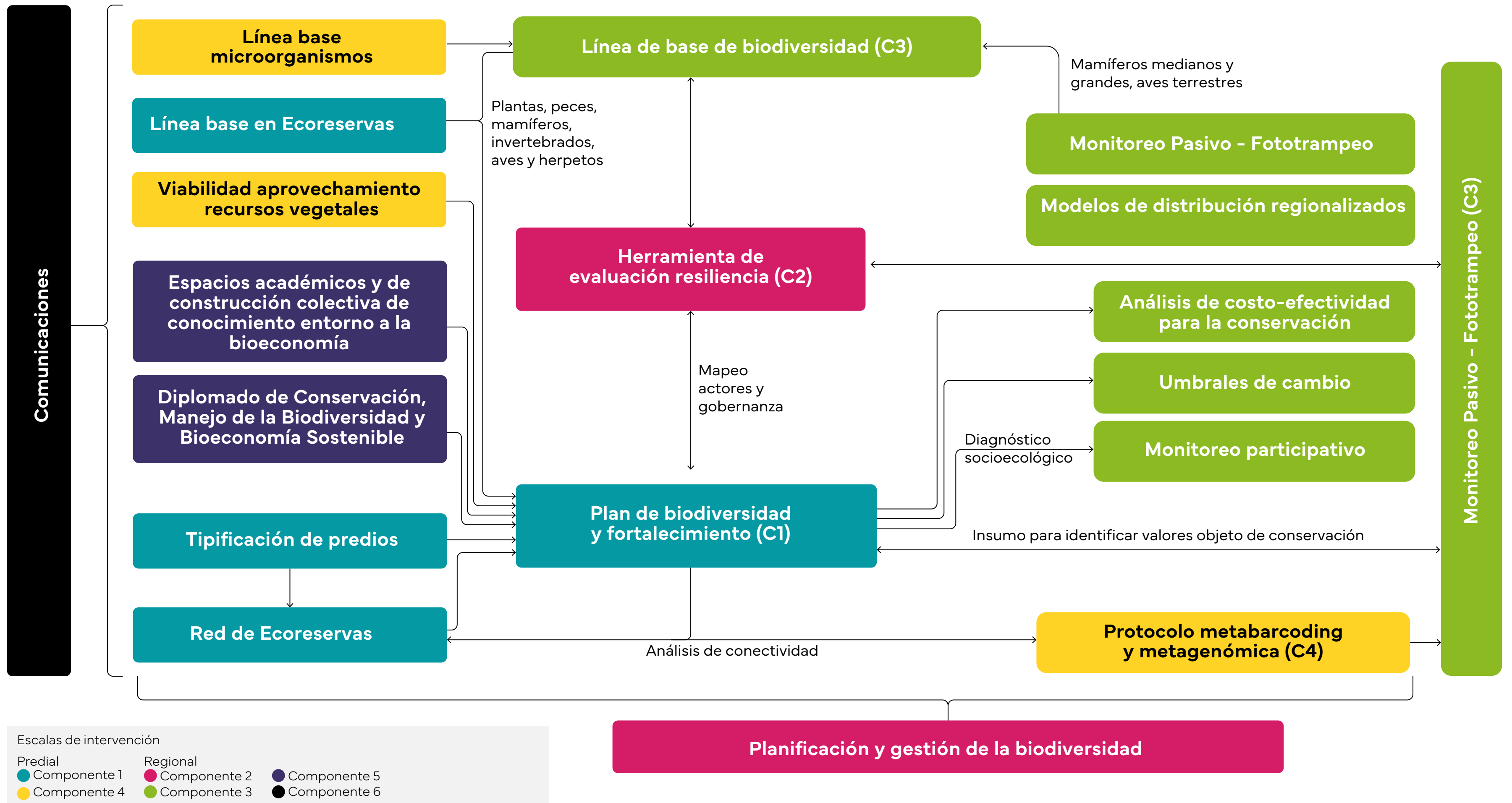


Ecoreserva El Tucán ▼

mientras en Neiva (Huila) en la Ecoreserva La Tribuna se apoyó el desarrollo de proyectos de base científica en el marco de un programa de estímulos dirigido a estudiantes de pregrado y maestría, con la participación de Biomotores (personas capacitadas en el marco del programa, responsables de la toma de datos biológicos y monitoreo de la biodiversidad como una nueva fuente de empleo).

Implementamos el fototrampeo de monitoreo pasivo de biodiversidad con la cobertura espacial más amplia realizada en el país. Instalamos 600 cámaras trampa, durante al menos un mes en el 2020 y 2021, con las que se obtuvieron registros biológicos de 277 especies entre

aves y mamíferos. Estos datos permitieron realizar análisis sobre la ocupación de las especies en los territorios del Magdalena Medio y la Orinoquia, para identificar umbrales de cambio y aportar al conocimiento sobre la distribución de las especies con Biomodelos Regionalizados (Piedemonte Meta con 69 especies, Piedemonte Casanare con 58, Magdalena Medio con 56 y Río Tillavá con 11) y modelos de conectividad ecológica funcional. Adicionalmente, se evaluaron 104 247 predios y se priorizaron aquellos en los que las inversiones en conservación son más costo-efectivas bajo los escenarios de compensaciones, inversión forzosa no menor al 1 % e inversión voluntaria.





Simultáneamente, construimos una herramienta para desarrollar diagnósticos de resiliencia en diferentes contextos socio-ecológicos, incluyendo principios relacionados con biodiversidad, actividades productivas y gobernanza, basados en el conocimiento consolidado a lo largo del desarrollo del convenio. La evaluación de la resiliencia del sistema socioecológico partió de la conceptualización de las relaciones existentes y de la construcción de un modelo matemático alojado en un simulador, para representar de manera unificada la complejidad del sistema, y permitir la evaluación de diferentes escenarios a partir de los cuales se calcula un índice de resiliencia. Esta herramienta es una importante oportunidad para el entendimiento y toma de decisiones sobre un sistema socioecológico delimitado, identificando la resiliencia como la capacidad de absorber las perturbaciones y reorganizarse mientras se experimentan cambios.

Asimismo, en el marco de la bioeconomía y el fortalecimiento de capacidades en las regiones se realizaron espacios académicos y de construcción colectiva de conocimiento –conferencias virtuales y presenciales, seminarios regionales y encuentros para el diálogo e intercambio de

experiencias– que fortalecieron el posicionamiento de la diversidad biológica y sus contribuciones al bienestar humano. Diseñamos e implementamos el primer “Diplomado de Conservación, Manejo de la Biodiversidad y Bioeconomía Sostenible”.

Finalmente, se destaca la efectividad en la visibilidad y divulgación de este convenio gracias al desarrollo de una estrategia de comunicación que permitió, a partir del conocimiento obtenido en

las regiones y desde cada componente, divulgar estratégicamente desde diferentes productos de comunicación de alta calidad y alto impacto, pensados para públicos específicos, posicionar los mensajes claves y resultados obtenidos en una amplia audiencia. Cabe resaltar que en canales digitales como el micrositio FIBRAS (<http://humboldt.org.co/fibras/prensa.html>) se entregaron contenidos de valor a más de 31 mil usuarios,

Ecoreserva La Tribuna ▼



los cuales observaron los contenidos multiformato ofrecidos, destacándose el impacto positivo a nuevos usuarios en más de 600 ciudades del mundo y un alcance de usuarios en redes sociales de 2 843 141 que observaron las publicaciones más destacadas.

Esta publicación recopila en nueve capítulos las metodologías y principales resultados de las actividades desarrolladas durante más de tres años (2019–2023) por el equipo de investigadores del Instituto Humboldt, equipos técnicos de Ecopetrol y colaboradores estratégicos en las regiones de Magdalena Medio, Orinoquia y Huila. Los elementos técnicos aquí presentados podrán ser considerados insumos para las empresas, gremios y el sector público que puedan tener retos e intereses similares, asociados a la compleja gestión de la conservación de la biodiversidad en sus áreas de influencia. Ecopetrol S. A y el Instituto Humboldt desean que sea de la mayor utilidad y agrado al lector.

**Angélica Díaz-Pulido  
y Wilson Ramírez**

Instituto Humboldt

Ecoreserva La Tribuna ▼





## Capítulo 01

# Ecoreservas: una apuesta empresarial por la conservación de la biodiversidad

## Autores

---

Juliana Cortés<sup>1</sup>, Mónica Díaz<sup>1</sup>, Sandra P. Galeano<sup>1</sup>, Talía Waldrón<sup>1</sup>, Luis Santiago Castillo<sup>1</sup>, Paola Arce<sup>1</sup>, Sergio Rojas<sup>1</sup>, Camilo Correa-Ayram<sup>1</sup>, Julián Díaz-Timoté<sup>1</sup>, María Helena Olaya<sup>1</sup>, Bryan Ramírez<sup>1</sup>, Ana Guevara<sup>1</sup>, Laura Naranjo<sup>1</sup>, Paola Fajardo<sup>1</sup>, Diego Puentes<sup>2</sup>, María Juliana Salcedo<sup>2</sup>, María del Mar Ordoñez<sup>2</sup> y Xiomara Sanclemente<sup>2</sup>

**Instituciones:** 1. Instituto Humboldt; 2. Ecopetrol.

◀ Ecoreserva La Tribuna

# Introducción

Uno de los instrumentos que conduce a la conservación *in situ* de la biodiversidad y de los servicios ecosistémicos, es el establecimiento de áreas de conservación que buscan mantener el bienestar de las poblaciones humanas y sustentar el desarrollo económico (Dudley, 2008; Woodley et al., 2019). Tanto a nivel mundial como a nivel nacional se ha evidenciado que las áreas protegidas públicas no son suficientes para la conservación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos (Castillo et al., 2020). Es por esto que se hace necesario identificar y fortalecer el aporte que realizan otros actores, entre ellos propietarios privados y empresas, a través de áreas que, si bien pueden tener un objetivo inicial diferente, como objetivo secundario o resultado no planeado están contribuyendo a proteger el patrimonio natural del país.

Cada vez más, las empresas implementan prácticas sostenibles en sus negocios, buscando mejorar su desempeño ambiental (Meißner & Grote, 2017). Esto puede ser aumentando la eficiencia en el uso de recursos, desarrollando tecnologías limpias, aplicando alternativas

para la prevención y reducción de desperdicios o en algunas ocasiones participando voluntariamente en procesos de gestión de la biodiversidad (preservación, restauración, uso sostenible, etc.). Empresas del sector de hidrocarburos, como Ecopetrol S.A, están tomando mayor protagonismo definiendo metas y acciones específicas en biodiversidad, especialmente en la conservación de ecosistemas estratégicos. Estas empresas enfrentan retos como: responder a las solicitudes de las comunidades para incrementar las inversiones en acciones de conservación, lograr una mayor seguridad hídrica y trabajar en la recuperación de áreas degradadas en las zonas de intervención.

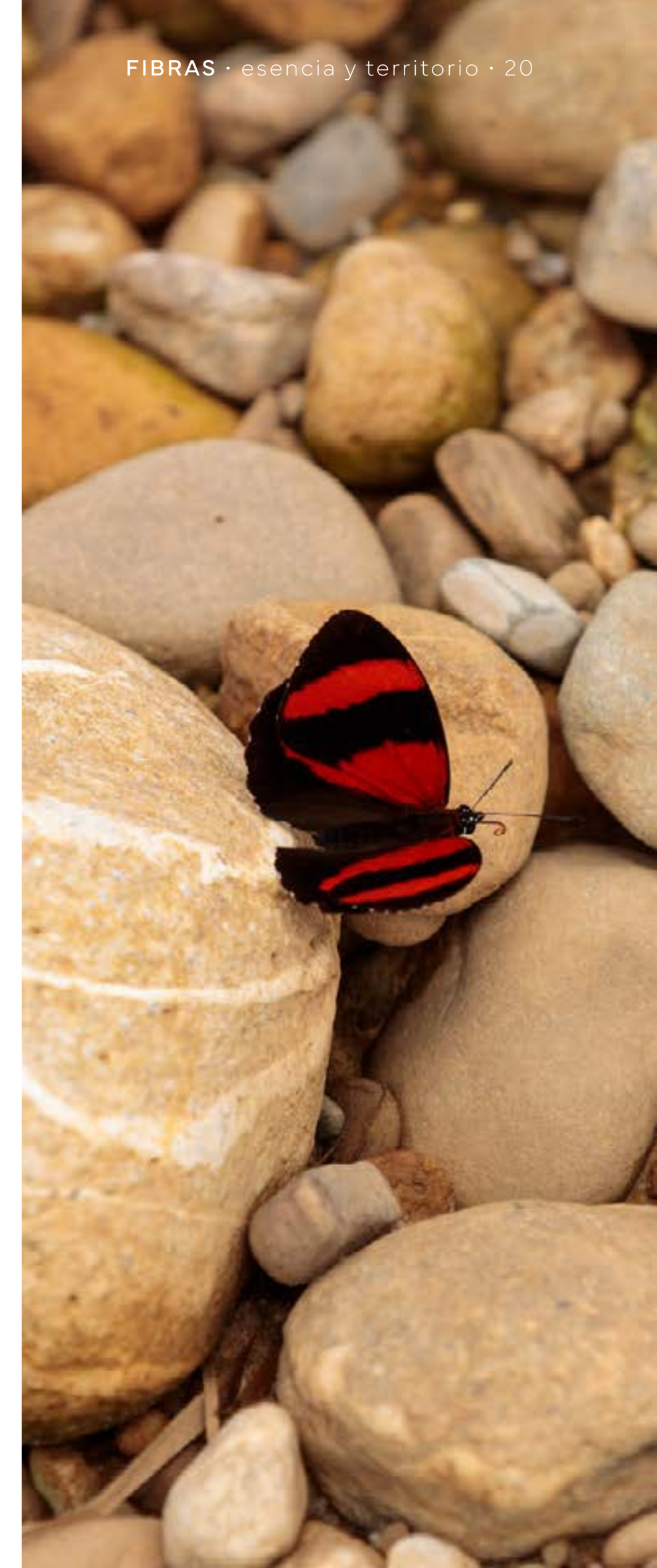
Desde la mirada de conservación basada en áreas se puede responder los retos que enfrentan las empresas e identificar espacios para que puedan participar activamente en esfuerzos efectivos de conservación y el bienestar de las comunidades. Ecopetrol, por ejemplo, cuenta con diversos tipos de predios que fueron adquiridos con diferentes finalidades, pero que, debido a su potencial natural, tienen la capacidad de convertirse en áreas de

Ecoreserva ASA La Guarupaya ▶

conservación. Estos bienes empresariales se constituyen así en uno de los mejores activos disponibles para la conservación y en una oportunidad única para el país y para el sector de hidrocarburos en este tema. En esta iniciativa se propone la creación y gestión de una red de espacios protegidos, llamados Ecoreservas, que permitan enfocar y fortalecer el aporte de Ecopetrol a la conservación en cinco de sus regionales (Orinoquia, Sur, Piedemonte, Central y Oriente), desde: (1) la identificación (portafolio de predios con potencial para ser Ecoreservas y selección de las primeras seis), (2) la planificación (diagnóstico, estratégico, ordenamiento, gobernanza y modelo de negocio verde), y (3) el aporte de las Ecoreservas a la conectividad del paisaje.

## Ecoreservas:

Áreas delimitadas geográficamente de propiedad del Grupo Ecopetrol, que voluntariamente se destinan en parte o completamente a la conservación de la biodiversidad y la oferta de servicios ecosistémicos, sin limitar su vocación productiva o exploratoria



# Metodología

## 01. Identificación de los predios (portafolio de predios y selección de las primeras Ecoreservas)

La metodología aplicada para identificar los predios con mayor potencial para ser Ecoreservas (figura 1) se basó en un Análisis Espacial Multicriterio (AEMc) que suele ser aplicado para: priorizar áreas de restauración (Convertino et al., 2013, Fernández & Morales, 2016, Valente et al., 2017, Etter et al., 2020), delimitar áreas con interés biológico, hidrológico y cultural (Rosas et al., 2015, Malczewski, 2000), tomar decisiones correctivas en sitios contaminados (Linkov et al., 2004), gestionar la biodiversidad (Riascos, 2010), entre otros. Durante la selección de las primeras seis Ecoreservas (figura 1), se realizaron visitas de reconocimiento predial, se presentaron a los gerentes de los campos petroleros las Ecoreservas potenciales y se generó una encuesta para identificar el predio piloto más adecuado y de mayor interés para establecer una Ecoreserva.

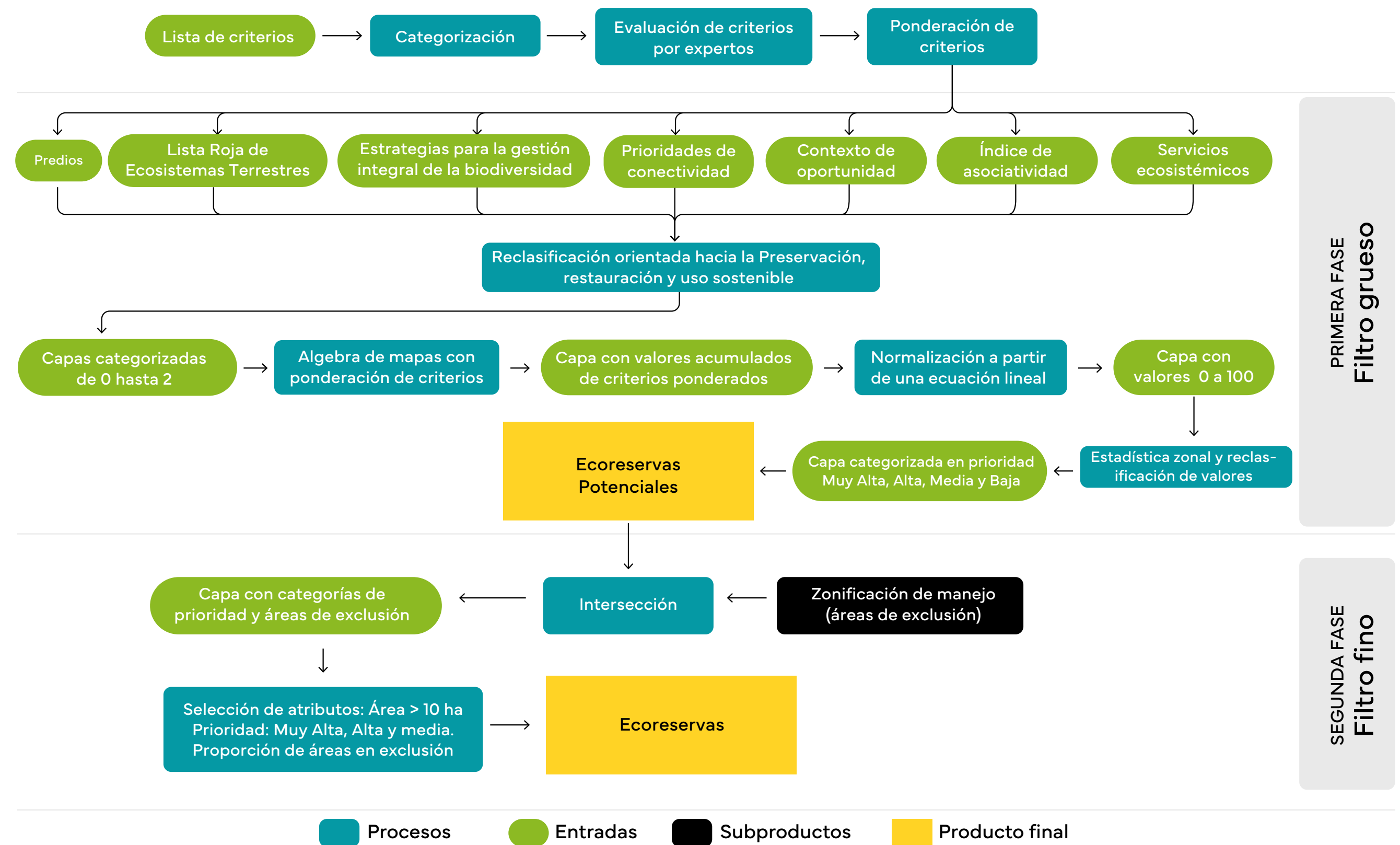


Figura 1. Metodología aplicada para la identificación de las Ecoreservas

**02. Planificación de las Ecoreservas (diagnóstico, estratégico, ordenamiento, gobernanza y modelo de negocio verde)**

Cada Ecoreserva requirió un diseño y planeación que le permitió el logro de sus objetivos de conservación. Así, para cada una de las seis Ecoreservas se formuló un plan de biodiversidad y fortalecimiento, que es un instrumento de planificación de ocho años que orienta la gestión, de manera que en este tiempo se evidencien los resultados frente al logro de los objetivos

específicos de conservación. Los principales componentes del plan fueron: diagnóstico ¿Qué se quiere conservar?, estratégico ¿Cómo se quiere conservar?, ordenamiento ¿Dónde se quiere conservar?, gobernanza ¿Con quién se quieren realizar las actividades de conservación? y recomendaciones asociadas a los principios de gobernanza que hacen énfasis en aspectos como la construcción de confianza, la participación, la equidad, entre otros, modelo de negocio verde ¿Cómo realizar un uso sostenible de la biodiversidad? (figura 2).

**03. Red de Ecoreservas: aporte a la conectividad del paisaje**

Las Ecoreservas pueden aportar a la conectividad del paisaje en las cinco regionales de Ecopetrol (Orinoquia, Sur, Piedemonte, Central y Oriente). Para definir este aporte se empleó el indicador “ProtConn” como una medida del porcentaje de área protegida y conectada dentro de una unidad de análisis definida (Castillo et al., 2020). Se consideró suficiente una zona de amortiguación (*buffer*) de 30 km alrededor del núcleo para tener en cuenta la contribución potencial a la conectividad regional de las áreas conservadas fuera del

núcleo, incluso para las distancias de dispersión más altas consideradas en este trabajo (Saura et al., 2017).

Para evaluar los cambios de conectividad al considerar el aporte de las Ecoreservas potenciales se crearon dos escenarios: 1. Área de estudio (ejemplo: Piedemonte-Casanare) sin las Ecoreservas, asumiendo como parches de hábitat a conectar las áreas protegidas (fuente de datos espaciales: RUNAP, con corte a septiembre de 2020) y las áreas con alto grado de “naturalidad” derivadas del mapa de huella espacial humana para Colombia (Correa et al., 2020) y 2. Ecoreservas incluidas dentro del área de estudio, con las áreas protegidas y las áreas con alto grado de “naturalidad”.

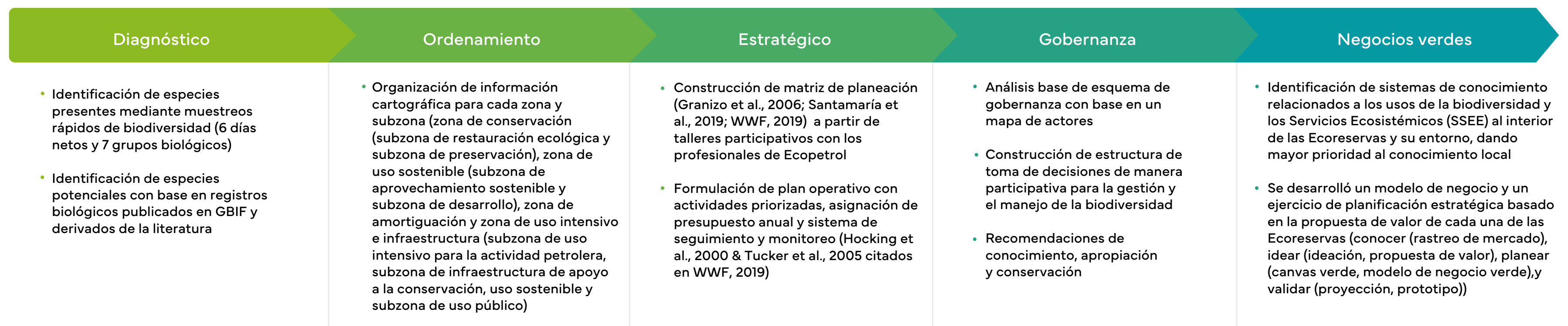


Figura 2. Metodología para la planificación de las Ecoreservas

# Resultados

## 01. Identificación de los predios (Portafolio de predios y selección de las primeras seis Ecoreservas)

Se analizaron 1130 predios (30 000 ha aprox.), en los que se identificaron 569 con potencial para ser Ecoreservas, distribuidas en cinco regionales de Ecopetrol (Orinoquia, Sur, Piedemonte, Central y Oriente) (figura 3).

Dentro de las Ecoreservas potenciales se identificaron 49 que en la actualidad cumplen con las características ideales

para convertirse en predios o Ecoreservas modelo, teniendo en cuenta que las seis Ecoreservas corresponden a casi 11 000 ha aprox.; y que pueden aportar al cumplimiento de los objetivos estratégicos de Ecopetrol y a su posicionamiento en diferentes niveles (gremial, municipal, departamental, regional, nacional e internacional). A partir de espacios de discusión, trabajo colaborativo y análisis cualitativo se seleccionaron seis de estas Ecoreservas para la formulación del

plan de biodiversidad y fortalecimiento, las cuales son: La Tribuna, El Tucán, La Danta, ASA La Guarupaya, La Doncella y Centenario La Pacora.

## 02. Planificación para las seis Ecoreservas

### Diagnóstico Ecoreserva La Tribuna

La Ecoreserva La Tribuna está ubicada en las Veredas Peñas Blancas, Tamarindo y San Francisco (municipio de Neiva, Huila). Tiene una extensión de 254,49

ha, situada en una elevación promedio de 650 m s. n. m., con una temperatura promedio de 24-28°C y precipitación media anual 1500-2000 mm. Esta área hace parte de la ecorregión de bosque seco tropical del Valle del Magdalena y está constituida por coberturas vegetales principalmente de arbustal denso y vegetación secundaria.

En los muestreos rápidos de biodiversidad se registraron 352 especies para siete grupos biológicos (figura 4), que se

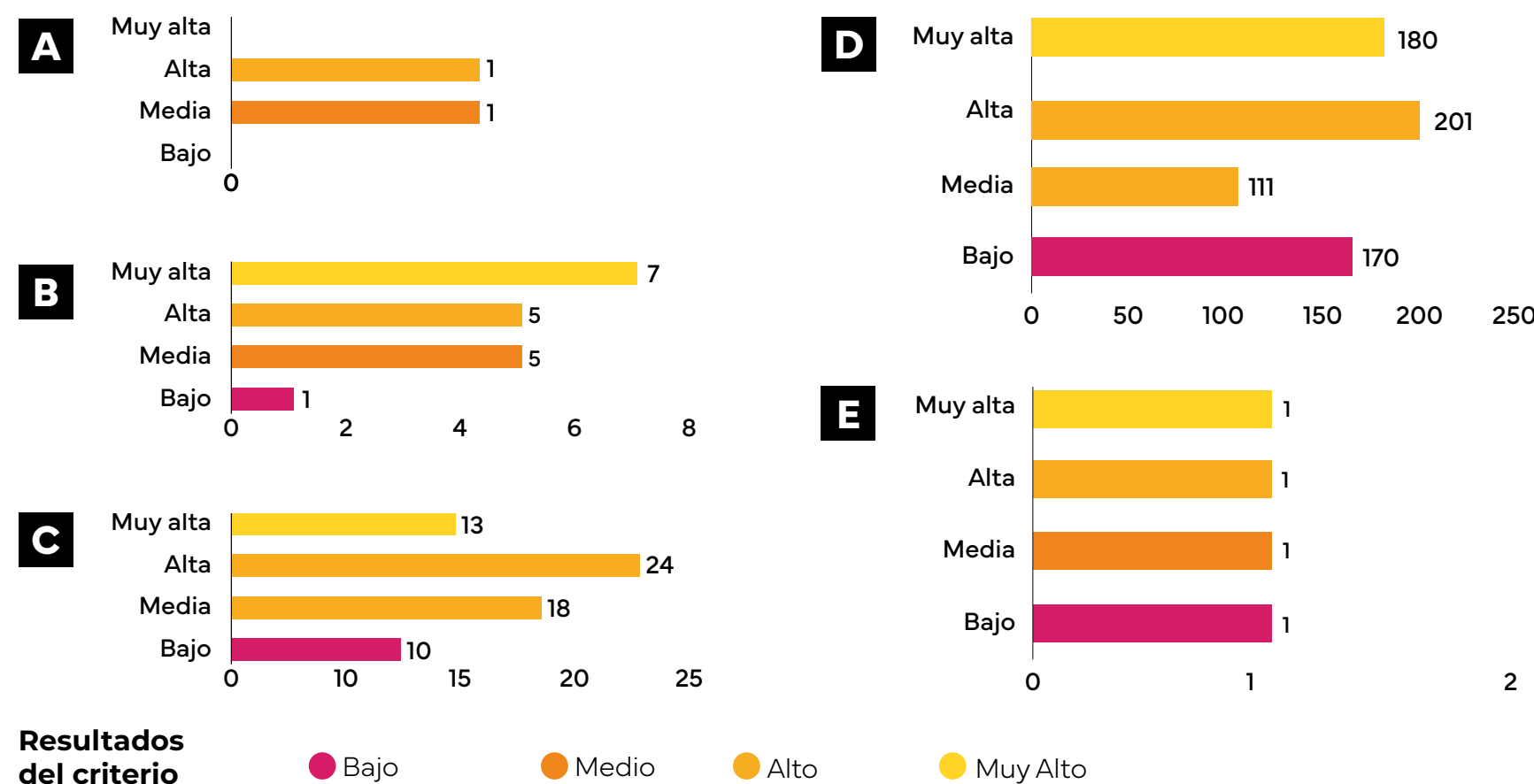


Figura 3. Resultados de los criterios de filtro grueso de las regionales de Ecopetrol a. Orinoquia, b. Sur, c. Piedemonte, d. Central, e. Oriente

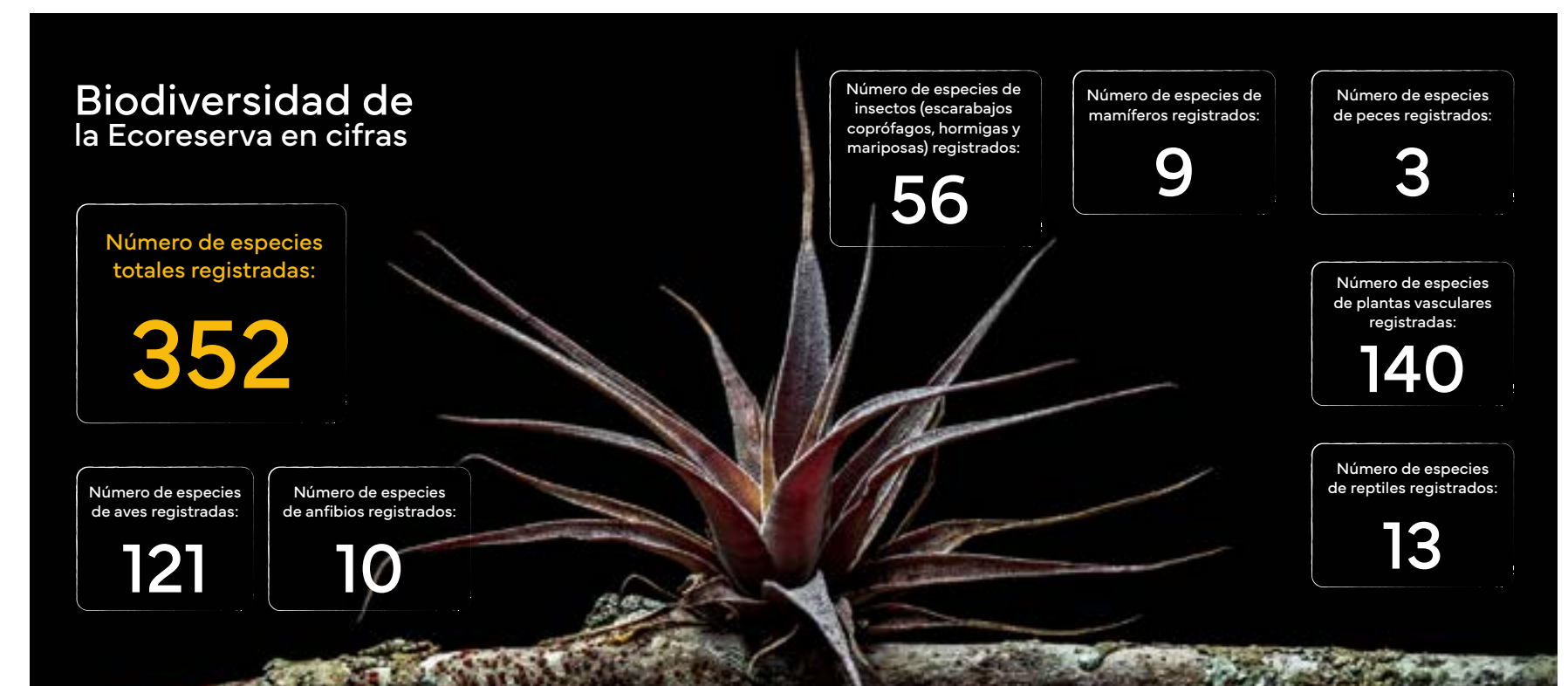


Figura 4. Número de especies reportadas durante los muestreos rápidos de biodiversidad en la Ecoreserva La Tribuna. Los muestreos se desarrollaron durante seis días netos de campo, excepto para el grupo de los mamíferos cuyos muestreos se redujeron a tres días netos de muestreo. Tomada del Catálogo de imágenes y sonidos Ecoreserva La Tribuna

complementaron además con registros potenciales de 992 especies a partir de datos curados por expertos provenientes exclusivamente de la Infraestructura Mundial de Información en Biodiversidad (GBIF en adelante, por sus siglas en inglés Global Biodiversity Information Facility), y desde literatura publicada para la región en la que se ubica la Ecoreserva (figura 5). En total 98 especies se registraron únicamente a partir de los muestreos rápidos realizados en la Ecoreserva (sin registros previos existentes en GBIF o la literatura, Figura 5), haciendo un aporte

del 7.3 % al conocimiento de las especies previamente identificadas para la región.

De las especies reportadas a través de muestreos rápidos, 14 son endémicas para Colombia entre ellas se destacan el tuno (*Miconia tubulosa*), la rana venenosa de rayas amarillas (*Dendrobates truncatus*) y la rana de cristal (*Rulyrana susatamai*). Un total de 17 especies o grupos biológicos fueron identificados como de interés para estudio y conservación con base en múltiples criterios adicionales a estado de amenaza o endemismo, sirviendo como base para la selección de los Valores Objeto de Conservación (VOC).

### Estratégico y ordenamiento Ecoreserva La Tribuna

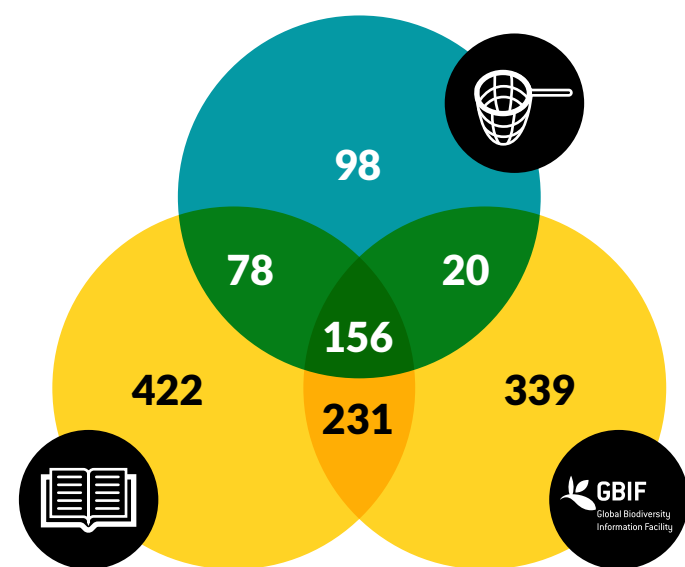
Los objetivos de conservación identificados fueron: preservar los cuerpos de agua que presentan valor cultural, turístico, histórico y ambiental; mantener o mejorar la integridad ecológica (composición, estructura y función) de las coberturas de bosque seco tropical; ampliar el conocimiento a partir de investigaciones científicas y apropiar a la comunidad sobre la importancia de conservar las condiciones de hábitat y las poblaciones de especies emblemáticas y carismáticas; y

conservar la quebrada El Neme como elemento estructural, ambiental y social de la Ecoreserva y de la vereda Tamarindo.

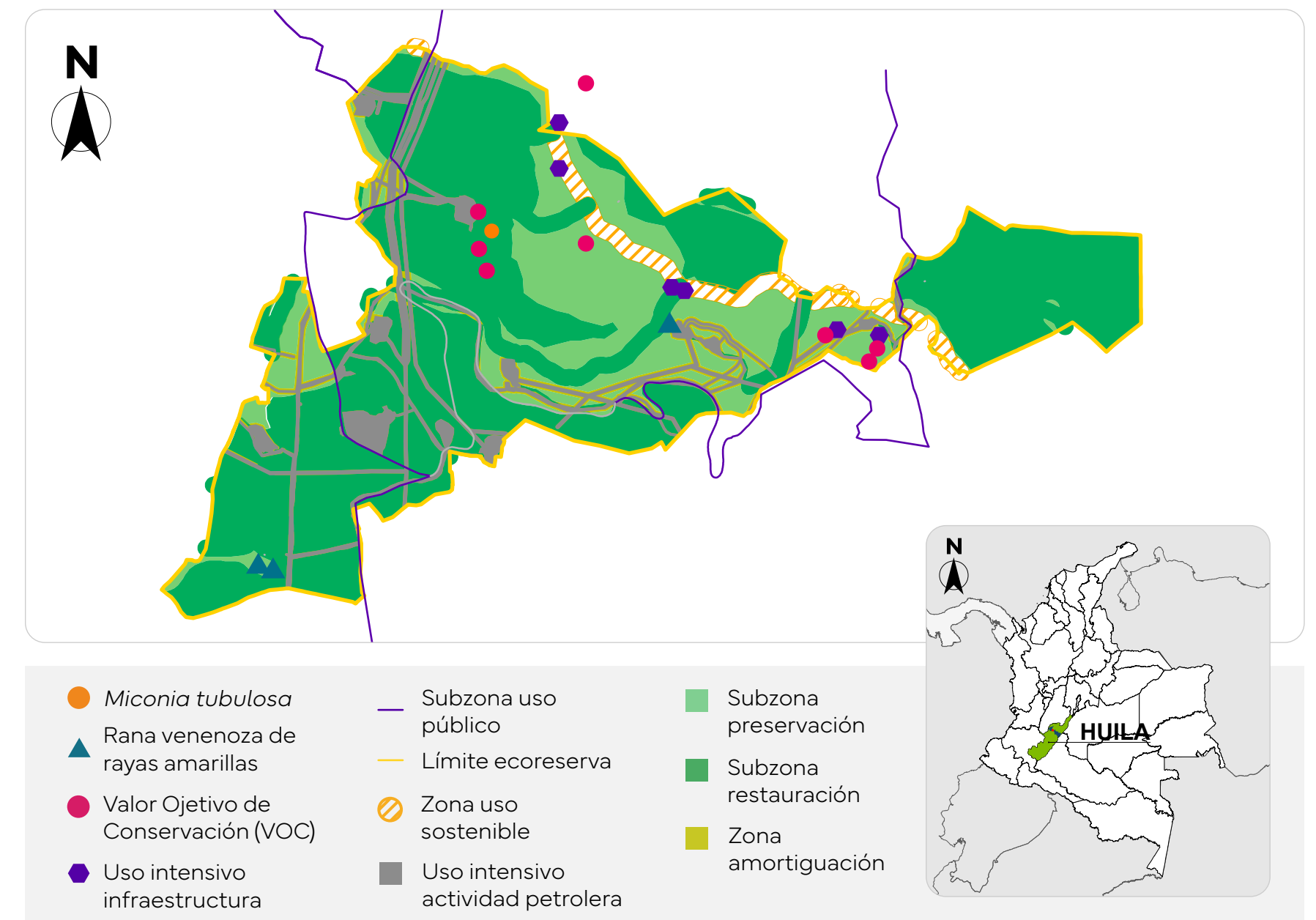
Los VOC seleccionados por (Granizo et al., 2006) los profesionales de Ecopetrol fueron: 1. Cuerpos de agua con valor cultural, turístico, histórico y ambiental, 2. Bosque ripario, 3. Tuno (*Miconia tubulosa*), 4.

Chaparral como unidad biótica del bosque seco tropical, 5. Rana venenosa de rayas amarillas (*Dendrobates truncatus*) y 6. La quebrada el Neme. Para conservar estos VOC, la Ecoreserva va a contar con una zona de conservación de 225 ha, zona de amortiguación de 47 ha y zona de uso intensivo con 29 ha (figura 6). De

### 1344 especies presentes y potenciales



**Figura 5.** Número de especies registradas en la Ecoreserva La Tribuna a partir de muestreos rápidos (círculo azul) e identificadas como potenciales a partir de datos curados por expertos provenientes de GBIF y literatura (círculos naranja)



**Figura 6.** Zonificación de manejo de la Ecoreserva La Tribuna



**Tabla 1.** Actividades priorizadas para los dos primeros años de implementación del plan de biodiversidad y fortalecimiento de la Ecoreserva La Tribuna

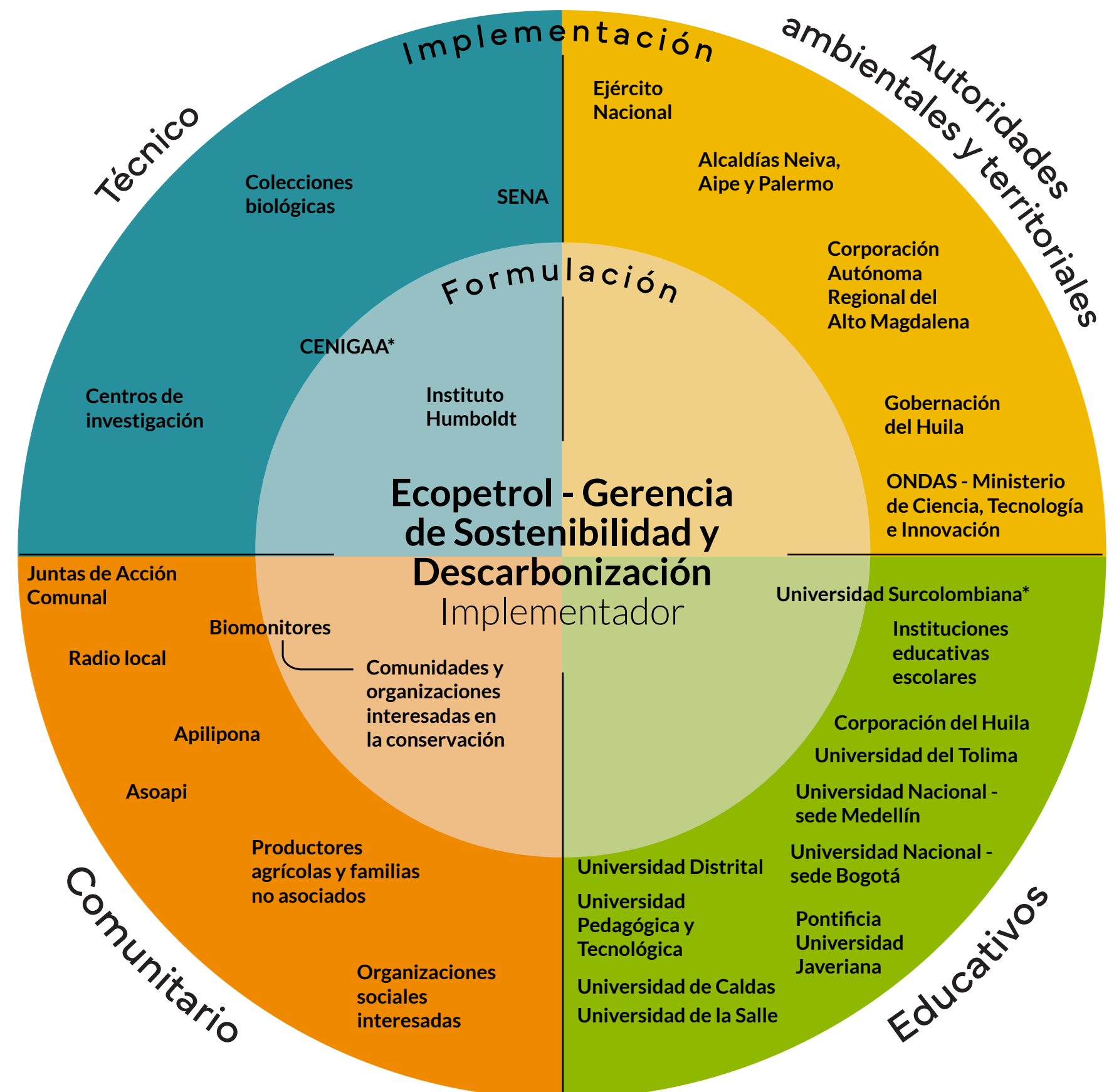
Actividades priorizadas Ecoreserva La Tribuna
Actividad 5. Promover una red de estudios hidrológicos de los cuerpos de agua de la Ecoreserva y su área de influencia
Actividad 7. Emplear una estrategia de educación y divulgación basada en los resultados de las investigaciones realizadas en la Ecoreserva y su área de influencia
Actividad 11. Implementar una estrategia de aislamiento de áreas de bosque ripario
Actividad 12. Mantenimiento y reubicación de senderos para evitar romper la funcionalidad del bosque ripario.
Actividad 13. Realizar un enriquecimiento vegetal de forma participativa de la cobertura de bosque ripario en área de influencia de la Ecoreserva
Actividad 18. Desarrollar un sistema de alertas tempranas teniendo en cuenta diagnóstico, prevención y acción para la Ecoreserva y su área de influencia
Actividad 20. Desarrollar campañas de educación ambiental y de comunicación con las comunidades en la zona de influencia de la Ecoreserva
Actividad 22. Diseñar e implementar un programa de participación y apropiación sobre la importancia de la rana venenosa a las comunidades en la zona de influencia de la Ecoreserva
Actividad 27. Realizar un enriquecimiento vegetal de forma participativa de la cuenca de la Quebrada El Neme

esta manera se podrá definir las zonas donde se van a desarrollar las actividades necesarias para lograr los objetivos de conservación.

El plan de biodiversidad y fortalecimiento cuenta con seis valores objeto de conservación, seis objetivos de conservación, nueve metas, 17 acciones, 27 actividades principales, 110 subactividades sugeridas y 191 indicadores. El Instituto Humboldt y Ecopetrol priorizaron, del plan de biodiversidad y fortalecimiento, actividades para los dos primeros años (tabla 1), en los cuales se implementen actividades que involucren a la comunidad, al manejo de las amenazas y que busquen restaurar los ecosistemas presentes en la Ecoreserva.

### Gobernanza Ecoreserva La Tribuna

En el caso puntual del relacionamiento con las comunidades de la zona (figura 7), teniendo como eje la conservación, los resultados del análisis de la gobernanza arrojaron diferentes recomendaciones. Una de ellas es profundizar el diagnóstico participativo (desde el enfoque de la



**Figura 7.** Diagrama de actores clave para el plan de biodiversidad y fortalecimiento de la Ecoreserva La Tribuna

investigación participativa), que permita conocer los usos y costumbres alrededor de los recursos naturales y que derive en una identificación de los intereses comunes para facilitar la conservación.

Este diagnóstico para la Ecoreserva La Tribuna debería tener en cuenta, entre otros, aspectos como: 1. Entender la causa del ingreso de semovientes a la Ecoreserva y así proponer alternativas que aporten al manejo del ganado evitando el ingreso a la Ecoreserva y 2. Identificar de manera participativa con las comunidades locales las especies nativas o con doble o triple propósito de tal manera que se apropien de la recuperación del bosque ripario de la Quebrada el Neme en el exterior sur de la Ecoreserva y de la importancia del chaparral al interior de la Ecoreserva.

Dicho relacionamiento con las comunidades se recomienda que derive en la generación de mecanismos de participación de organizaciones comunitarias que se hayan vinculado a la implementación de la Ecoreserva en una futura reformulación del Plan, teniendo en cuenta que la sinergia con estos actores permite una mayor eficacia en pro de los objetivos de conservación.

### Modelo de negocio verde, propuestas de valor de las Ecoreservas en el marco del turismo científico de naturaleza: “Ecoreserva La Tribuna: centro de bioinspiración”

Las personas que visiten la Ecoreserva la Tribuna pueden aprovechar el entorno del Bosque Seco Tropical (BST) y su biodiversidad para desarrollar procesos creativos e innovadores a partir de la bioinspiración aplicada a cualquier campo de conocimiento, incluido el desarrollo de nuevos materiales, dispositivos, tecnologías, estructuras y procesos. La diversidad de los tipos de vegetación, biomas, coberturas, gradientes ecológicos y comunidades de fauna y flora, resultantes de un proceso de restauración pasiva y de la evolución biológica del BST, ofrecen una amplia gama de posibilidades para observar la naturaleza e inspirarnos en ella.

### Diagnóstico Ecoreserva El Tucán

La Ecoreserva El Tucán está ubicada en las veredas Cupiagua y Unete (municipio de Aguazul, Casanare). Tiene una extensión de 558,97 ha, situada en una altitud entre 118-703 m s. n. m., con una temperatura promedio de 24-28°C y precipitación media anual de 2500-3000 mm. Los

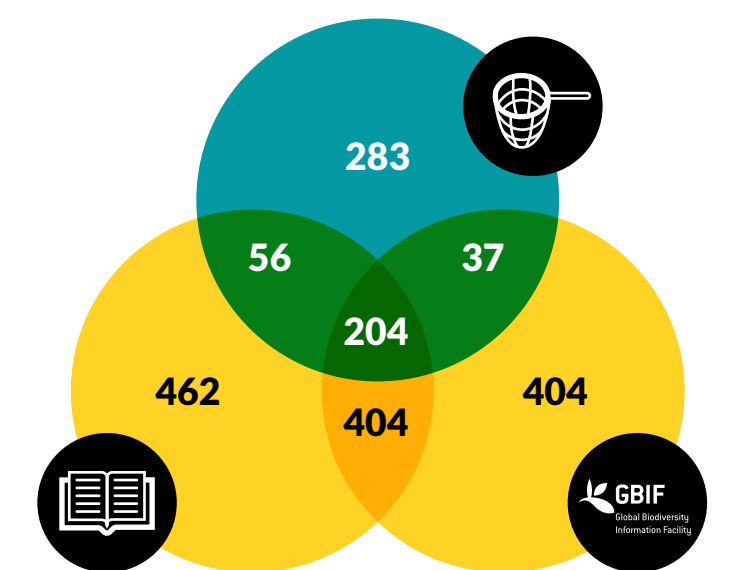


**Figura 8.** Número de especies reportadas durante los muestreos rápidos de biodiversidad en la Ecoreserva El Tucán. Los muestreos se desarrollaron durante seis días netos de campo. Tomada del Catálogo de imágenes y sonidos Ecoreserva El Tucán

biomas primordiales en la Ecoreserva son Zonobioma Húmedo Tropical Piedemonte Orinoquia y Zonobioma Húmedo Tropical y está constituida por coberturas de bosque de galería y/o ripario, pastos limpios y mosaico de pastos con espacios naturales.

En los muestreos rápidos de biodiversidad se registraron 580 especies para siete grupos biológicos (figura 8), que se complementaron además con registros potenciales de 1270 especies a partir de datos curados por expertos provenientes exclusivamente de GBIF y de la literatura publicada para la región en la que se ubica la Ecoreserva (figura 9). En total 283 especies

### 1850 especies presentes y potenciales



**Figura 9.** Número de especies registradas en la Ecoreserva El Tucán a partir de muestreos (círculo azul) e identificadas como potenciales a partir de GBIF y literatura (círculos naranjas)

se registraron únicamente a partir de los muestreos rápidos realizados en la Ecoreserva (sin registros previos existentes en GBIF o la literatura), haciendo un aporte del 15,3 % al conocimiento de las especies previamente identificadas para la región.

De las especies reportadas a través de muestreos rápidos, 22 son endémicas para Colombia (de las cuales, siete corresponden a insectos y cinco a peces como el pez cuchillo, *Apteronotus galvisi*) y una especie es Vulnerable de extinción según la IUCN: la rana venenosa nodriza hojarasquera (*Hyloxalus cepedai*). Un total de 18 especies o grupos biológicos fueron identificados como de interés para estudio y conservación con base en múltiples criterios adicionales a estado de amenaza o endemismo, sirviendo como base para la selección de los valores objeto de conservación.

### Estratégico y ordenamiento Ecoreserva El Tucán

Los objetivos de conservación de la Ecoreserva El Tucán son recuperar los elementos naturales que contribuyen a la protección de los cuerpos de agua en la Ecoreserva y su área de influencia; mantener la diversidad de especies indicadoras del estado de los bosques y las

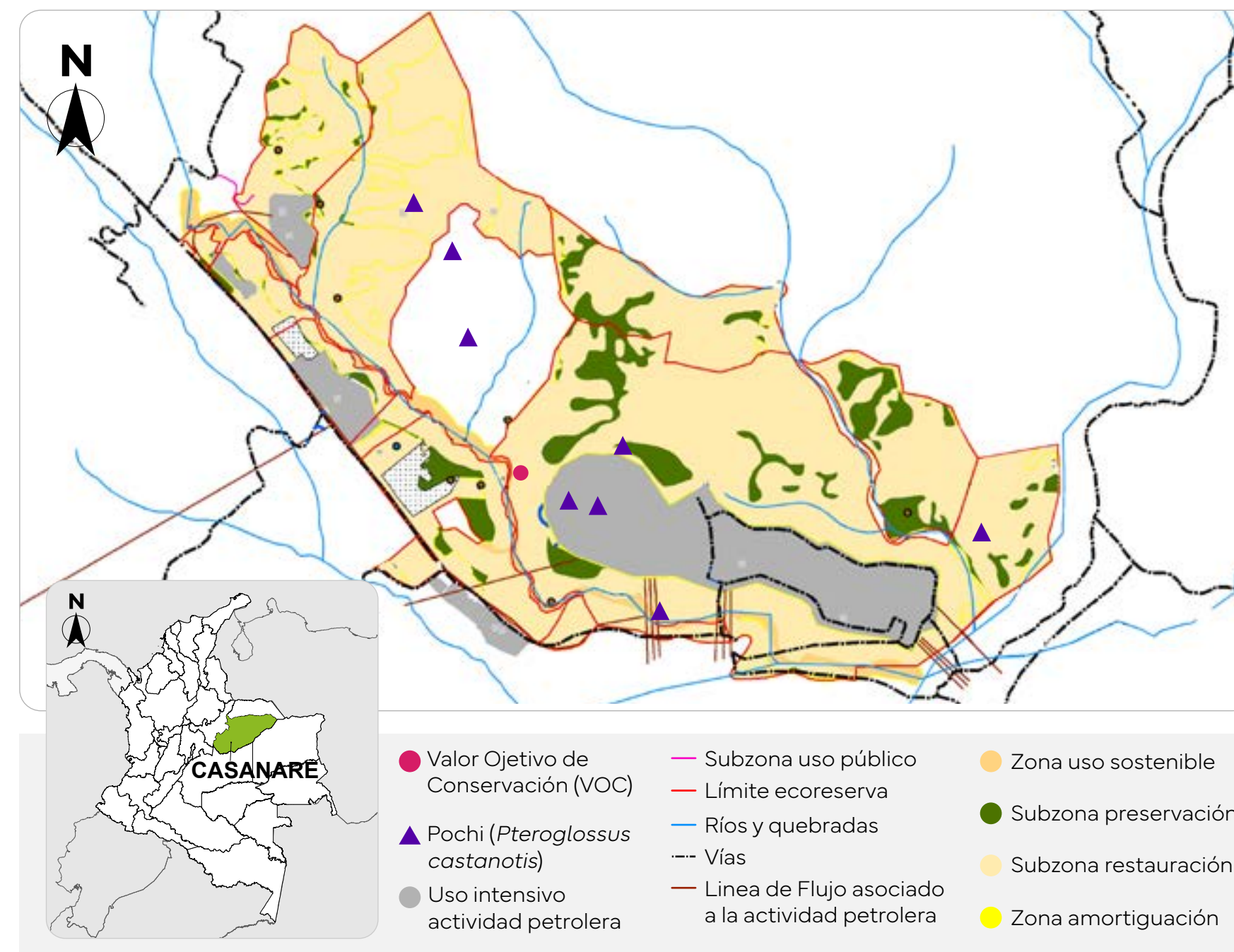


Figura 10. Zonificación de manejo de la Ecoreserva El Tucán

especies emblemáticas de la Ecoreserva; preservar y recuperar las poblaciones de especies importantes para los ecosistemas presentes y su posible uso en los sistemas productivos en la Ecoreserva y su área de influencia; mantener o mejorar la integridad ecológica (composición,

estructura y función) de las coberturas de bosque natural de la Ecoreserva y su área de influencia; e incentivar el cuidado y manejo de la fauna objeto de caza (por ejemplo, venado, lapas, entre otros).

Los (VOC) seleccionados (Granizo et al., 2006) por los profesionales de Ecopetrol

son: 1. Quebrada Cupiagua, 2. Mariposas, 3. Hormigas, 4. El ave pichi (*Pteroglossus castanotis*), 5. Especies nativas maderables, 6. Bosques naturales y 7. Especies de fauna objeto de caza. Para lograr los objetivos de conservación y la conservación de los VOC, la Ecoreserva va a contar con una zona de conservación de 445 ha, zona de amortiguación con 13 ha y zona de uso intensivo con 100 ha (figura 10).

El plan de biodiversidad y fortalecimiento cuenta con siete valores objeto de conservación, siete objetivos de conservación, 9 metas, 17 acciones, 29 actividades principales, 116 sub actividades sugeridas y más de 130 indicadores. El Instituto Humboldt y Ecopetrol priorizaron, del plan de biodiversidad y fortalecimiento, actividades para los dos primeros años (tabla 2), en los cuales se implementen actividades que involucren a la comunidad, al manejo de las amenazas y el usos sostenible de los ecosistemas presentes en la Ecoreserva.

### Gobernanza Ecoreserva El Tucán

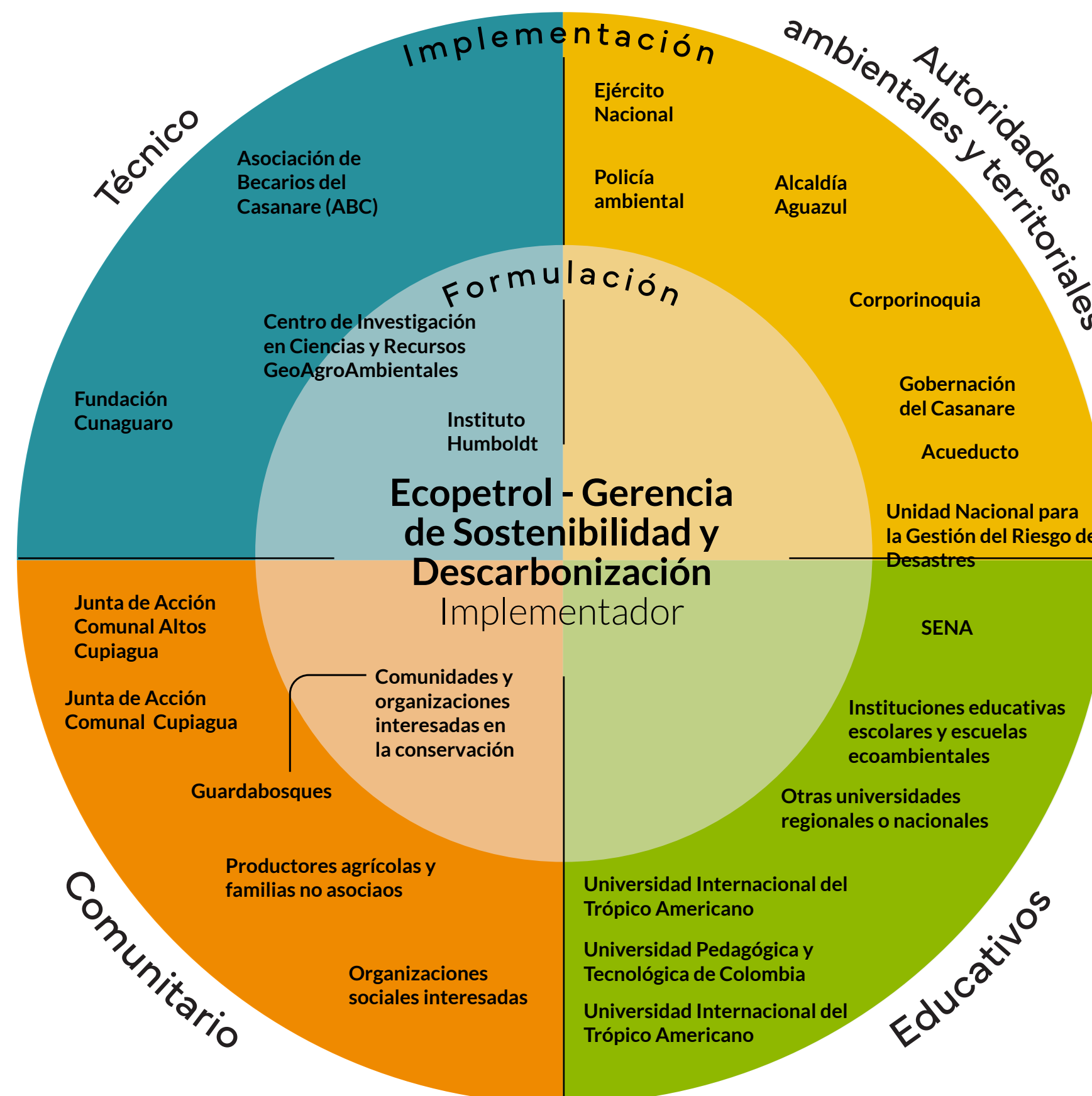
El desarrollo de las actividades del plan de biodiversidad y fortalecimiento implica un relacionamiento constante con

**Tabla 2.** Actividades priorizadas para los dos primeros años de implementación del plan de biodiversidad y fortalecimiento de la Ecoreserva El Tucán

Actividades priorizadas Ecoreserva El Tucán
Actividad 2. Construir e implementar conjuntamente con la comunidad y actores aliados actividades priorizadas del plan de gestión para la quebrada Cupiagua y sus tributarios
Actividad 5. Promover espacios de investigación sobre la diversidad de mariposas en la Ecoreserva y su área de influencia
Actividad 7. Desarrollar un programa de monitoreo participativo que involucre a la academia y las comunidades pertenecientes al área de influencia de la Ecoreserva
Actividad 11. Promover espacios de investigación sobre la diversidad de hormigas en la Ecoreserva y su área de influencia
Actividad 12. Desarrollar un programa de monitoreo participativo de las especies de grupos funcionales de hormigas que involucren a la academia y las comunidades pertenecientes al área de influencia de la Ecoreserva
Actividad 14. Diseñar e implementar un programa de participación y apropiación sobre la importancia del Pichi y otras aves a las comunidades en el área de influencia de la Ecoreserva
Actividad 16. Propagar a nivel de vivero las especies nativas maderables en la Ecoreserva y su área de influencia
Actividad 25. Desarrollar un plan de uso con fines turísticos
Actividad 27. Realizar un programa de sensibilización y apropiación para un mejor manejo de fauna objeto de caza
Actividad 28. Implementar o fortalecer un sistema de alertas por cacería para un mejor manejo de fauna objeto de caza

distintos actores desde el ámbito más formal como autoridades ambientales y territoriales, academia, ONG, Juntas de Acción Comunal, y las no formales como vecinos y grupos ambientales de la escuela (figura 11). En este sentido, por ejemplo, con el apoyo de aliados, academia y comunidad es posible promover acciones de investigación y monitoreo de biodiversidad relacionada con actividades de turismo científico de naturaleza (ejemplo: organizar una visita con ornitólogos de la región para documentar aves durante el Global Big Day, que es un encuentro mundial de avistamiento de aves, donde Colombia es quien mayor número de aves reporta (2022). A través de la ciencia participativa se logra reunir a un público diverso con científicos y aficionados que buscan reconocer las aves que nos rodean y aportar a la toma de decisión para su conservación.

Se recomienda que a futuro la implementación de las actividades del plan de biodiversidad y fortalecimiento se realice de la mano de organizaciones locales con miras a fortalecer las capacidades de las comunidades y organizaciones en el territorio, y así continuar la implementación del plan en



**Figura 11.** Diagrama de actores clave para el plan de biodiversidad y fortalecimiento de la Ecoreserva El Tucán

cabeza de actores locales. Por ejemplo, para el desarrollo de actividades como construir corredores de conectividad para mariposas entre remanentes de bosque o las actividades alrededor del vivero de especies nativas, se debe propender por reunir a organizaciones de la zona, y a través de su vinculación inicial al desarrollo de la actividad, se tengan espacios para el fortalecimiento tanto en conocimiento técnico como aspectos organizativos (toma de decisiones, manejo de recursos, rendición de cuentas, etc.) que los habilite para asumir la implementación.

**Modelo de negocio verde, propuestas de valor de las Ecoreservas en el marco del turismo científico de naturaleza: “Ecoreserva El Tucán: corredores sonoros y sostenibles”**

Las personas que visiten la Ecoreserva El Tucán pueden aprovechar el entorno del piedemonte y su condición híbrida de conservación y sistemas socioecológicos para su investigación. La diversidad de sistemas, coberturas y actividades le otorgan la característica ideal para el análisis de variables que



**Figura 12.** Número de especies reportadas durante los muestreos rápidos de biodiversidad en la Ecoreserva La Danta. Los muestreos se desarrollaron durante seis días netos de campo. Tomada del Catálogo de imágenes y sonidos Ecoreserva La Danta

inciden en la conservación del Piedemonte llanero y que además permiten la implementación de experiencias sensoriales como la auditiva.

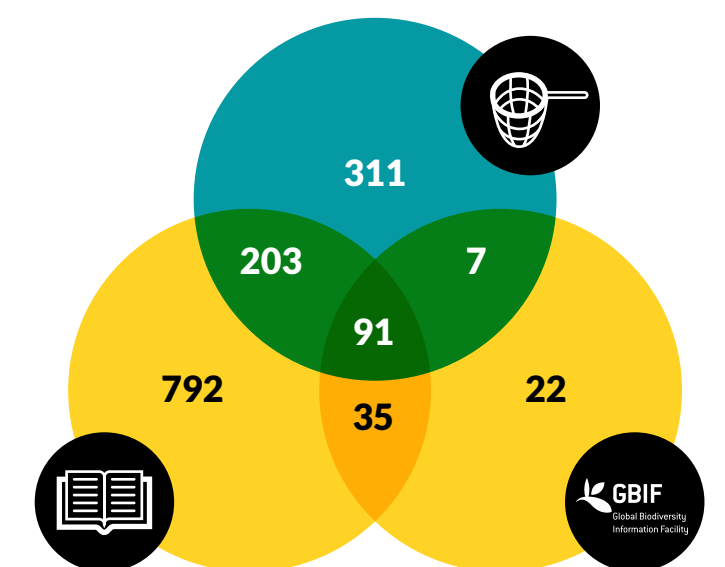
**Diagnóstico Ecoreserva La Danta**

La Ecoreserva La Danta está ubicada en la vereda Santa Helena (municipio de Puerto Gaitán, Meta). Tiene una extensión de 10.249 ha, situada en una altitud promedio 118-187 m s. n. m., con

una temperatura promedio de 26-28°C y precipitación media anual de 2000-2500 mm. Los biomas de la Ecoreserva son Helobioma Altillanura, Peinobioma Altillanura y Zonobioma Húmedo Tropical Altillanura y está constituida por coberturas de herbazales abiertos, zonas quemadas, herbazal denso de tierra firme no arbolado, bosque de galería y/o ripario, explotación de hidrocarburos y plantación de latifoliadas.

En los muestreos rápidos de biodiversidad se registraron 612 especies para siete grupos biológicos (figura 12), que se complementaron además con registros potenciales de 849 especies a partir de datos curados por expertos provenientes exclusivamente de GBIF y de la literatura publicada para la región en la que se localiza la Ecoreserva (figura 13). En total 311 especies se registraron únicamente a partir de los muestreos rápidos realizados en la Ecoreserva (sin registros previos existentes en GBIF o la literatura), haciendo un aporte del 21.3 %

**1461 especies presentes y potenciales**



**Figura 13.** Número de especies registradas en la Ecoreserva La Danta a partir de muestreos (círculo azul) e identificadas como potenciales a partir de GBIF y literatura (círculos naranja)

al conocimiento de las especies previamente identificadas para la región.

Se registraron 10 especies endémicas (cuatro peces, tres insectos y tres plantas vasculares) y tres especies Vulnerables de extinción según la IUCN: la danta (*Tapirus terrestris*), el ocarro (*Priodontes maximus*) y el paujil (*Crax alector*). Un total de 18 especies o grupos biológicos fueron identificados como de interés para estudio y conservación con base en múltiples criterios adicionales a estado de amenaza o endemismo, sirviendo como base para la selección de los VOC.

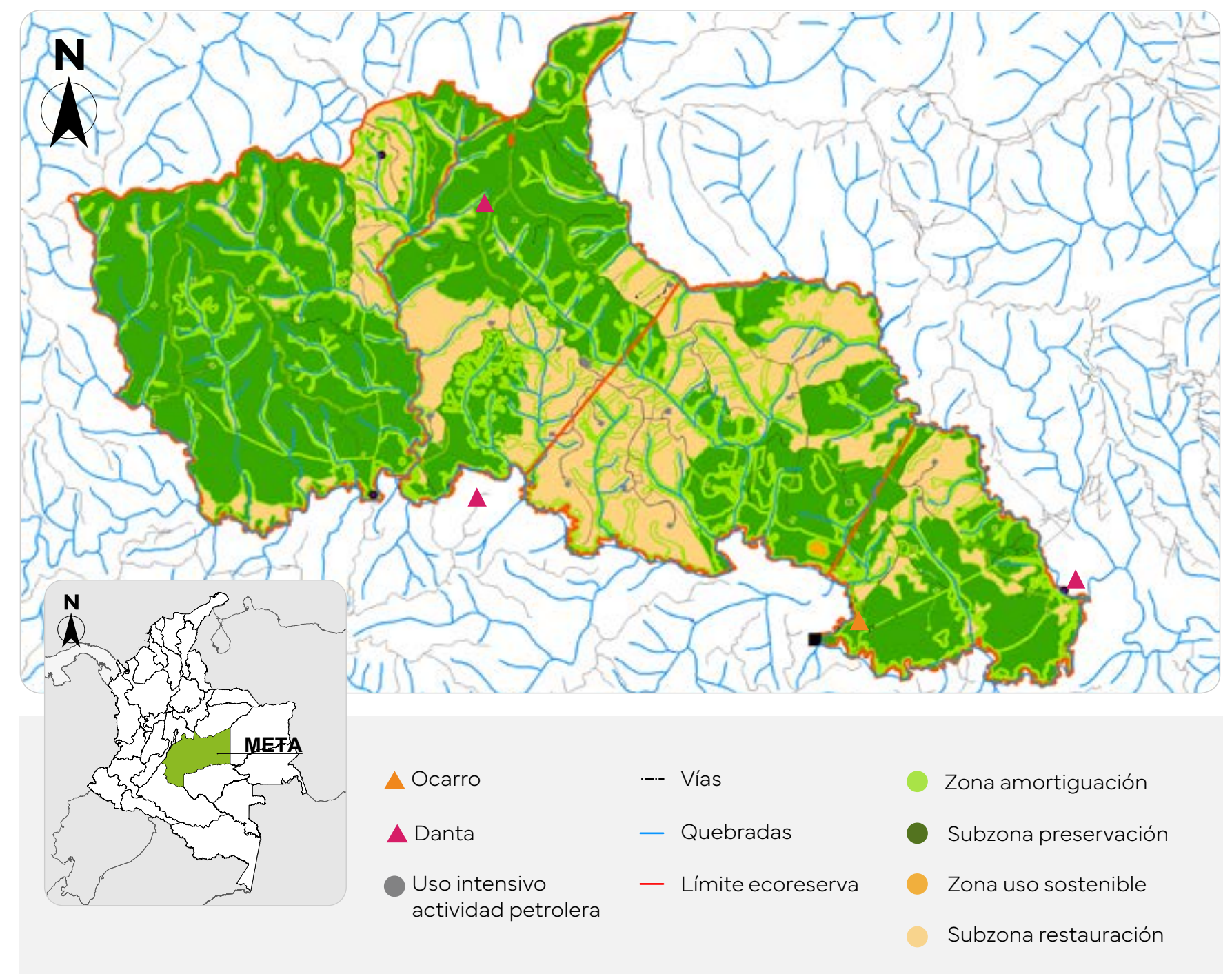
### Estratégico y ordenamiento Ecoreserva La Danta

Los objetivos de conservación de la Ecoreserva son preservar las condiciones naturales de las lagunas y sus coberturas de bosque asociado como áreas ambientalmente frágiles y de importancia cultural; mantener o recuperar la estructura de los morichales por su importancia cultural, estética y de uso para las comunidades indígenas y colonos; proteger la población local de danta (*Tapirus terrestris*) y ocarro (*Priodontes maximus*) como especies bandera o

carismáticas de la sabana de altillanura; proteger y recuperar las poblaciones de especies nativas maderables asociadas al bioma de altillanura; y mantener la integridad ecológica (estructura, composición y función) del bosque de galería y bosque de inundación asociados a Caño Rubiales, Caño Feliciano, y demás cuerpos de agua cercanos.

Los VOC seleccionados por los profesionales de Ecopetrol son: 1. Lagunas, 2. Morichales, 3. Danta (*Tapirus terrestris*), 4. Especies nativas maderables (cañofisto, yopo, caraño, totumo, arrayán, tuno blanco, etc.), 5. Bosques de galería y bosque de inundación y 6. Ocarro (*Priodontes maximus*). Para lograr conservar los VOC, la Ecoreserva va a contar con más de 10 000 ha en la zona de conservación, 4549 ha en la zona de amortiguación y una zona de uso intensivo para la actividad petrolera de 213 ha (figura 14).

El plan de biodiversidad y fortalecimiento cuenta con seis valores objeto de conservación, seis objetivos de conservación, 21 metas, 23 acciones, 35 actividades principales, 151 sub actividades sugeridas y 317 indicadores. El Instituto Humboldt y Ecopetrol priorizaron, del plan de biodiversidad y



**Figura 14.** Zonificación de manejo de la Ecoreserva La Danta

fortalecimiento, actividades para los dos primeros años (tabla 3), en los cuales se implementen actividades que involucren a la comunidad y al manejo de las amenazas presentes en la Ecoreserva.

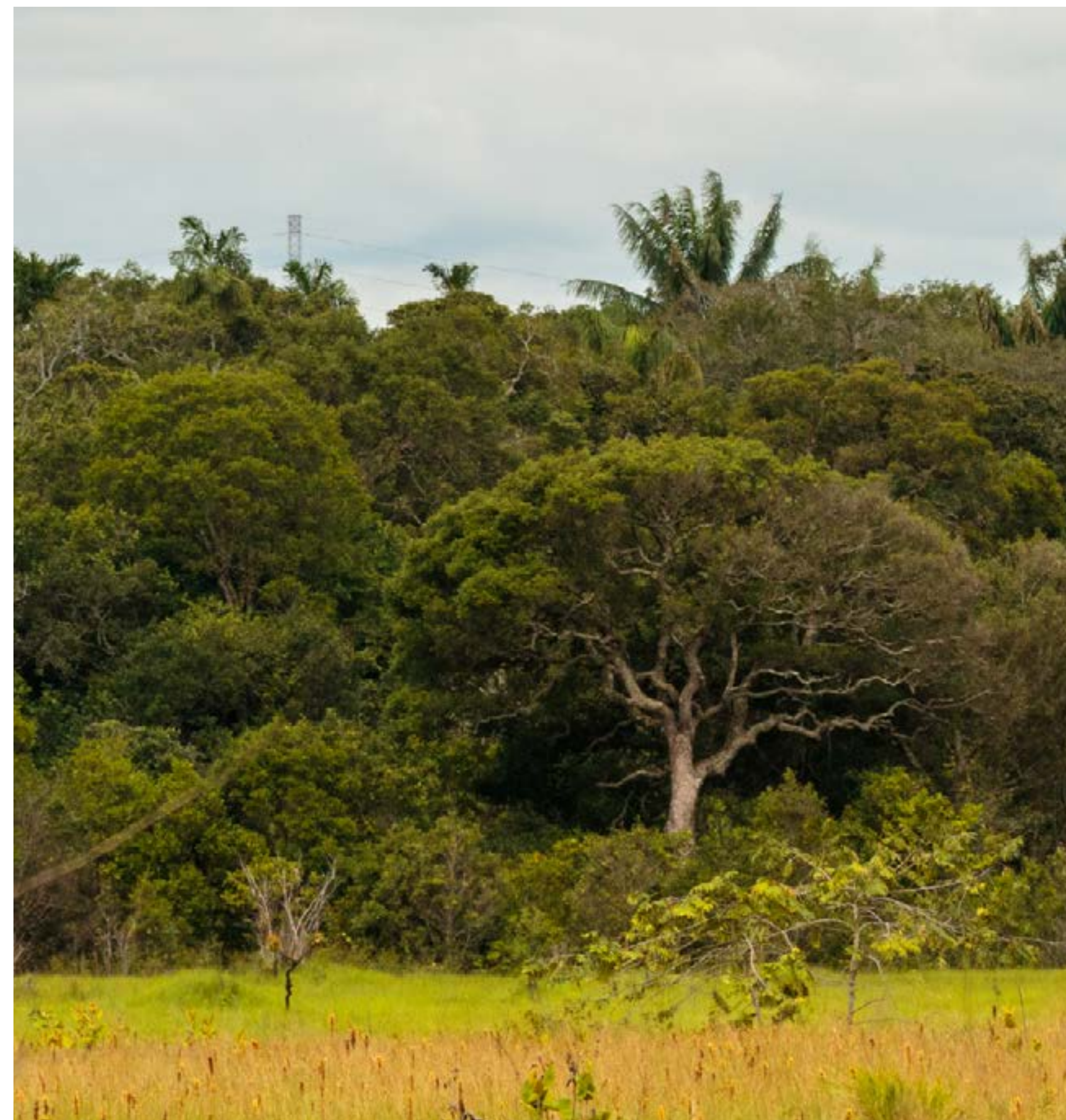
### Gobernanza Ecoreserva La Danta

En el marco de la implementación del plan de biodiversidad y fortalecimiento no solo se recomienda que se lleven a cabo alianzas con los actores identificados

**Tabla 3.** Actividades priorizadas para los dos primeros años de implementación del plan de biodiversidad y fortalecimiento de la Ecoreserva La Danta

Ecoreserva La Danta ▼

Actividades priorizadas Ecoreserva La Danta	Actividades priorizadas Ecoreserva La Danta
Actividad 3. Desarrollar un programa de monitoreo participativo mediante una aplicación web que involucre a los trabajadores de Ecopetrol en la Ecoreserva	Actividad 20. Generar espacios de intercambio de conocimiento con las comunidades vecinas sobre las especies nativas maderables priorizadas sobre usos, ecología y manejo en la Ecoreserva y su área de influencia
Actividad 5. Generar e implementar estrategias de manejo y conservación desde el uso tradicional de las lagunas y su bosque asociado en el área de influencia	Actividad 22. Aplicar un programa de monitoreo, seguimiento y mantenimiento de los individuos reintroducidos en las áreas idóneas en la Ecoreserva y su área de influencia
Actividad 7. Promover espacios de investigación sobre biodiversidad y uso sostenible de los morichales en la Ecoreserva y su área de influencia	Actividad 23. Promover espacios de investigación sobre el bosque de galería y bosque de inundación en la Ecoreserva
Actividad 8. Desarrollar e implementar un programa de restauración pasiva o activa para los morichales en la Ecoreserva	Actividad 25. Implementar una estrategia de enriquecimiento del bosque de galería y bosque de inundación dentro de la Ecoreserva
Actividad 9. Desarrollar e implementar un programa de monitoreo en las áreas con restauración pasiva o activa para los morichales dentro de la Ecoreserva	Actividad 26. Implementar una estrategia de aislamiento de áreas de bosque de galería y bosque de inundación en la Ecoreserva
Actividad 10. Desarrollar e implementar un programa de restauración pasiva o activa para los morichales de forma participativa en las áreas de influencia de la Ecoreserva	Actividad 27. Desarrollar un programa de monitoreo en las áreas con restauración pasiva o activa para el bosque de galería y bosque de inundación dentro de la Ecoreserva
Actividad 12. Desarrollar un sistema de alertas tempranas teniendo en cuenta diagnóstico, prevención y acción para la Ecoreserva (tener en cuenta programa de gestión del riesgo)	Actividad 28. Realizar un enriquecimiento vegetal de forma participativa de la cobertura de bosque de galería y bosque de inundación en el área de influencia de la Ecoreserva
Actividad 14. Implementar el modelo de negocio verde asociado al valor turístico y científico, y de uso (artesanías) de los morichales para su apropiación	Actividad 33. Desarrollar e implementar una estrategia de alternativas económicas para favorecer buenas prácticas y reducir la cacería del Ocarro en la Ecoreserva y su área de influencia (tomado del plan de acción para la conservación de los armadillos en los Llanos Orientales, Superina et al., 2014)
Actividad 16. Desarrollar un programa de monitoreo participativo que involucre a la academia y las comunidades pertenecientes a la área de influencia de la Ecoreserva	Actividad 35. Desarrollar e implementar campañas de educación ambiental y de comunicación con las comunidades en el área de influencia de la Ecoreserva sobre conservación y manejo de la población de ocarro como especie asociada a la sabana de altillanura



(figura 15), sino también incentivar la vinculación de los diversos actores para buscar caminos que faciliten la consecución de los objetivos de conservación de la Ecoreserva y el manejo de recursos alrededor de la misma.

La Ecoreserva ofrece la oportunidad del laboratorio vivo considerando lo aislado que se encuentra. Para avanzar en el entendimiento de este paisaje se recomienda fomentar las alianzas con universidades nacionales, o mejor regionales para apostar por la continuidad, en la realización de estudios sobre la altillanura y los valores objeto de conservación. Estas relaciones con academia y centros de investigación deben fortalecerse ya que la altillanura es un ecosistema que alberga especies por conocer.

**Modelo de negocio verde, propuestas de valor de las Ecoreservas en el marco del turismo científico de naturaleza: “Ecoreserva La Danta: paisajes resilientes y regenerativos”**

Las personas que visiten la Ecoreserva La Danta podrán aprovechar el entorno de la sabana de altillanura de la Orinoquía para investigar los retos frente a su

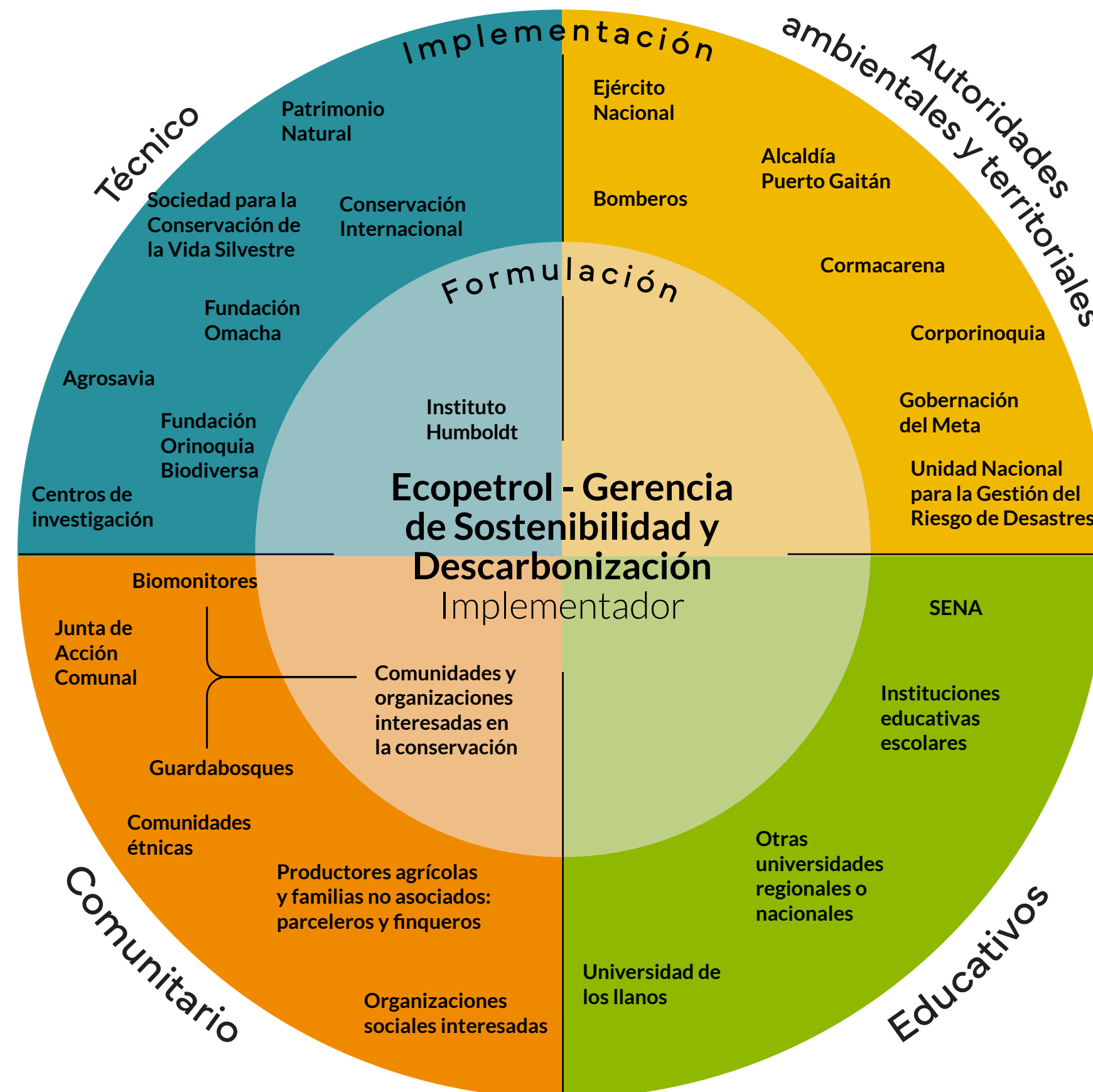


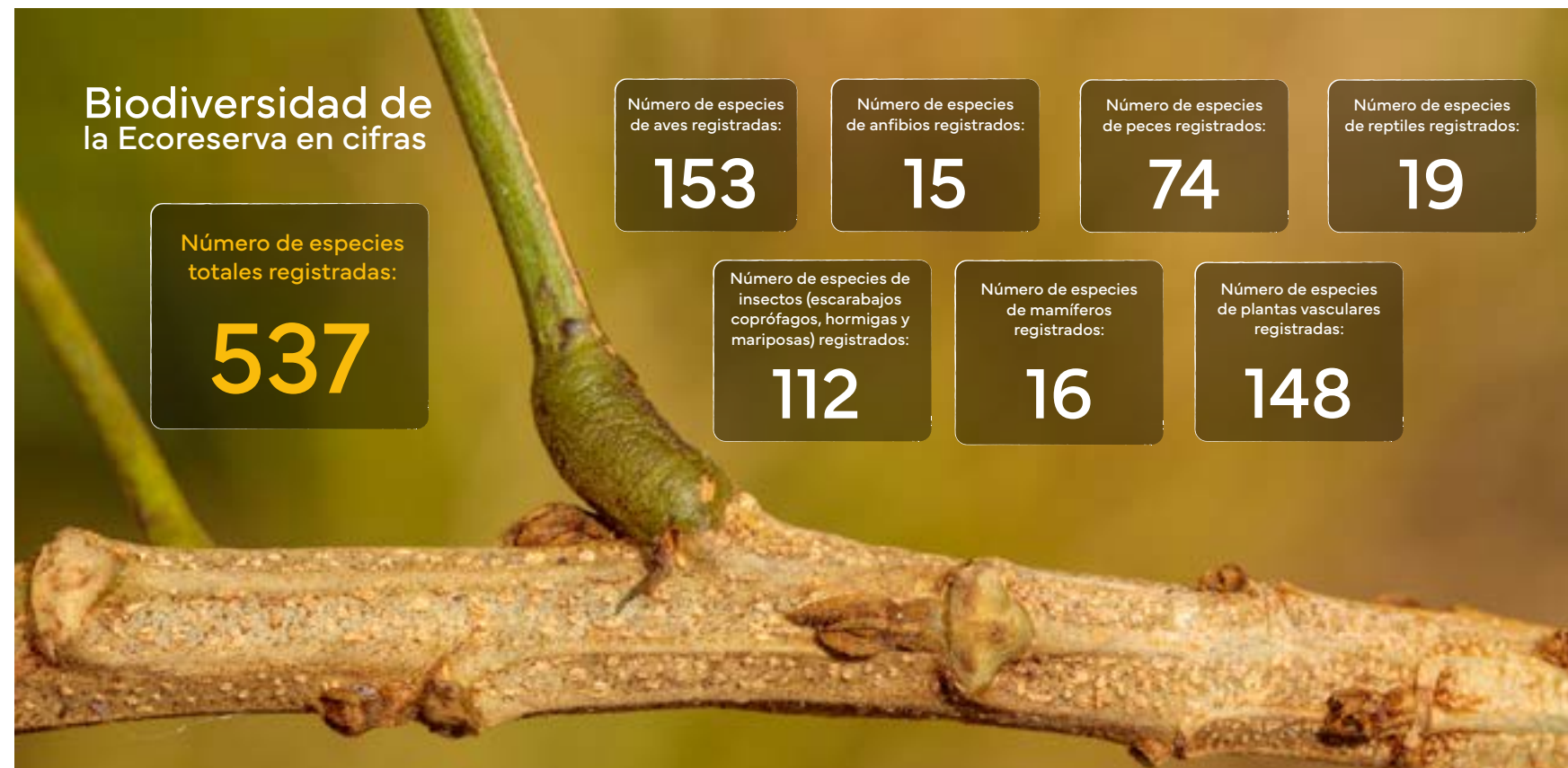
Figura 15. Diagrama de actores clave para el plan de biodiversidad y fortalecimiento de la Ecoreserva La Danta

conservación, dinámicas y adaptación al cambio climático. Esta Ecoreserva está destinada como un laboratorio vivo con el fin de facilitar el incremento de información sobre su dinámica ecosistémica y climática, y así poder desarrollar soluciones basadas en ciencia, para su conservación y la sostenibilidad de los medios y modos de vida de las comunidades que en ellas habitan.

**Diagnóstico Ecoreserva ASA La Guarupaya**

La Ecoreserva ASA (Área de Sostenibilidad Agro-energética) La Guarupaya está ubicada en las veredas La Primavera y Sabanas del Rosario (municipios de Acacias y Castilla La Nueva, Meta). Tiene una extensión de 287 ha, situada en una altitud promedio de 354 m s. n. m., temperatura promedio de 24-26°C y precipitación media anual 3000-4000 mm. Los principales biomas de la Ecoreserva son Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio, Helobioma Villavicencio e Hidrobioma Villavicencio, y sus coberturas son pastos limpios, bosque de galería, zonas pantanosas, palma de aceite, plantación de latifoliadas, caña y cultivos y árboles plantados.





**Figura 16.** Número de especies reportadas durante los muestreos rápidos de biodiversidad en la Ecoreserva ASA La Guarupaya. Tomada del Catálogo de imágenes y sonidos Ecoreserva ASA La Guarupaya

En los muestreos rápidos de biodiversidad se registraron 537 especies para siete grupos biológicos (figura 16), que se complementaron además con registros potenciales de 2616 especies a partir de datos curados por expertos provenientes exclusivamente de GBIF y de la literatura publicada para la región en la que se ubica la Ecoreserva (figura 17). En total 185 especies se registraron únicamente a partir de los muestreos rápidos realizados en la Ecoreserva (sin registros previos existentes en GBIF o la literatura),

haciendo un aporte del 5,9 % al conocimiento de las especies previamente identificadas para la región.

Se registraron 17 especies endémicas (de las cuales 13 fueron peces como la Guarupaya, *Creagrutus calai*), tres especies amenazadas de extinción, la rana (*Allobates juanii*) En Peligro, el mono zocay (*Plecturocebus ornatus*) y el pez (*Corydoras metae*) Vulnerables de extinción según la UICN . Un total de 17 especies o grupos biológicos fueron identificados como de interés para

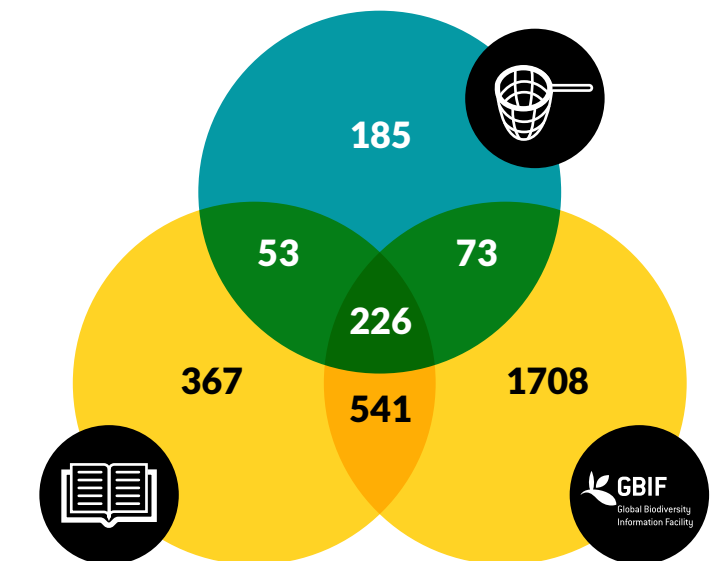
estudio y conservación con base en múltiples criterios adicionales a estado de amenaza o endemismo, sirviendo como base para la selección de los VOC.

### Estratégico y ordenamiento Ecoreserva ASA La Guarupaya

Los objetivos de conservación de la Ecoreserva son mantener en condiciones favorables la calidad físico-biótica de los cuerpos de agua, mantener o mejorar la integridad ecológica (composición vegetal, estructura vegetal y función/conectividad) de los bosques riparios, promover la conservación del mono zocay y su hábitat como especie sombrilla para los primates de la Ecoreserva, proteger las poblaciones locales de especies emblemáticas de la sabana, bosque ripario y zonas pantanosas, y reforzar las poblaciones locales de palmas nativas por su importancia cultural y de uso por parte de las comunidades.

Los VOC seleccionados por los profesionales de Ecopetrol son: 1. Humedales (agrupa todos los cuerpos de agua: Caño Danta, Caño Bijao, nacimiento Caño NN, Río Orotoy y lagunas), 2. Mono zocay (*Plecturocebus ornatus*), 3. Venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*), 4.

### 3153 especies presentes y potenciales



**Figura 17.** Número de especies registradas en la Ecoreserva ASA La Guarupaya a partir de muestreos (círculo azul) e identificadas como potenciales a partir de GBIF y literatura (círculos naranja)

Bosques riparios, 5. Palmas de la familia Arecaceae (*Attalea maripa*, *Euterpe precatoria*, *Mauritia flexuosa*), 6. Ave del sol (*Eurypyga helias*) y 7. Áreas naturales en transición a la sostenibilidad (incluye las áreas con plantaciones forestales). Para lograr los objetivos de conservación para la Ecoreserva y mantener a largo plazo los VOC, la Ecoreserva cuenta con una zona de conservación de 215 ha, una zona de uso sostenible de 27 ha, una zona de amortiguación de 22 ha y la de uso intensivo e infraestructura de 23 ha (figura 18).

Ecoreserva ASA La Guarupaya ▼

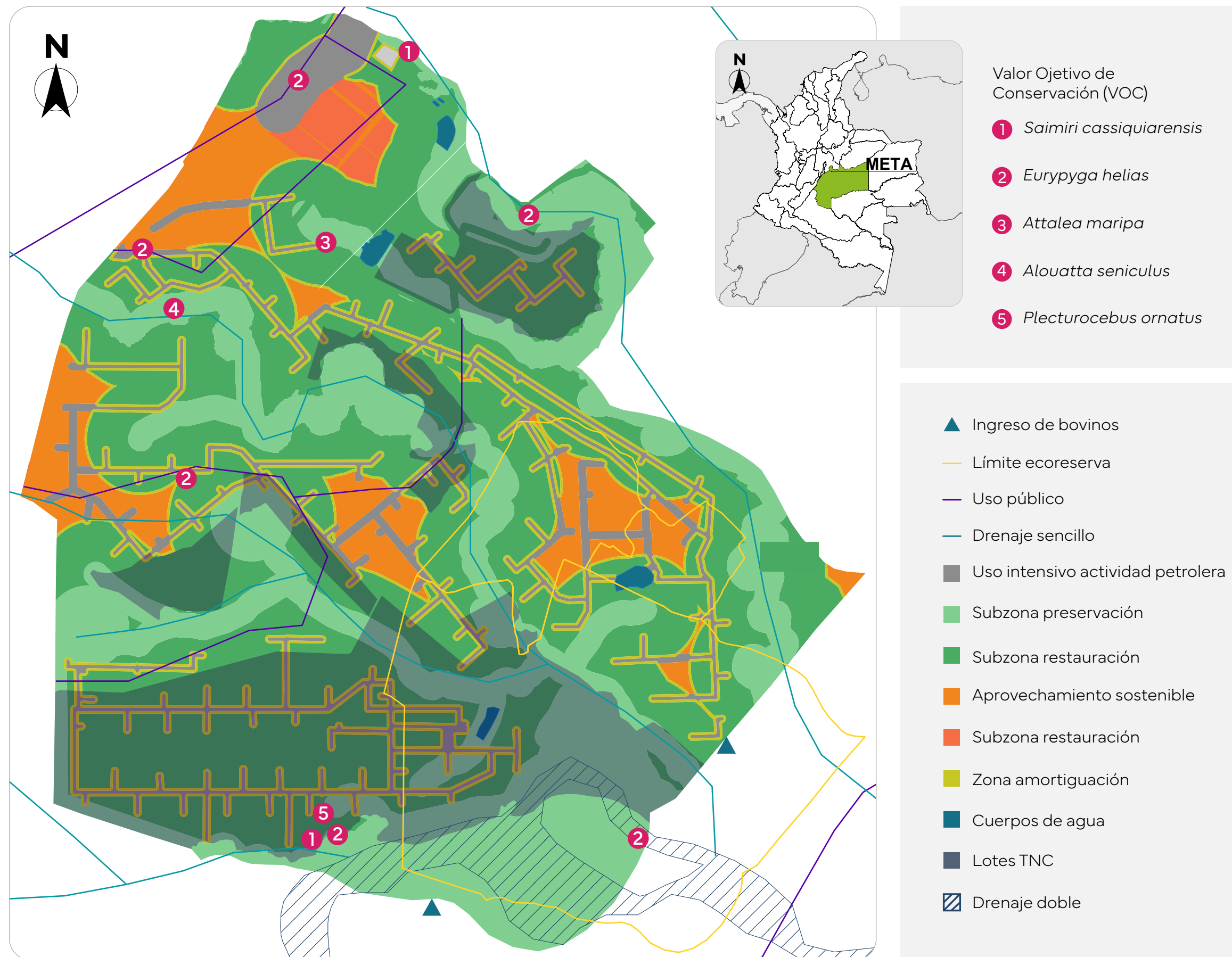


Figura 18. Zonificación de manejo de la Ecoreserva ASA La Guarupaya



El plan de biodiversidad y fortalecimiento cuenta con siete valores objeto de conservación, siete objetivos de conservación, 17 metas, 18 acciones, 25 actividades principales, 89 subactividades sugeridas y 120 indicadores. El Instituto Humboldt y Ecopetrol priorizaron, del plan de biodiversidad y fortalecimiento, actividades para los dos primeros años (tabla 4), en los cuales se implementen actividades que involucren a la comunidad, al manejo de los cuerpos de agua y enriquecimiento de los bosques presentes en la Ecoreserva.

### Gobernanza Ecoreserva ASA La Guarupaya

Se recomienda que el equipo implementador del plan de biodiversidad y fortalecimiento genere alianzas con los actores clave (figura 19), ya que el desarrollo de las actividades del Plan implica un relacionamiento constante con distintos actores en territorio, lo que hace necesario que las personas que trabajarán día a día con la comunidad, tengan formación en capacidades para el relacionamiento a través de la receptividad y empatía con estos actores. De tal manera que la implementación del Plan sea una oportunidad para construir alianzas alrededor de la conservación

**Tabla 4.** Actividades priorizadas para los dos primeros años de implementación del plan de biodiversidad y fortalecimiento de la Ecoreserva ASA La Guarupaya

#### Actividades priorizadas Ecoreserva El Tucán

Actividad 1. Analizar y monitorear la calidad de agua de los humedales con base en un parámetro de biodiversidad, físicos y químicos

Actividad 2. Fomentar espacios de observación de fauna asociada a los humedales como modelo de negocio verde de la Ecoreserva

Actividad 6. Ampliar y enriquecer los bosques riparios como estrategia para mejorar la calidad de hábitat y fortalecer los corredores de conectividad para los primates

Actividad 7. Promover el desarrollo de proyectos o investigaciones (apoyo financiero y orientación) sobre conservación del mono zocay por parte de nuevos investigadores y embajadores de la conservación de las comunidades en el área de influencia de la Ecoreserva (APC, 2020)

Actividad 10. Ampliación y enriquecimiento del bosque ripario y las áreas de sabana con especies de consumo y uso por parte del venado de cola blanca en la Ecoreserva

Actividad 11. Construir y adecuar franjas de cercas en el perímetro de la Ecoreserva para facilitar el cruce del venado de cola blanca y restringir el ingreso de ganado

Actividad 12. Realizar un control a la cacería del venado a través de señalización y material divulgativo en la Ecoreserva y su área de influencia

Actividad 19. Fortalecer y mantener el programa de monitoreo participativo que involucre a jóvenes y niños de las escuelas cercanas al área de influencia de la Ecoreserva (Escuela Santa Rosa, La Unión, La Primavera y colegio San Isidro Chichimene)

Actividad 20. Diseñar e implementar un programa de participación y apropiación sobre la importancia del ave del sol y otras aves a las comunidades en el área de influencia de la Ecoreserva

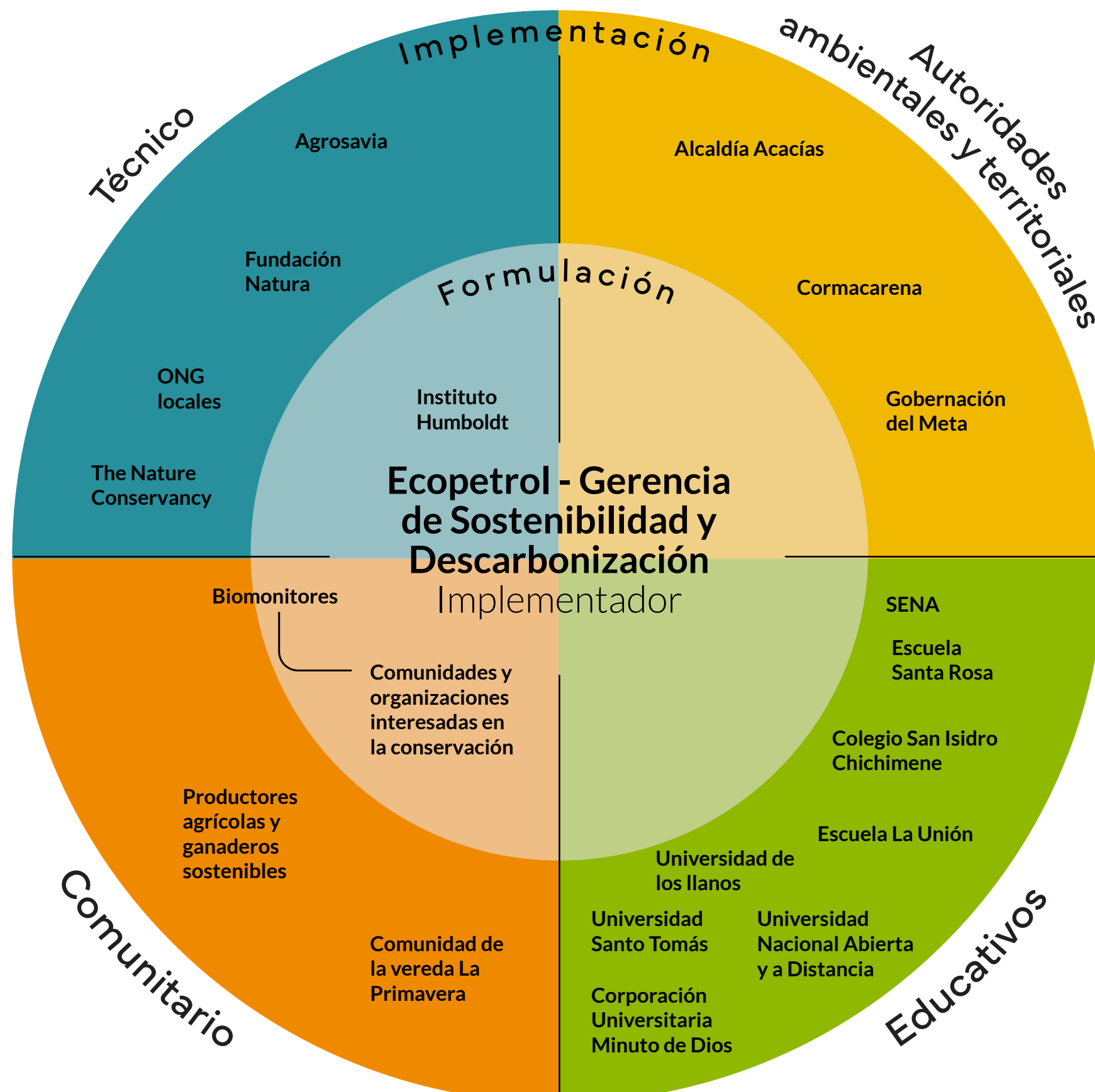
Actividad 25. Propagar a nivel de vivero las especies nativas para cada una de las áreas naturales en transición

de la biodiversidad y servicios ecosistémicos que generan bienestar para los habitantes del lugar, a través del respeto, la transparencia y la participación en torno a un interés común.

Para la Ecoreserva ASA La Guarupaya es relevante crear mecanismos de transparencia de la información acerca de las actividades de reúso de agua, siendo esta una de las principales preocupaciones de las comunidades aledañas. Estos mecanismos serán la base para un relacionamiento basado en la confianza y por tanto habilitará el desarrollo de las actividades propuestas.

### Modelo de negocio verde, propuestas de valor de las Ecoreservas en el marco del turismo científico de naturaleza: “ASA La Guarupaya: laboratorio de agrobiodiversidad”.

Las personas que visiten la Ecoreserva ASA La Guarupaya podrán aprender sobre la biodiversidad y funcionamiento de los ecosistemas naturales característicos del piedemonte llanero, así como de los procesos de investigación centrados en su conservación y uso sostenible. Sus diferentes áreas adaptadas para el



desarrollo de experimentos de campo, brindan condiciones controladas para la adaptación de sistemas agrobiodiversos y procesos de innovación que permitan la generación de nuevos negocios sostenibles y el fomento de la bioeconomía.

### Diagnóstico

#### Ecoreserva La Doncella

La Ecoreserva La Doncella está ubicada en una isla sobre el río Magdalena, en jurisdicción del municipio de Cantagallo, Departamento de Bolívar, y en frente del municipio de Puerto Wilches, Santander.

Tiene una extensión de 198 ha en una elevación promedio entre 13-188 m s. n. m., con una temperatura promedio mayor a 28°C y precipitación media anual de 2500-3000 mm. El principal bioma en la Ecoreserva es el Hidrobioma Magdalena Medio y Depresión Momposina y las coberturas son vegetación secundaria baja, herbazal denso inundable y playas.

En los muestreos rápidos de biodiversidad se registraron 331 especies para siete grupos biológicos (figura 20), que se complementaron además con registros potenciales de 912 especies a partir de

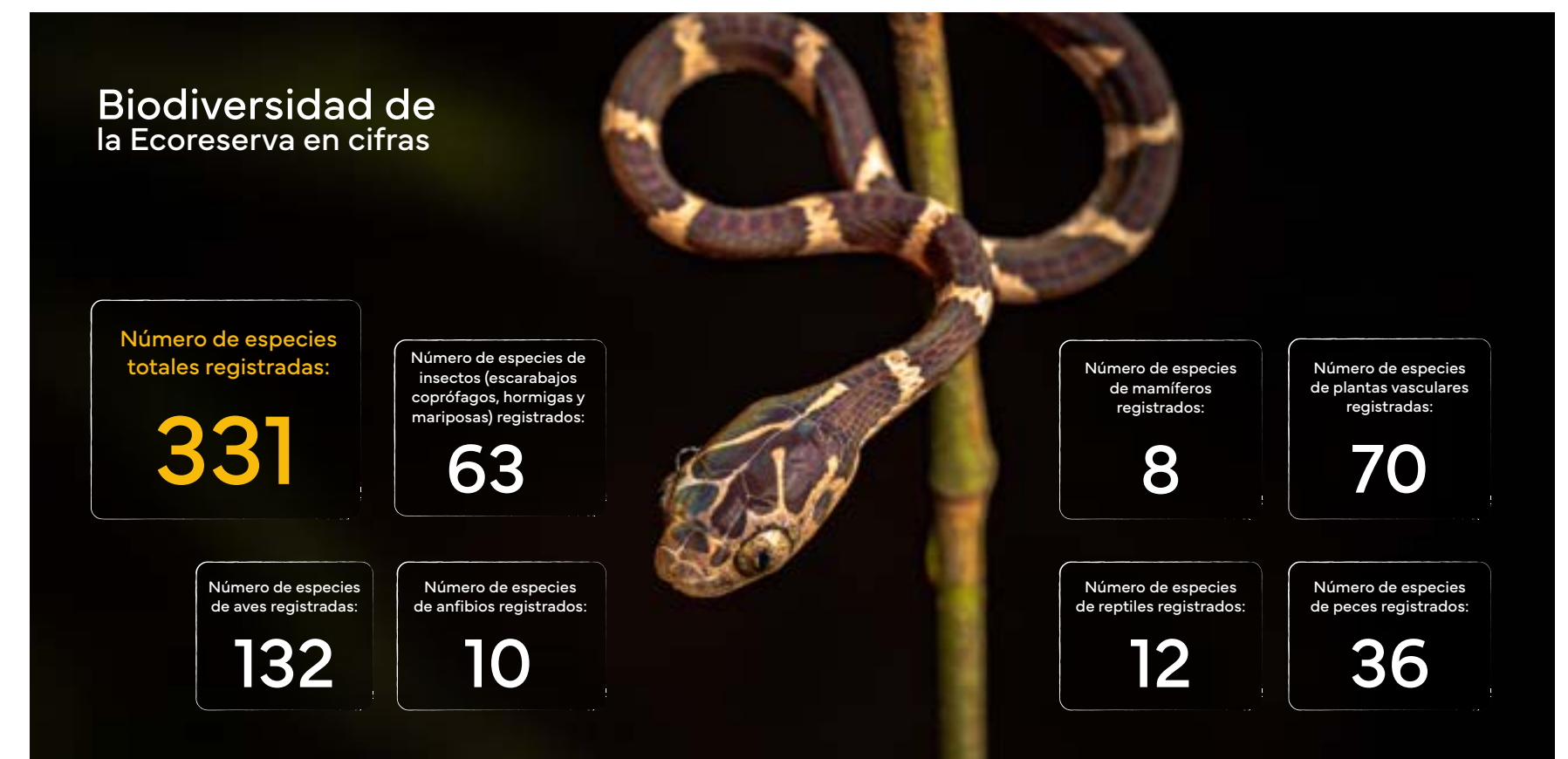


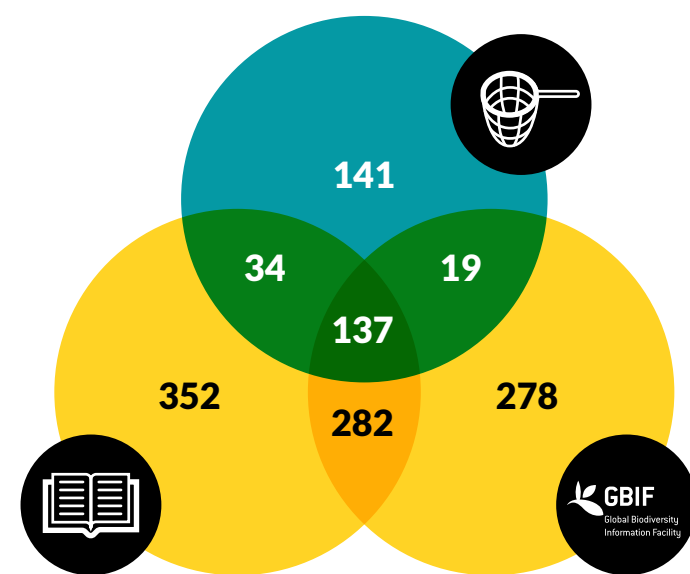
Figura 20. Número de especies reportadas durante los muestreos rápidos de biodiversidad en la Ecoreserva La Doncella. Tomada del Catálogo de imágenes y sonidos Ecoreserva La Doncella

Figura 19. Diagrama de actores clave para el plan de biodiversidad y fortalecimiento de la Ecoreserva ASA La Guarupaya

datos curados por expertos provenientes exclusivamente de GBIF y de literatura publicada para la región en la que se ubica la Ecoreserva (figura 21). En total 141 especies se registraron únicamente a partir de los muestreos rápidos realizados en la Ecoreserva (sin registros previos existentes en GBIF o la literatura), haciendo un aporte del 11.3 % al conocimiento de las especies previamente identificadas para la región.

Se registraron 23 especies endémicas (de las cuales 21 corresponden a peces como) y una especie amenazada (En Peligro Crítico) según la IUCN, el pez *Pimelodus grosskopfii*. Un total de 17 especies o

**1243 especies presentes y potenciales**



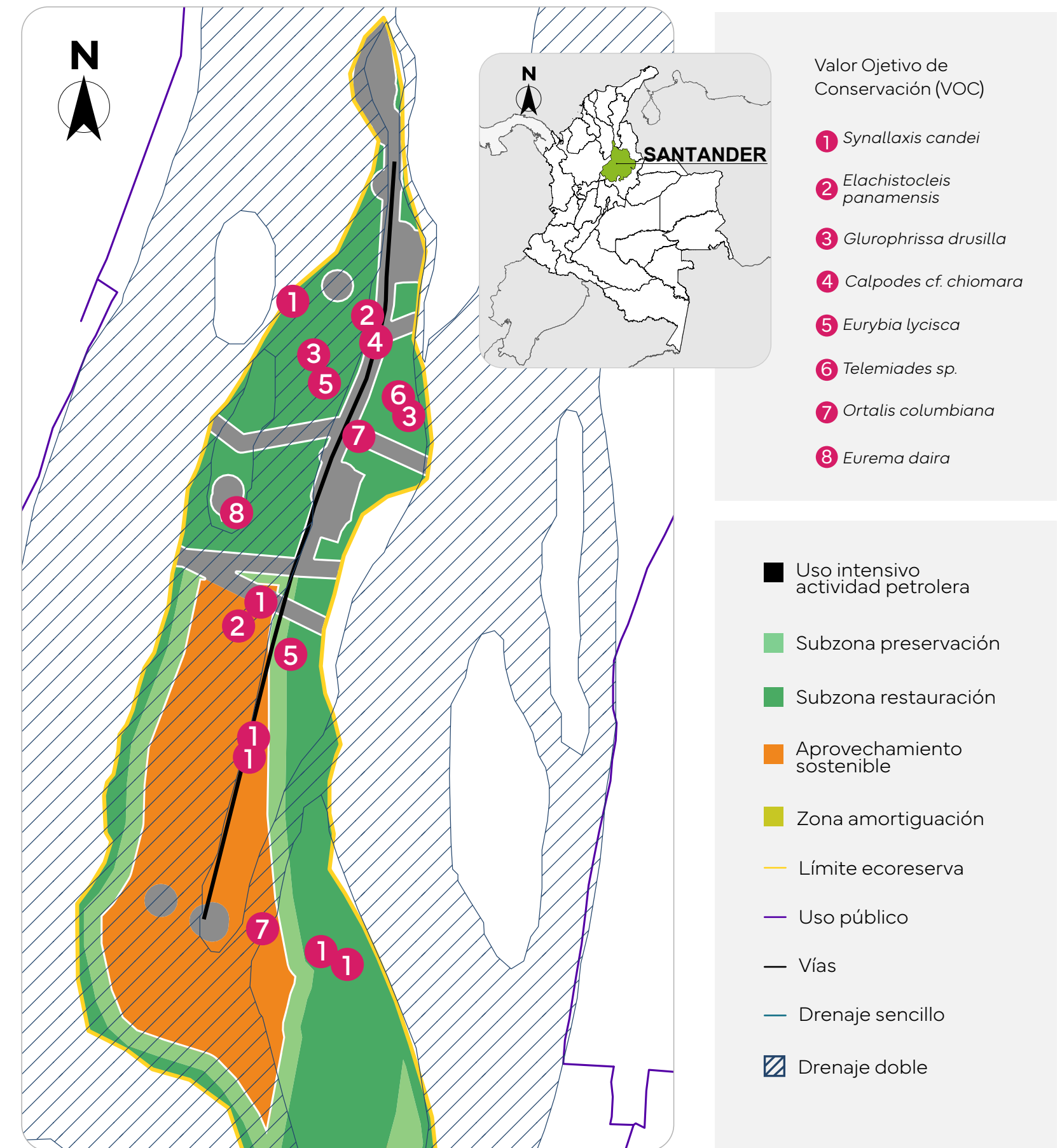
**Figura 21.** Número de especies registradas en la Ecoreserva La Doncella a partir de muestreos (círculo azul) e identificadas como potenciales a partir de GBIF y literatura (círculos naranja)

grupos biológicos fueron identificados como de interés para estudio y conservación con base en múltiples criterios adicionales a estado de amenaza o endemismo, sirviendo como base para la selección de los valores objeto de conservación.

**Estratégico y ordenamiento Ecoreserva La Doncella**

Los objetivos de conservación de la Ecoreserva son mejorar la conectividad de los bosques y espacios naturales de la Ecoreserva; recuperar y regular el servicio ecosistémico de provisión asociado a la pesca artesanal para una mejor gestión de los humedales y el bienestar y sustento de las comunidades; y promover la conservación de especies de fauna a partir de investigaciones científicas.

Los VOC seleccionados por los profesionales de Ecopetrol son: 1. Bosque y espacios naturales, 2. Servicio ecosistémico de provisión (pesca), 3. Tortuga de río (*Podocnemis lewyana*), 4. Mariposas y 5. Rana minadora (*Elachistocleis panamensis*). En términos de áreas, la Ecoreserva va a contar con una zona de conservación con una extensión de 115 ha, de uso sostenible de 53 ha, amortiguación de 6 ha y de uso intensivo e infraestructura de 24 ha (figura 22).



**Figura 22.** Zonificación de manejo de la Ecoreserva La Doncella

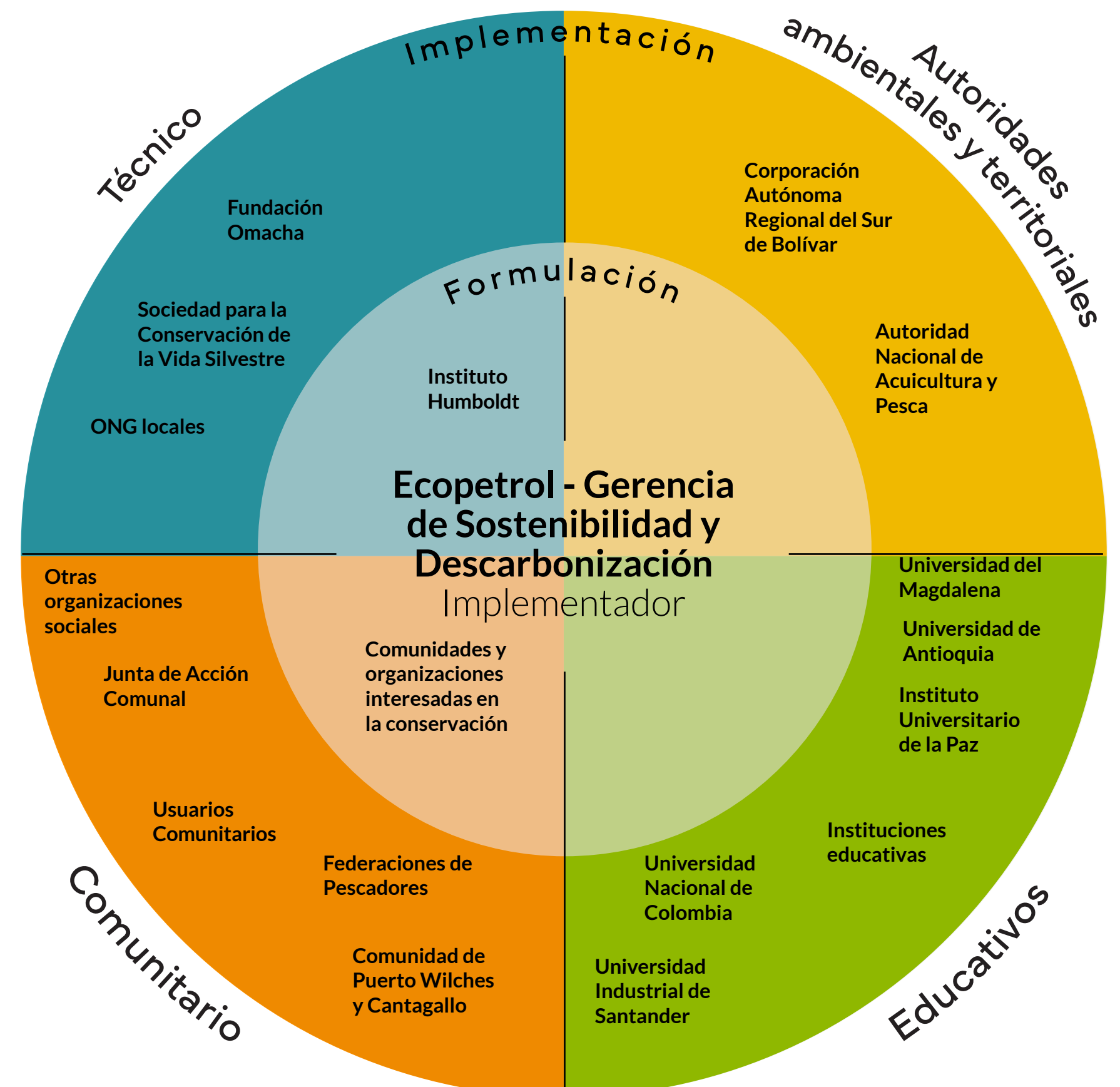
**Tabla 5.** Actividades priorizadas para los dos primeros años de implementación del plan de biodiversidad y fortalecimiento de la Ecoreserva La Doncella

Actividades priorizadas Ecoreserva La Doncella
Actividad 1. Realizar un análisis multitemporal de los pulsos de inundación y de la dinámica fluvial y del cauce del río Magdalena en el sector de la Ecoreserva para delimitar áreas de bosques y espacios naturales no inundables
Actividad 6. Desarrollar capacidades, compromisos y alianzas con los usuarios comunitarios de los recursos naturales de la Ecoreserva
Actividad 9. Rehabilitar o restaurar de manera participativa la conectividad estructural de los humedales en la Ecoreserva y su área de influencia como estrategia para la gestión del servicio ecosistémico de provisión asociado a la pesca (Aguilar-Garavito et al., 2020)
Actividad 10. Implementar acciones de uso sostenible para diversificar las oportunidades en época de veda
Actividad 12. Gestionar espacios de comunicación, diálogo y acercamiento de las comunidades con otros actores para apoyar la implementación de las actividades para el manejo del servicio ecosistémico de provisión asociado a la pesca (Instituto Humboldt, 2019)
Actividad 15. Impulsar espacios de educación y sensibilización que contribuyan a la conservación y manejo de la tortuga de río en las comunidades del área de influencia de la Ecoreserva
Actividad 19. Desarrollar corredores de conectividad entre remanentes de bosque en la Ecoreserva y su área de influencia
Actividad 20. Desarrollar un programa de monitoreo participativo que involucre a la academia y las comunidades pertenecientes al área de influencia de la Ecoreserva

El plan de biodiversidad y fortalecimiento cuenta con cinco VOC, cinco objetivos de conservación, 15 metas, 18 acciones, 22 actividades principales, 91 sub actividades sugeridas y 120 indicadores. El Instituto Humboldt y Ecopetrol priorizaron, del plan de biodiversidad y fortalecimiento, actividades para los dos primeros años (tabla 5) que involucren a la comunidad y al uso sostenible de los ecosistemas presentes en la Ecoreserva.

### Gobernanza Ecoreserva La Doncella

Para la implementación de las actividades priorizadas del plan de biodiversidad y fortalecimiento de la Ecoreserva la Doncella se recomienda la generación de alianzas con distintos actores clave (figura 23). En este sentido, es necesario buscar vínculos con la Alcaldía de Cantagallo que tiene en su plan de desarrollo programas como asistencia técnica para producción limpia de alimentos y el fomento de granjas familiares para el autoconsumo; y la Alcaldía de Puerto Wilches que tiene programas para la generación de capacidades en emprendimientos rurales, tecnificación de la producción campesina y generación de valor agregado, y capacitación



**Figura 23.** Diagrama de actores clave para el plan de biodiversidad y fortalecimiento de la Ecoreserva La Doncella

de asociaciones pesqueras en eslabonamientos productivos. Esto implica estar en permanente conexión con los planes e intereses de los actores relacionados con la Ecoreserva y la conservación.

Para la implementación de actividades priorizadas, se debe propender por vincular a organizaciones de la zona y, a través de su vinculación inicial al desarrollo de las mismas, se tengan espacios para el fortalecimiento tanto en conocimiento técnico como aspectos organizativos que les permita no solo asumir parte de la implementación, sino también ser parte de una futura reformulación del plan.

### Modelo de negocio verde, propuestas de valor de las Ecoreservas en el marco del turismo científico de naturaleza: “Ecoreserva La Doncella: escuela de la SosTECnibilidad”

Las personas que visiten la Ecoreserva La Doncella podrán generar un proceso de inmersión en las dinámicas socioecológicas y los recursos hidrobiológicos que esta isla presenta. Esta escuela brinda conocimiento local para el desarrollo de procesos de conservación y restauración de los ecosistemas característicos del río Magdalena

y la Depresión Momposina, así como el uso sostenible de su biodiversidad.

SosTECnibilidad entendida como la contribución y generación de operaciones responsables, seguras y eficientes, armonizando el relacionamiento con el medio ambiente y los grupos de interés; bajo un marco de gobierno transparente y ético, haciendo uso de la tecnología para el desarrollo de soluciones innovadoras a los retos actuales y futuros” Ecopetrol (2019).

### Diagnóstico Ecoreserva Centenario La Pacora

La Ecoreserva Centenario La Pacora está ubicada en las veredas Campo Gala, San Silvestre y Campo Galán (municipio de Barrancabermeja, Santander). Tiene una extensión de 390,75 ha, y se encuentra a una elevación promedio de 28-261 m s. n. m., con una temperatura promedio mayor a 28°C y una precipitación media anual de 2500-3000 mm. Los principales biomas representados son Helobioma Magdalena Medio y Depresión Momposina y el Hidrobioma Magdalena Medio y Depresión Momposina; y sus coberturas son mosaico de pastos con espacios naturales, zonas pantanosas, lagunas, lagos y ciénagas naturales.

En los muestreos rápidos de biodiversidad se registraron 416 especies para siete grupos biológicos (figura 24), que se complementaron además con registros potenciales de 879 especies a partir de datos curados por expertos provenientes exclusivamente de GBIF y de literatura publicada para la región en la que se ubica la Ecoreserva (figura 25). En total 196 especies se registraron únicamente a partir de los muestreos rápidos realizados en la Ecoreserva (sin registros previos existentes en GBIF o la literatura, figura 25), haciendo un aporte del 15 % al conocimiento de las especies previamente identificadas para la región.

### 1243 especies presentes y potenciales

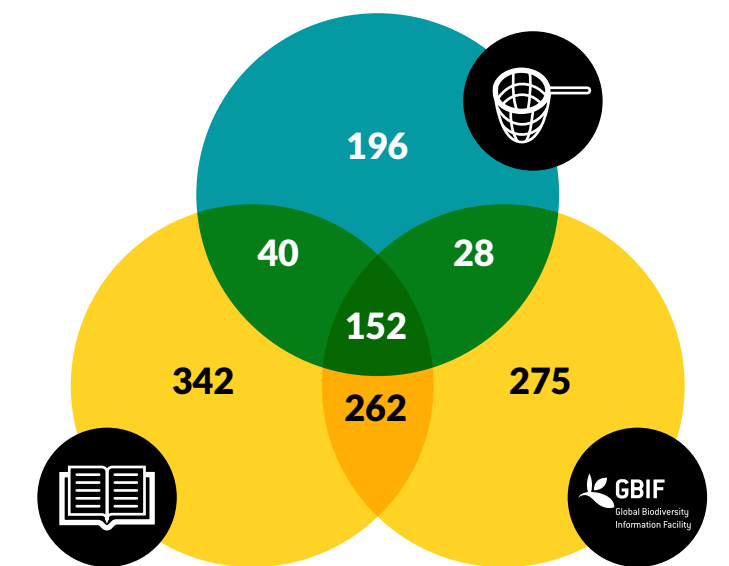


Figura 25. Número de especies registradas en la Ecoreserva Centenario La Pacora a partir de muestreos (círculo azul) e identificadas como potenciales a partir de GBIF y literatura (círculos naranja)



Figura 24. Número de especies reportadas durante los muestreos rápidos de biodiversidad en la Ecoreserva Centenario La Pacora. Tomada del Catálogo de imágenes y sonidos Ecoreserva La Pacora

Se registraron 22 especies endémicas (de las cuales 16 corresponden a peces como, por ejemplo, los peces totumito, *Abramites eques* y el bocachico, *Prochilodus magdalenae*) y dos especies amenazadas según IUCN: el pez *Pimelodus grosskopfii* (En Peligro Crítico) y el mono cariblanco o maicero *Cebus versicolor* (En Peligro).

### Estratégico y ordenamiento Ecoreserva Centenario La Pacora

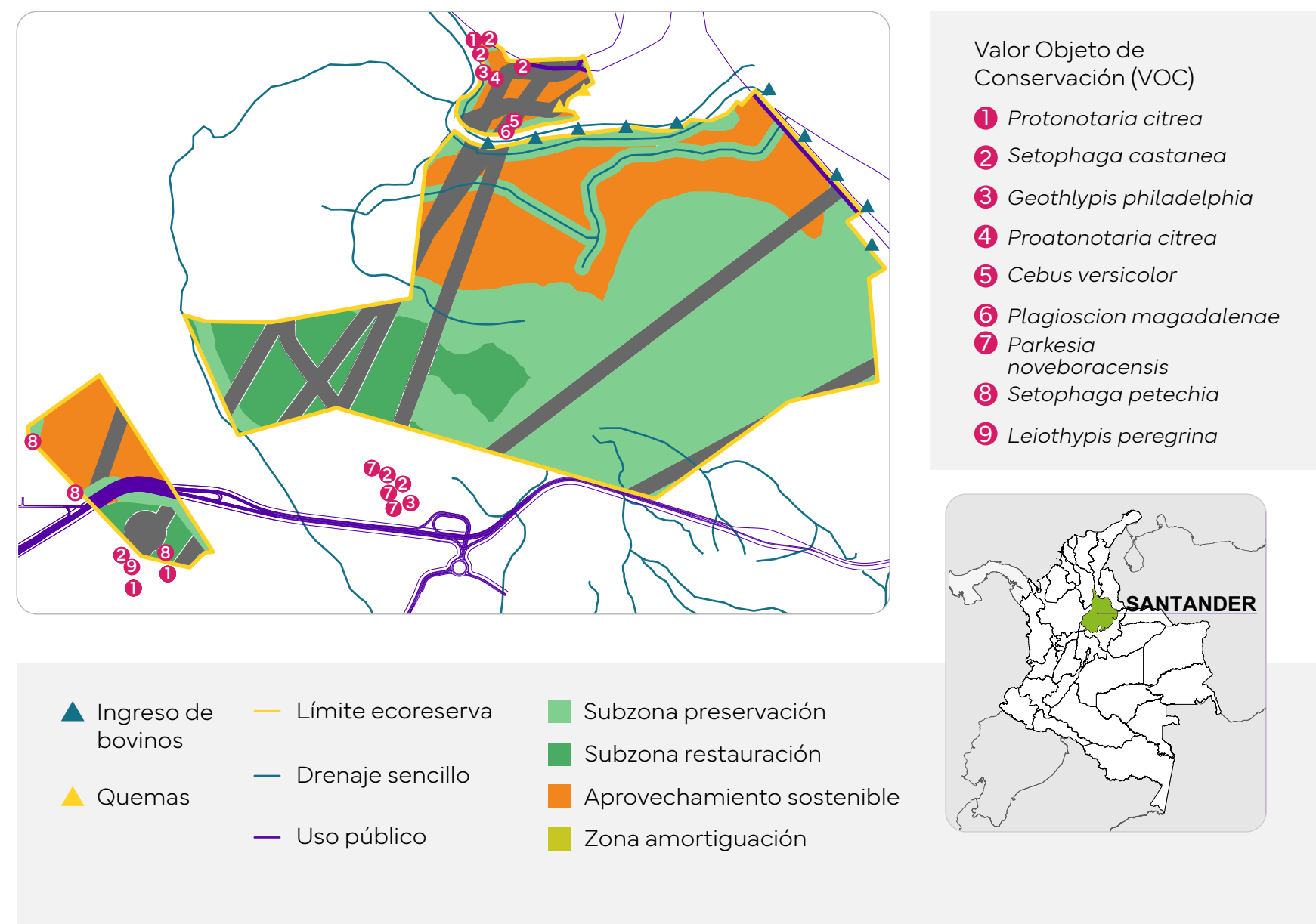
Los objetivos de conservación son recuperar y regular el servicio ecosistémico de provisión asociado a la pesca artesanal (bagre, bocachico, pacora, entre otros) para una mejor gestión de los humedales y el bienestar y sustento de las comunidades; aumentar la conectividad de las áreas naturales en cantidad y calidad de hábitat para la fauna asociada a los humedales; y promover la investigación y conservación de especies emblemáticas, endémicas y migratorias.

Los VOC seleccionados por los profesionales de Ecopetrol son: 1. Servicio ecosistémico de provisión (pesca) (incluye bagre, bocachico, tortuga de río), 2. Manatí del caribe (*Trichechus manatus*), 3. Pez pacora (*Plagioscion*

*magdalenae*), 4. Felinos (ocelote, tigrillo, puma), 5. Mono cariblanco (*Cebus versicolor*) y 6. Aves reinitas migratorias (familia Parulidae). Para lograr conservar estos VOC, la Ecoreserva va a contar con una zona de conservación con una extensión de 232 ha, de uso sostenible de 79 ha, la de amortiguación de 13 ha

y de uso intensivo e infraestructura de 68 ha (figura 26).

El plan de biodiversidad y fortalecimiento cuenta con seis valores objeto de conservación, seis objetivos de conservación, 18 metas, 20 acciones, 22 actividades principales, 83 sub actividades sugeridas y 125 indicadores. El Instituto Humboldt y Ecopetrol priorizaron, para



**Figura 26.** Zonificación ambiental de la Ecoreserva Centenario La Pacora

**Tabla 6.** Actividades priorizadas para los dos primeros años de implementación del plan de biodiversidad y fortalecimiento de la Ecoreserva Centenario La Pacora

#### Actividades priorizadas Ecoreserva Centenario La Pacora

Actividad 1. Fortalecer el programa de monitoreo participativo (en casa y en los humedales) que involucre a los pescadores y sus familias de las comunidades pertenecientes al área de influencia de la Ecoreserva (sugerida por WCS)

Actividad 2. Fortalecer la asociatividad y cooperación en las comunidades para el uso y manejo del servicio ecosistémico de provisión asociado a la pesca en el área de influencia de la Ecoreserva

Actividad 7. Desarrollar investigaciones sobre el manatí del caribe (*Trichechus manatus*) el estado de su hábitat y sus poblaciones en los humedales en la Ecoreserva y su área de influencia (Caicedo-Herrera et al., 2004)

Actividad 9. Definir e implementar acciones de conservación de manera participativa con las comunidades y otros actores para favorecer la supervivencia de la población local de manatí del caribe (Caicedo-Herrera et al., 2004) (sugerida por WCS)

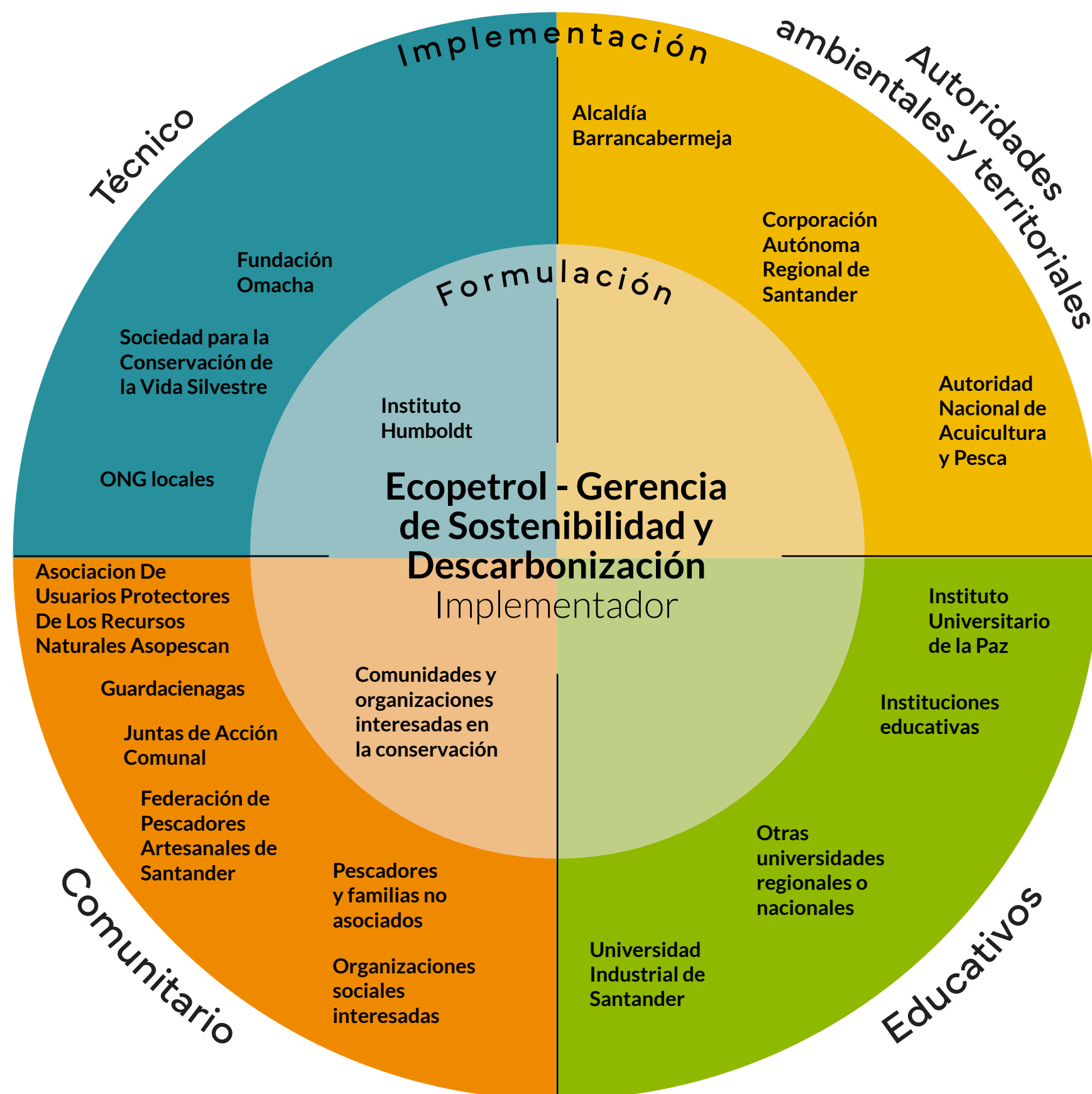
Actividad 12. Desarrollar investigaciones sobre las poblaciones de la pacora en el Caño San Silvestre en la Ecoreserva y su área de influencia

Actividad 13. Implementar un programa de educación y apropiación para reducir la sobrepesca de la pacora en el Caño San Silvestre en la Ecoreserva y su área de influencia (sugerida por WCS)

Actividad 14. Desarrollar un análisis de ocupación de los felinos en la Ecoreserva y su área de influencia

Actividad 15. Diseñar un programa e implementar acciones para el mejoramiento y enriquecimiento vegetal que facilite el paso de felinos





**Figura 27.** Diagrama de los actores claves para el plan de biodiversidad y fortalecimiento de la Ecoreserva Centenario La Pacora

el plan de biodiversidad y fortalecimiento, actividades para los dos primeros años (tabla 6) que involucren a la comunidad, al manejo de las amenazas, al uso sostenible y restauración de los ecosistemas presentes en la Ecoreserva.

### Gobernanza Ecoreserva Centenario La Pacora

Para la Ecoreserva Centenario La Pacora es de importancia tener en cuenta los procesos que ya se vienen desarrollando previamente y donde se vinculan distintos actores de importancia alrededor de la conservación (figura 27). El principal ejemplo de esto es la Mesa para la conservación del bagre rayado, en donde se encuentran actores nacionales como el Ministerio de Ambiente y la AUNAP, actores territoriales como las alcaldías y la CAS, fuerza pública, actores empresariales como Ecopetrol, ONG como Fundación Humedales y WCS, y actores comunitarios que basan su economía en la actividad pesquera.

Con esto se busca tender puentes entre las comunidades y los actores que pueden ofrecer programas que apunten a resolver necesidades que impactan la protección de los VOC. Por ejemplo, en el Plan de Desarrollo de la Alcaldía de Barrancabermeja

se plantea desarrollar un programa de monitoreo de la calidad del agua en el cual se puede buscar la participación de las personas que formaron parte del monitoreo participativo llevado a cabo en el Convenio Fibras. Así mismo, dicho plan tiene programas como la inclusión productiva de pescadores artesanales y productores rurales y desarrollo de los sectores pesquero artesanal y agropecuario, a partir de los cuales se pueden buscar soluciones para disminuir presiones como el ingreso de búfalos en la Ecoreserva.

### Modelo de negocio verde, propuestas de valor de las Ecoreservas en el marco del turismo científico de naturaleza: “Ecoreserva Centenario La Pacora: laboratorio anfibio”.

Las personas que visiten la Ecoreserva Centenario La Pacora podrán aprovechar el entorno del complejo cenagoso de la cuenca del Magdalena y la red de humedales que la conforman. Este espacio es ideal para desarrollar procesos de investigación de las dinámicas socioecológicas y la biodiversidad que caracterizan en este ecosistema anfibio del Magdalena Medio y las acciones requeridas para su conservación.

### 03. Aporte de las Ecoreservas a la conectividad del paisaje

A nivel de paisaje, las Ecoreservas potenciales pueden aportar a la conectividad en los territorios que se encuentran, las cuales junto con las áreas naturales y protegidas permiten planear e implementar prioridades para la restauración, preservación y uso sostenible. En el Piedemonte-Casanare, la configuración espacial de las Ecoreservas podría funcionar como un corredor siempre y cuando se añadan más elementos que logren conectividad estructural entre las tres áreas protegidas principales. Por ejemplo, la Ecoreserva El Tucán y la futura Ecoreserva Cusiana, que cuentan con una proporción alta en cobertura de bosque de galería y que además se encuentran en veredas que generan ganancia de conectividad a la región, podrían a futuro aportar al mantenimiento de ciertos corredores riparios de las tierras altas con las áreas con alta naturalidad y el bosque de galería en las tierras más bajas, propiciando el intercambio de flujos ecológicos que está determinado por el gradiente altitudinal.

Las Ecoreservas del Magdalena Medio pueden ser promotoras de conectividad

inter áreas protegidas en escalas más detalladas y servir como puentes (*p.e stepping stones*) entre otros parches que ofrecen mejores recursos, además de contribuir con la disponibilidad de hábitat para muchas especies. La Ecoreserva Centenario La Pacora que se encuentra dentro del área protegida Distrito Regional de Manejo Integrado Humedal San Silvestre (DRMI) del Humedal San Silvestre y en la vereda Campo Galán (con el nivel más alto en conectividad en el municipio de Barrancabermeja), podría mejorar la conectividad entre el humedal y el río Magdalena, integrarse a la red de áreas protegidas locales y eventualmente, con estrategias de gestión, aportar a la conectividad entre las veredas con baja conectividad dentro de la región.

Por el contrario, los mayores aportes de las potenciales Ecoreservas del área del río Tillavá se dan en términos de área más que de conectividad. Los dos aspectos son en cualquier caso positivos y no presentan aumentos significativos, si bien debe pensarse en la función conectora que puedan ejercer las Ecoreservas. En este contexto sería importante por ejemplo identificar áreas que aumenten la representatividad de áreas protegidas en los ecosistemas

de la zona, de manera que las Ecoreservas puedan potenciar de manera efectiva la conectividad y la biodiversidad en general de la región. En particular se sugiere (a) a nivel de la Empresa identificar áreas de compensación que logren aportar a la conectividad de las Ecoreservas potenciales con áreas naturales o áreas protegidas y generar acciones para aumentar la cobertura natural dentro de las Ecoreservas, (b) articularse con otros actores (autoridad ambiental, entes territoriales, organizaciones de apoyo, etc.) para generar acciones que busquen aumentar la conectividad y minimizar los procesos amenazantes a los ecosistemas que se encuentran en el núcleo, (c) fortalecer acciones con la comunidad para aumentar la cobertura vegetal, consolidar corredores y reducir el nivel de resistencia que impone la matriz del paisaje y (d) promover procesos de implementación de herramientas de manejo del paisaje en áreas productivas que generen mayor conectividad entre las áreas.

En el Piedemonte-Meta las Ecoreservas presentan un aporte bajo en términos de la conectividad general de la región, lo que se explica primero por su extensión, la cual representa un porcentaje muy bajo del área total y por otra parte, debido

Ecoreserva La Danta ▶



a que se encuentran a distancias considerables de las áreas protegidas y naturales, además en medio de una matriz bastante transformada por elementos que han modificado el paisaje como el cambio en el uso de la tierra, crecimiento urbano, vías e infraestructura asociada a la extracción de hidrocarburos. Sin embargo, cabe resaltar la existencia de

Reservas Naturales de la Sociedad Civil (RNSC), Parques Naturales Regionales y otras que puedan fortalecer la red que conforma el Sistema Regional de Áreas Protegidas (SIRAP).

Finalmente, las Ecoreservas potenciales en el Huila tienen un aporte bajo a la conectividad debido a que tienen baja conectividad interna, su ubicación

no favorece la conexión con áreas naturales y áreas protegidas, se encuentran en una matriz con alto impacto humano con parches de hábitat pequeños y fragmentados con ausencia de corredores que los conecten. Asimismo, la forma en que se organizan espacialmente las Ecoreservas es poco exitosa para reforzar la conectividad de las áreas

protegidas, considerando los rangos de dispersión evaluados para variadas especies de fauna (p.e. aves endémicas como *Euscarthmus meloryphus*, *Euphonia concinna*). Este es un resultado esperado, teniendo en cuenta que responden a un contexto de oportunidad de conservación y no a un ejercicio de planeación sistemática para la conservación de un paisaje. Por esta razón, es recomendable evaluar dentro de la Red de Ecoreservas de qué manera otros elementos del paisaje como los corredores podrían servir como enlaces entre ellas y las áreas protegidas, y el potencial de conexión para los movimientos de especies y de otros flujos ecológicos, e incluso de provisión de servicios ecosistémicos. El potencial de las Ecoreservas recae en el diseño a futuro de redes de conectividad. Por ejemplo, se encontró que a nivel veredal, las Ecoreservas potenciales ubicadas en las Veredas San Francisco y Peñas Blancas del municipio de Neiva tienen un valor intermedio de área bien conectada; La Tribuna tiene un papel importante para lograr aumentar la conectividad en la zona, especialmente con las áreas naturales remanentes que pueden ofrecer aptitud de hábitat a las especies del BST.

Ecoreserva ASA La Guarupaya ▼



# Incidencia

La consolidación de la Red de Ecoreservas es evidencia de que a través de una gestión efectiva y planificada de la biodiversidad se pueden abordar prácticas sostenibles desde el sector empresarial, y al mismo tiempo contribuir a la conservación de la biodiversidad y las metas nacionales e internacionales de conservación asociadas, sin necesidad de comprometer el rendimiento de la actividad productiva empresarial. Lo anterior se observa, en primer lugar, en el reconocimiento de la biodiversidad y servicios ecosistémicos que se presentan en predios privados como las Ecoreservas, que en conjunto resguardan a más de 1826 especies de plantas y animales registradas, de las cuales 89 son endémicas de Colombia, 14 están en peligro de extinción según criterios nacionales y 12 según criterios internacionales. Tres Ecoreservas en particular (ASA La Guarupaya, La Danta y El Tucán) sobrepasaron registros de 500 especies durante los muestreos rápidos de biodiversidad. En segundo lugar, la conservación de 10 734 ha que contienen más de 13 biomas y ecosistemas en peligro crítico



Ecoreserva La Pacora ▼

(CR) (por ejemplo, Bosque Seco Tropical, humedales, piedemonte de la Orinoquia, entre otros).

La creación de alianzas y redes de trabajo con otras instituciones y actores favorece la construcción de acciones colectivas y metas en pro de la conservación de la biodiversidad. Es muy importante enfatizar, que para mantener las Ecoreservas se debe trabajar en colaboración o articulación con otras organizaciones locales, regionales o nacionales, que apoyen el monitoreo y el seguimiento de las acciones propuestas en el plan de biodiversidad y

fortalecimiento. Dentro de las metas a las que aporta la Red de Ecoreservas se encuentran los Objetivo de Desarrollo Sostenible 13 y 15, el ODS número 13, busca: *Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos*, ésto a través del desarrollo de acciones de conservación en ecosistemas y especies amenazadas enfocadas en investigación, manejo, educación ambiental y generación de capacidades. El ODS 15, procura: *Gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras,*

*detener la pérdida de biodiversidad*, ya que se proponen acciones para disminuir las presiones de actividades económicas y modos de vida en el entorno de las Ecoreservas, asociados a la pérdida de biodiversidad por quemas, tala, cacería entre otros. Así como acciones de diversificación productiva con enfoque en la cadena forestal y productos no maderables.

Las acciones del Plan de Biodiversidad y Fortalecimiento de las Ecoreservas permiten reconocer la conservación efectiva fuera de las áreas protegidas, y en particular en manos de actores

empresariales. Esto aporta a la repartición de responsabilidades o corresponsabilidad en los procesos de conservación y permite avanzar hacia la meta 3 del Marco Mundial Kunming-Montreal de la diversidad biológica, que plantea *“conseguir y hacer posible que, para 2030, al menos el 30 por ciento de las zonas terrestres, de aguas continentales y costeras y marinas, especialmente las zonas de particular importancia para la biodiversidad y las funciones y los servicios de los ecosistemas, se conserve y gestionen eficazmente mediante sistemas de áreas protegidas ecológicamente representativas, bien conectados y gobernados de forma equitativa, y otras medidas efectivas de conservación basada en zonas geográficas específicas (...)”*. Asimismo, estas áreas tienen el potencial de aumentar la representatividad ecológica, la conectividad y actuar como zonas de amortiguación de áreas protegidas; como ser, eventualmente, registradas como Otras Medidas Efectivas de Conservación basadas en áreas (OMECA).

La Red de Ecoreservas es una oportunidad para impulsar a otros sectores empresariales a participar en estos procesos

de conservación. Siendo un escenario para fortalecer la construcción de alianzas entre actores del sector empresarial que lleven a la consolidación de áreas conservadas de gobernanza privada, a través del intercambio de experiencias, del involucramiento de las comunidades desde la diversificación productiva en las regiones a través del uso sostenible de la biodiversidad, y la definición de métricas para el reporte de los logros en conservación empresarial, entre otros.

A partir de la búsqueda de soluciones a conflictos socioambientales surgen estrategias para resolverlos, y las Ecoreservas son un ejemplo de esto. En este sentido la conservación efectiva de la biodiversidad requiere que exista una adecuada gobernanza y gestión del área a proteger. Estas deben basarse en un arreglo entre actores que permita la toma de decisiones pertinentes, incluyentes y eficientes a su vez que la repartición de responsabilidades para el manejo, conservación y la distribución de beneficios del área definida (Borrini-Feyerabend et al., 2014). Entre estos actores con los que se aúnan esfuerzos está la academia, las autoridades y las comunidades aledañas.

## Equipo de trabajo

---

**Juliana Cortés.** Investigadora del Programa Gestión Territorial de la biodiversidad. Instituto Humboldt.

**Sandra P. Galeano.** Investigadora de Colecciones biológicas. Instituto Humboldt.

**Leidy Paola Arce.** Investigadora del Programa de Ciencias Sociales y Saberes de la Biodiversidad. Instituto Humboldt.

**Luis Santiago Castillo.** Investigador del Programa Gestión Territorial de la biodiversidad. Instituto Humboldt.

**Clara L. Matallana-Tobon.** Investigadora del Programa Gestión Territorial de la biodiversidad. Instituto Humboldt.

**Talía Waldrón.** Investigadora del Programa de Ciencias Sociales y Saberes de la Biodiversidad. Instituto Humboldt.

**Alejandra del Pilar Rodríguez.** Investigadora del Programa de Ciencias Sociales y Saberes de la Biodiversidad. Instituto Humboldt.

**Bryan Ramírez.** Investigador del Programa de Evaluación y Monitoreo de la Biodiversidad del Instituto Humboldt.

**Julián Díaz-Timote.** Investigador del Programa de Evaluación y Monitoreo de la Biodiversidad. Instituto Humboldt.

**Sergio Enrique Rojas Sánchez.** Investigador del Programa de Evaluación y Monitoreo de la Biodiversidad. Instituto Humboldt.

**Ana Yadira Guevara.** Investigadora del Programa Gestión Territorial de la biodiversidad. Instituto Humboldt.

**Mónica Díaz Gómez.** Investigadora del Programa de Ciencias Sociales y Saberes de la Biodiversidad. Instituto Humboldt.

**Camilo Andrés Correa Ayram.** Investigador del Programa de Evaluación y Monitoreo de la Biodiversidad del Instituto Humboldt.

**María Helena Olaya.** Investigadora del Programa de Evaluación y Monitoreo de la Biodiversidad. Instituto Humboldt.

**Alejandra Jaramillo Marín.** Pasante de Colecciones biológicas. Instituto Humboldt.

**Alejandro Méndez.** Investigador invitado de Colecciones biológicas. Instituto Humboldt.

**Ángela Mendoza.** Investigadora de Colecciones biológicas. Instituto Humboldt.

**Aura Eugenia Robles.** Auxiliar de de Colecciones biológicas. Instituto Humboldt.

**Carlos Montaña.** Auxiliar de de Colecciones biológicas. Instituto Humboldt.

**Daniel David Gutiérrez.** Investigador de Colecciones biológicas. Instituto Humboldt.

**Daniela Bedoya Giraldo.** Investigadora de Colecciones biológicas. Instituto Humboldt.

**Daniela García Cobos.** Investigadora de Colecciones biológicas. Instituto Humboldt.

**Eliana Barona Cortés.** Investigadora de Colecciones biológicas. Instituto Humboldt.

**Héctor Manuel Arango.** Investigador del Programa de Evaluación y Monitoreo de la Biodiversidad. Instituto Humboldt.

**Jeniffer V. Díaz.** Investigadora de Colecciones biológicas. Instituto Humboldt.

**Jimena Ramírez.** Pasante de Colecciones biológicas. Instituto Humboldt.

**Johann Stephens Cárdenas.** Investigador de Colecciones biológicas. Instituto Humboldt.

**José R. Aguilar.** Investigador de Colecciones biológicas. Instituto Humboldt.

**Juan Gabriel Albornoz.** Investigador de Colecciones biológicas. Instituto Humboldt.

**Julián Clavijo.** Auxiliar de Colecciones biológicas. Instituto Humboldt.

**Laura Nattly Tejeiro.** Investigadora de Colecciones biológicas. Instituto Humboldt.

**María Isabel Castro.** Investigadora de Colecciones biológicas. Instituto Humboldt.

**Miguel Torres.** Auxiliar de Colecciones biológicas. Instituto Humboldt.

**Nicolás Reyes.** Investigador de Colecciones biológicas. Instituto Humboldt.

**Sebastián Cifuentes Acevedo.** Investigador de Colecciones biológicas. Instituto Humboldt.

**Sebastián Pérez-Peña.** Investigador de Colecciones biológicas del Instituto Humboldt.

**Socorro Sierra.** Auxiliar de Colecciones biológicas. Instituto Humboldt.

**Laura Naranjo Pulido.** Oficina de comunicaciones. Instituto Humboldt.

**Paola Fajardo.** Oficina de comunicaciones. Instituto Humboldt.

## Productos relacionados

### Catálogo de Imágenes y sonidos.

Proyecto FIBRAS. Ecopetrol S.A., Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (2021) <http://humboldt.org.co/fibras/prensa/catalogo-imagenes-y-sonidos.html>

## Referencias

Adhikari, B., Prescott, G. W., Urbach, D., Chettri, N. and Fischer, M. (2022). Nature's contributions to people and the Sustainable Development Goals in Nepal. *Environmental Research Letter*, 17(9). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac8e1e>

Averna Valente, R., Coelho de Souza Petean, F. y Vettorazzi, C. A. (2017). Multicriteria decision analysis for prioritizing areas for forest restoration. *Cerne*, 23(1), 53–60. <https://doi.org/10.1590/01047760201723012258>

Borrini-Feyerabend G., Bueno P., Hay-Edie T., Lang B., Rasto A. gi y T. Sandwith, (2014). Cartilla sobre gobernanza para áreas protegidas. UICN Programa Mundial de Áreas Protegidas. <https://www.iccaconsortium.org/wp-content/uploads/2015/08/publication-Primeron-Governance-for-Protected-and-Conserved-Areas-2014-es.pdf>

Castillo, L.S., Correa Ayram, C.A., Matallana Tobón, C.L., Corzo, G., Areiza, A., González-M., R., Serrano, F., Chalán Briceño,

L., Sánchez Puertas, F., More, A., Franco, O., Bloomfield, H., Aguilera Orrury, V.L., Rivadeneira Canedo, C., Morón-Zambrano, V., Yerena, E., Papadakis, J., Cárdenas, J. J., Golden Kroner, R. E. y Godínez-Gómez, O.(2020). Connectivity of Protected Areas: Effect of Human Pressure and Subnational Contributions in the Ecoregions of Tropical Andean Countries. *Land*, 9(8). <https://doi.org/10.3390/land9080239>

Convertino, M., Baker, K. M., Vogel, J. T., Lu, C., Suedel, B. y Linkov, I. (2013). Multi-criteria decision analysis to select metrics for design and monitoring of sustainable ecosystem restorations. *Ecological Indicators*, 26, 76–86. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.10.005>

Correa Ayram, C. A., Etter, A., Díaz-Timote, J., Rodríguez Buriticá, S., Ramírez, W. y Corzo, G. A. (2020). Spatiotemporal Evaluation of The Human Footprint in Colombia: Four Decades of Anthropic Impact in Highly Biodiverse Ecosystems. *Ecological Indicators*, 117. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106630>

Díaz, S., Settele, J., Brondízio, E. S., Ngo, H. T., Guèze, M., Agard, J., Arneeth, A., Balvanera, P., Brauman, K. A., Butchart, S. H. M., Chan, K. M. A., Garibaldi, L. A., Ichii, K., Liu, J., Subramanian, S. M., Midgley, G. F. , Miloslavich, P., Molnár, Z., Obura, D., Pfaff, A., Polasky, S., Purvis, A., Razaque, J., Reyers, B., Roy Chowdhury, R., Shin, Y. J., Visseren-Hamakers, I. J., Willis, K. J. y Zayas, C. N. (Eds.). (2019). Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services. IPBES secretariat. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3553579>

Dudley, N. (Ed.). (2008). Guidelines for applying protected area management categories. The World Conservation Union. <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/pag-021.pdf>

Etter, A., Andrade, A., Saavedra, K. y Cortés, J. (2018). Actualización de la Lista Roja de los Ecosistemas Terrestres de Colombia: Herramienta para la gestión de los ecosistemas. En:Moreno L. A., Rueda, C y Andrade,

- G. I. (Eds.). Biodiversidad 2017. Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Fernández, I. C. y Morales, N. S. (2016). A spatial multicriteria decision analysis for selecting priority sites for plant species restoration: a case study from the Chilean biodiversity hotspot. *Restoration Ecology*, 24(5), 599–608. <https://doi.org/10.1111/rec.12354>
- González Betancourt, V. H., Vargas Pérez, A. M., Bedoya, M. A., Cerón, V., Contreras, A., González Valencia, A., Puyana Hegedus, M., Rincón Ruíz, A., Ruiz, D., Trilleras, J. M., Estrada Cely, G. E., López Barrera, E. A., Álvarez, C., Marín Marín, W. J. y Rinaudo Mannucci, M. E. (2021). Contribuciones de la naturaleza para la gente. En: Gómez-S, R. Chaves, M.E., Ramírez, W., Santamaría, M., Andrade, G., Solano, C. y Aranguren, S. (Eds.). Evaluación Nacional de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos de Colombia. (pp.370-489). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Granizo, T., Molina, M. E., Secaira, E., Herrera, B., Benitez, S., Maldonado, O., Libby, M., Arroyo, P., Ísola, S., Castro, M. (2006). Manual de Planificación para la Conservación de Áreas, PCA. TNC y USAID.
- Hockings, M., Stolton, S. y Dudley, N. (2000). Evaluating Effectiveness: A Framework for Assessing the Management of Protected Areas. The World Conservation Union. <https://portals.iucn.org/library/efiles/documents/pag-014.pdf>
- Linkov, I., Varghese, A., Jamil, S., Seager, T. P., Kiker, G. y Bridges, T. (2004). Multi-Criteria Decision Analysis: A Framework for Structuring Remedial Decisions at Contaminated Sites. En: Linkov, I. y Ramadan, A.B. (Eds), Comparative Risk Assessment and Environmental Decision Making. Nato Science Series, (IV), Earth and Environmental Sciences, (38). Springer, Dordrecht. [https://doi.org/10.1007/1-4020-2243-3\\_2](https://doi.org/10.1007/1-4020-2243-3_2)
- Malczewski, J. (2000). On the Use of Weighted Linear Combination Methods in GIS: Common and best practice Approaches. *Transactions in GIS*, 4(1). 5–22. <https://doi.org/10.1111/1467-9671.00035>
- Meißner, N. y Grote, U. (2017). Motives, opportunities, and risks for private sector investment in protected areas with international importance: evidence from German companies. *Environment, Development and Sustainability*, 19, 199–219. <https://doi.org/10.1007/s10668-015-9722-2>
- Riascos, E. (2010). El análisis multicriterio en la gestión de la biodiversidad. Universidad Nacional de Colombia.
- Rosas Ávila, J., García Romero, A., López García, J. y Manzo Delgado, L. D. L. (2015). Análisis multicriterio para la de limitación de una región árida del centro de México. *Acta Universitaria*, 25(4), 11–25. <https://doi.org/10.15174/au.2015.772>
- Santamaría Gómez, M., Roa Vargas, E., Del Río, J. S., Antelo Albertos, R., Rodríguez Cruz, H., Cruz Cárdenas, G. y Roa López, N. (Eds.). (2019). Ordenar Para Conservar. Guía para planificación de las áreas bajo protección privada de la Orinoquia. Resnatur, Fundación Cunaguaro, Corporación Ambiental La Pedregosa, Fundación Palmarito, Parques Nacionales Naturales de Colombia y Asociación de Becarios de Casanare ABC.
- Saura, S., Bastin, L., Battistella, L., Mandrici, A. y Dubois, G. (2017). Protected areas in the world's ecoregions: How well connected are they?. *Ecological Indicators*, 76, 144–158. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.12.047>
- Saura, S., Bastin, L., Battistella, L., Mandrici, A. y Dubois, G. (2018). Protected area connectivity: Shortfalls in global targets and country-level priorities. *Biological Conservation*, 219, 53–67. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2017.12.020>
- Woodley, S., Locke, H., Laffoley, D., Mackinnon, K., Sandwith, T. y Smart, J. (2019). A review of evidence for area-based conservation targets for the post-2020 global biodiversity framework. *Parks*, 25(2): 31–46. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.CH.2019.PARKS-25-2SW2.en>



Ospina Moreno, M., Chamorro Ruiz, S., Anaya García, C., Echeverri Ramírez, P., Atuesta, C., Zambrano, H., Abud, M., Herrera, C., Ciontescu, N., Guevara, O., Zarrate, D. y Barrero, A. (2020). Guía para la planificación del manejo en las áreas protegidas del Sinap Colombia. [https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Guia\\_sinap\\_acoplado.pdf](https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Guia_sinap_acoplado.pdf)

Saura, S., Bastin, L., Battistella, L., Mandrici, A. y Dubois, G. (2018). Protected area connectivity: Shortfalls in global targets and country-level priorities. *Biological Conservation*, 219, 53–67. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2017.12.020>

Woodley, S., Locke, H., Laffoley, D., Mackinnon, K., Sandwith, T. y Smart, J. (2019). A review of evidence for area-based conservation targets for the post-2020 global biodiversity framework. *Parks*, 25(2): 31–46. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.CH.2019.PARKS-25-2SW2.en>

Ospina Moreno, M., Chamorro Ruiz, S., Anaya García, C., Echeverri Ramírez, P., Atuesta, C., Zambrano, H., Abud, M., Herrera, C., Ciontescu, N., Guevara, O.,

Zarrate, D. y Barrero, A. (2020). Guía para la planificación del manejo en las áreas protegidas del Sinap Colombia. [https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Guia\\_sinap\\_acoplado.pdf](https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Guia_sinap_acoplado.pdf)



## Capítulo 02

# Propuestas para diversificar los medios de vida a partir de las plantas útiles

## Autores

—

Carolina Castellanos Castro<sup>1</sup>, Diana Pizano Gómez<sup>2</sup>, Blanca Caleño Ruiz<sup>3</sup>,  
Diana Medellín Zabala<sup>4</sup>, Jeniffer Díaz Rodríguez<sup>5</sup>, María Claudia Torres Romero<sup>1</sup>  
y Xiomara Sanclemente<sup>6</sup>

**Instituciones:** 1. Instituto Humboldt; 2. Independiente, Fundación Efecto Mariposa; 3. Universidad de Tartu, Estonia; 4. Universidad de Michigan, Estados Unidos; 5. Grupo de investigación en Fisiología del estrés y biodiversidad en plantas y microorganismos, Universidad Nacional de Colombia; 6. Ecopetrol.

# Introducción

Uno de los objetivos del Convenio de Diversidad Biológica es el uso sostenible de la biodiversidad, definido como “el uso de componentes de la diversidad biológica de una manera y a un ritmo que no conduzca a la disminución a largo plazo de la diversidad biológica, manteniendo así su potencial para satisfacer las necesidades y aspiraciones de las generaciones presentes y futuras” (CDB, 1993). Es por esto que se impulsa en territorios biodiversos para generar oportunidades económicas que a la vez contribuyan a su conservación.

Colombia es con siderado el segundo país con mayor diversidad de plantas en el mundo después de Brasil, con más de 28 mil especies, que representan el 8 % de las plantas del planeta (Bernal et al., 2019). En Colombia se ha reportado que 1142 especies de plantas tienen usos medicinales (Bernal, García y Quevedo, 2011), 703 especies de frutos silvestres comestibles (López y García, 2021), 317 especies han sido usadas como colorantes, tintes y taninos (Torres, 1983; Klinger, 1999; Herrera, 2006), 414 especies se han identificado

como maderables (López y Cárdenas, 2002; López y Montero, 2005; López et al., 2014) y 114 especies han sido empleadas como fibras (Linares et al., 2008; Rojas, 2020).

Gran parte del conocimiento de las especies nativas útiles pertenece a comunidades rurales y étnicas, su uso ocurre a escala local por medio del uso tradicional o su comercialización a pequeña escala e informal, sin grandes transformaciones o valores agregados. Este conocimiento se viene perdiendo por lo que es necesario promover iniciativas direccionadas al rescate de estos saberes y alternativas basadas en dichos usos. Adicionalmente, mucha de la biodiversidad útil se viene reduciendo y concentrando en especies estandarizadas por el mercado mundial de importaciones, subutilizando las especies adaptadas localmente. Esto pone en riesgo la seguridad alimentaria de las comunidades rurales y étnicas, al igual que otros procesos de soberanía y bienestar, incluyendo el cuidado de la salud y de los ecosistemas a través del uso sostenible de especies nativas (CDB, 2006).

Ecoreserva La Doncella ▶

En el marco del Convenio FIBRAS, el Instituto Humboldt identificó una serie de propuestas de aprovechamiento de especies vegetales considerando aspectos biológicos, económicos, comerciales, culturales y sociales en las Ecoreservas ASA La Guarupaya, Centenario La Pacora, El Tucán y La Tribuna, y sus zonas de influencia. Lo anterior con miras a promover la diversificación de los medios de vida de las comunidades locales y la conservación de la flora de los territorios y sus conocimientos asociados.



# Metodología



1

## Paso 1. Revisión de información secundaria de plantas útiles registradas en la zona de estudio

- a. Búsqueda de literatura sobre la región
- b. Consolidación de registros biológicos de especies de plantas
- c. Revisión de la cartografía de la región de interés



2

## Paso 2. Expediciones a las Ecoreservas y áreas aledañas

- a. Recorridos en coberturas naturales conservadas o secundarias con guías de la región para recolectar especímenes biológicos de plantas útiles y depositarlos en el herbario Federico Medem Bogotá
- a. Visitas a fincas y mercados locales para conocer especies cultivadas por las comunidades
- a. Recolección de frutos y semillas de especies de especial interés para realizar pruebas de viabilidad, y análisis bromatológicos
- a. Talleres con las comunidades locales para socializar resultados y adicionar nuevas especies a la lista consolidada a través de expediciones y visitas
- a. Talleres de negocios verdes para identificar iniciativas de interés de la comunidad a partir del aprovechamiento sostenible de la biodiversidad



3

## Paso 3. Priorización de especies útiles

Criterios que se tuvieron en cuenta:

- a. Especies nativas, presentes en áreas de las Ecoreservas o en su zona de influencia
- b. En el caso de las propuestas de valor asociadas a la oferta gastronómica, que el uso principal de las especies sea alimentario, y que tengan características de palatabilidad
- c. Especies con un papel en procesos de restauración ecológica en ecosistemas estratégicos
- d. Especies que no se encuentren en ninguna categoría de amenaza de la Lista Roja
- e. Especies con una oferta de cosecha que pueda ser viable durante sus tiempos fenológicos, o que pueda ser incrementada mediante cultivo



4

## Paso 4. Identificar iniciativa económica y propuesta de valor para diversificar los medios de vida de las comunidades

Aspectos que se consideraron:

- a. Aprovechamiento de plantas (especies nativas o naturalizadas, silvestres o cultivadas) presentes en el territorio y que la comunidad conozca y utilice
- b. Opción de ejecución o ajuste, a la disponibilidad del espacio productivo o de aprovechamiento por parte de la comunidad
- c. Existencia de un nicho poblacional interesado dentro de la comunidad para ejecutarla.
- d. Posibilidad de generar algún valor agregado al producto y una oportunidad de mercado en el contexto local
- e. Contribución al fortalecimiento de servicios ecosistémicos o procesos de conservación de ecosistemas estratégicos

## ¿Qué es una planta útil?

Son todas aquellas especies vegetales que brindan contribuciones positivas o negativas a la calidad de vida de las personas. Estas contribuciones son principalmente materiales, correspondiendo a sustancias, objetos u otros que sustentan la existencia física y estructura necesaria para las sociedades (IPBES, 2019); o inmateriales, que pueden proveer inspiración o recreación.

Considerando la variedad de contribuciones que puede tener una especie útil asociada, usar un mismo lenguaje puede permitir comparar entre sitios y grupos. Uno de los estándares para clasificar los usos de las plantas es el Estándar para la Recolección de Datos de Botánica Económica (Cook, 1995), el cual provee un sistema donde los usos de las plantas en sus contextos culturales pueden ser descritos utilizando un diccionario de palabras controlado. Por ejemplo, algunas de las categorías de usos son: alimentario, aditivo alimentario, alimento animal, alimento para invertebrados, materiales, combustibles, usos sociales y venenos.

# Resultados

En las expediciones a las Ecoreservas y sus áreas de influencia se registraron 282 plantas con usos reportados, de las cuales se identificaron a nivel de especie 252. Del total de especies identificadas, 187 son nativas o se encuentran en Colombia de forma natural, y 80 son exóticas o fueron introducidas al país de forma intencional o involuntaria (figura 1).

Las especies nativas encontradas son cosechadas de poblaciones silvestres, que no han sido plantadas, como el diomate (*Astronium graveolens*), el icaco (*Chrysobalanus icaco*) y el jobo (*Spondias mombin*); pero un gran número también son cultivadas, como el anón (*Annona squamosa*), el mamoncillo (*Melicoccus bijugatus*) y el totumo (*Crescentia cujete*). Las especies

exóticas por otro lado son en su gran mayoría cultivadas, aunque algunas ya se consideran naturalizadas, es decir que pueden establecerse de forma autónoma, como: el paico (*Dysphania ambrosioides*), la planta de chucua (*Hedychium coronarium*) y la verdolaga (*Portulaca oleracea*).

El tipo de uso con el mayor número de especies reportadas en todas las Ecoreservas fue el medicinal, seguido por el alimentario, y otros con menor número de especies fueron materiales, de uso ambiental y alimento animal (figura 2). Cuatro especies nativas se registraron en las cuatro Ecoreservas: ají (*Capsicum annum*), cacao (*Theobroma cacao*), venturoja o destrancadera (*Lantana camara*), y yuca (*Manihot esculenta*); y

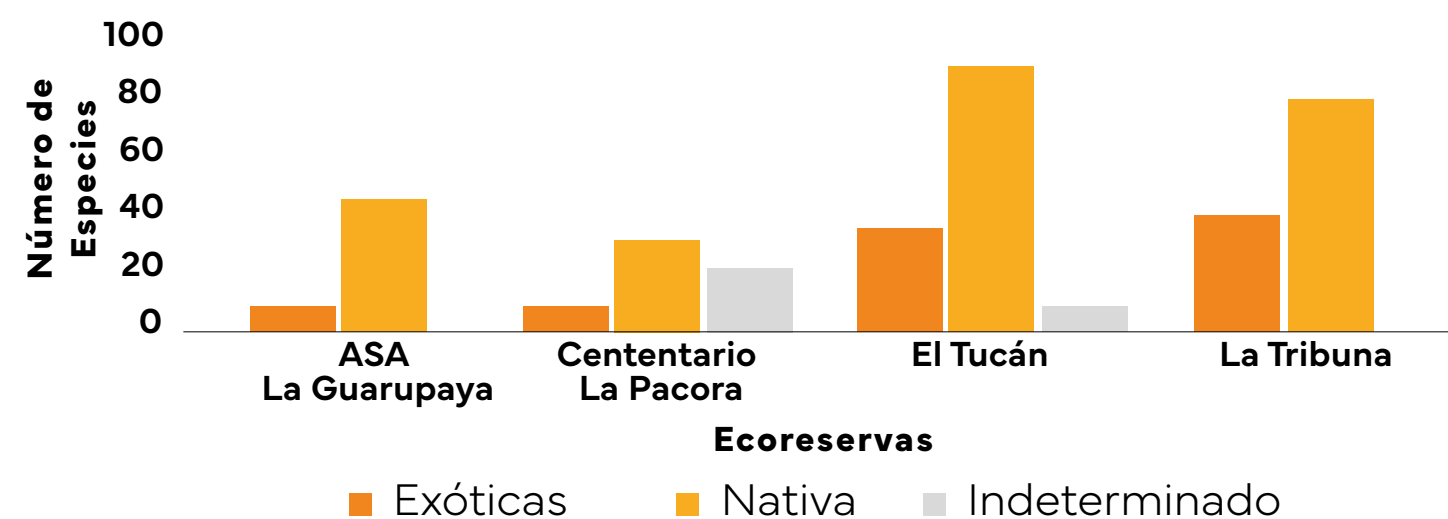


Figura 1. Número de especies de plantas con usos reportados en las cuatro Ecoreservas objeto de estudio

Tabla 1. Número de especies de plantas útiles, especímenes recolectados y depositados en el herbario FMB y especies a partir de la literatura (especies reportadas que se registraron también en campo)

Ecoreserva	Número de especies por expedición	Número de especímenes FMB	Número de especies en literatura
La Tribuna	121	171	191 (48)
El Tucán	137	66	199 (51)
Centenario La Pacora	169	62	185 (19)
ASA La Guarupaya	59	58	213 (58)

siete especies se registraron en al menos tres Ecoreservas: arazá (*Eugenia stipitata*), cilantro cimarrón o culantro (*Eryngium foetidum*), escoba (*Sida rhombifolia*), guácimo (*Guazuma ulmifolia*), guanábana (*Annona muricata*), totumo (*Crescentia cujete*) y yarumo (*Cecropia peltata*).

Se priorizaron 21 especies nativas en las cuatro Ecoreservas (figura 3), cuyo uso es reconocido por la comunidad. Para estas especies se reconoce que existe un potencial de aprovechamiento sostenible a partir de la cosecha silvestre o el cultivo, sus productos tienen un potencial de valor agregado y mercado, y pueden contribuir a las iniciativas económicas de interés para la comunidad. De este grupo, se realizaron análisis bromatológicos para 12 especies y se realizaron pruebas de viabilidad de las semillas de ocho de ellas.

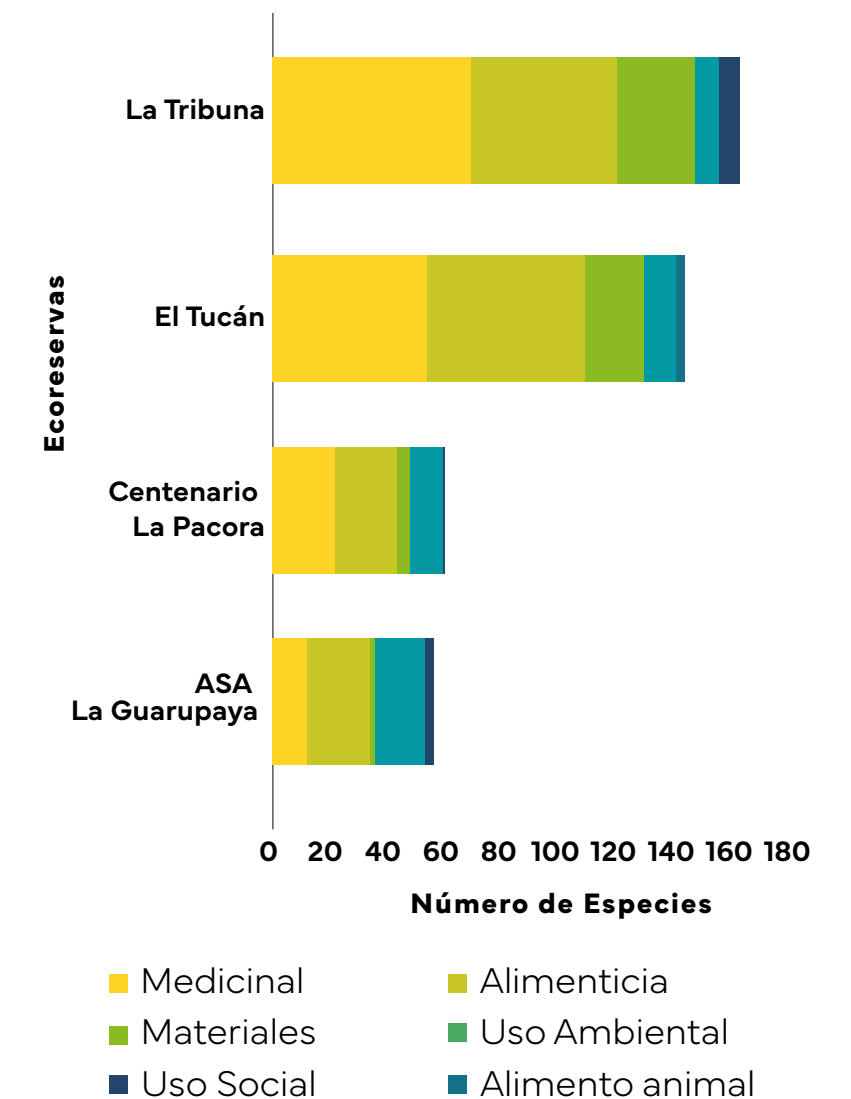


Figura 2. Distribución del número de especies de plantas entre los tipos de usos en cada una de las Ecoreservas, siguiendo el Estándar de Botánica Económica (Cook, 1995)



Madroño



Guayaba agria



Granadilla silvestre

**Ecoreserva La Tribuna**

- » Achiote (*Bixa orellana*)
- » Anamú (*Petiveria alliacea*)
- » Higuillo (*Vasconcellea shaerocarpa*)
- » Madroño (*Garcinia madruno*)
- » Maracuyá silvestre (*Passiflora foetida*)
- » Pronto alivio (*Lippia alba*)

**Ecoreserva Centenario La Pacora**

- » Algarrobo (*Hymenea courbaril*)
- » Cerezo (*Malpighia glabra*)
- » Granadilla silvestre (*Passiflora quadrangularis*)
- » Guayaba agria (*Psidium guineensis*)
- » Uva de lata (*Bactris guineensis*)



Cubarro



Mararay

**Ecoreserva El Tucán**

- » Cubarro (*Bactris maraje*)
- » Mararay (*Aiphanes horrida*)
- » Corozo (*Acrocomia aculeata*)
- » Vainilla (*Vanilla sp.*)
- » Turagua (*Annona purpurea*)



Moriche



Níspero

**Ecoreserva ASA La Guarupaya**

- » Algarrobo (*Hymenea oblongifolia*)
- » Cacay (*Caryodendron orinocensis*)
- » Caimo (*Pouteria caimito*)
- » Moriche (*Mauritia flexuosa*)
- » Níspero (*Bellucia pentamera*)

A partir de las observaciones participativas que fueron realizadas durante las expediciones, la información recopilada en las entrevistas semiestructuradas y los talleres realizados con las comunidades locales, se identificaron en cada Ecoreserva iniciativas productivas basadas en el aprovechamiento

sostenible de plantas útiles que tuvieron viabilidad e interés de la comunidad (figura 4). De estas, se seleccionó la iniciativa más viable en el contexto social local, incorporando las especies de plantas útiles priorizadas, y se generó una propuesta de valor para cada una de las Ecoreservas (figura 5).

La Tribuna	El Tucán	Centenario La Pacora	ASA La Guarupaya
<ul style="list-style-type: none"> <li>» Viveros de especies del bosque seco tropical para el enriquecimiento de procesos de restauración, forrajes y cercos vivos, plantas melíferas y barreras corta fuego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Vivero de árboles nativos</li> <li>» Cultivos agroforestales de cacao asociados a la producción de vainilla</li> <li>» Aprovechamiento de frutos y fibras de palmas silvestres</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Vivero comunitario para la producción de plantas frutales y de material para proyectos de restauración ecológica y protección de cuerpos de agua</li> <li>» Huertas caseras</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Vivero para la producción de plantas ornamentales y melíferas, hierbas aromáticas y medicinales, especies maderables y frutales nativas</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>» Red de jardines productivos de hierbas aromáticas y medicinales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Apicultura y siembra de plantas melíferas</li> <li>» Orquidiario de especies nativas del Casanare y proyectos de reintroducción de estas en fincas y coberturas boscosas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Turismo relacionado con las artes de pesca y belleza escénica de los cuerpos de agua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Huertas caseras</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>» Aprovechamiento de plantas silvestres comestibles y agro biodiversidad cultivada para la oferta eco y agro turística</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>» Turismo relacionado con las artes de pesca y belleza escénica de los cuerpos de agua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Árboles dispersos en potreros o solares de especies maderables y frutales</li> </ul>

Figura 3. Especies de plantas útiles priorizadas en cada una de las Ecoreservas

Figura 4. Iniciativas productivas basadas en la biodiversidad identificadas por las comunidades locales

## Incidencia

En los territorios rurales en los que se presenta una fuerte dependencia económica de las actividades minero energéticas, se evidenció la importancia de proponer iniciativas que promuevan una diversificación económica y que a su vez contribuyan al sostenimiento del recurso hídrico, la biodiversidad y los servicios ecosistémicos que pueden beneficiar a la comunidad, dentro de las cuales es cada vez más relevante el aprovechamiento de las plantas útiles que encontramos en la zona.

El viverismo fue una de las iniciativas productivas de interés para las comunidades aledañas en las cuatro Ecoreservas, ya que corresponde a una actividad que puede realizarse de forma comunitaria y suplir la necesidad de plantas para diferentes fines, incluyendo incrementar el conocimiento de las especies de fauna y flora, del ecosistema, y de las especies potencialmente promisorias por parte de las comunidades.

Por otro lado, considerando el potencial ecoturístico de algunas de las Ecoreservas visitadas, también es recomendable incentivar a la comunidad para que haga parte de las actividades ecoturísticas en

las regiones, integrándose en actividades de siembra, interpretación ambiental, recorridos guiados y oferta de productos elaborados con materia prima originaria de la flora nativa, y por artesanos locales. Esto aumentará el sentido de pertenencia de los habitantes hacia las Ecoreservas y, así mismo, hacia la flora nativa como proveedora de oportunidades.

La implementación de las propuestas de valor a partir del aprovechamiento de plantas útiles en cada Ecoreserva, contribuirá al cumplimiento de las políticas nacionales e internacionales relacionadas con la bioeconomía, particularmente la Meta 7 de la Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad sobre gestión sostenible y conservación de la biodiversidad en áreas productivas, la Misiones de Crecimiento Verde y Bioeconomía del país, y los Objetivos de Desarrollo Sostenible 12 - Producción y consumo responsables - y 15 - Vida de ecosistemas terrestres -.



Figura 5. Propuestas de valor identificadas para cada una de las Ecoreservas

## Equipo de trabajo

---

**Carolina Castellanos Castro.** Líder de la línea de investigación Gestión de Especies de Interés del Instituto Humboldt, con experiencia en proyectos relacionados con Listas Rojas, conservación in situ y uso sostenible de especies de flora.

**Diana Pizano Gómez.** Bióloga y cocinera profesional con experiencia en investigación de paisajes bioculturales, cocinas tradicionales y la relación entre las personas y las plantas, miembro de la Fundación Efecto Mariposa.

**Blanca Caleño Ruiz.** Investigadora del Instituto Humboldt, con experiencia en proyectos relacionados con uso sostenible de especies de flora.

**Diana Medellín Zabala.** Bióloga, estudiante de Doctorado en la Universidad de Michigan, con experiencia en la historia de diversificación de plantas Neotropicales, y en el uso y manejo de colecciones biológicas.

**Jeniffer Diaz Rodríguez.** Bióloga, estudiante de Maestría de la Universidad

Nacional de Colombia, con experiencia en fisiología de semillas, su conservación *ex situ* y aplicación en procesos de restauración ecológica en ecosistemas vulnerables.

**María Claudia Torres Romero.** Investigadora del Instituto Humboldt, con experiencia en proyectos relacionados con uso sostenible de especies de flora.

## Productos relacionados

---

**Base de datos - Plantas útiles de la Ecoreserva La Tribuna (Neiva-Huila)** - Proyecto FIBRAS. Ecopetrol S.A., Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (2022). [http://i2d.humboldt.org.co/ceiba/resource.do?r=plantasutiles\\_latribuna\\_2022](http://i2d.humboldt.org.co/ceiba/resource.do?r=plantasutiles_latribuna_2022)

**Base de datos - Plantas útiles de la Ecoreserva Centenario La Pacora (Magdalena medio)** - Proyecto FIBRAS. Ecopetrol S.A., Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (2022). [http://i2d.humboldt.org.co/ceiba/resource.do?r=plantasutiles\\_centenario\\_2022](http://i2d.humboldt.org.co/ceiba/resource.do?r=plantasutiles_centenario_2022)

**Base de datos - Plantas útiles de la Ecoreserva ASA La Guarupaya (Acacías, Meta)** - Proyecto FIBRAS. Ecopetrol S.A., Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (2022). [http://i2d.humboldt.org.co/ceiba/resource.do?r=plantasutiles\\_asa\\_2022](http://i2d.humboldt.org.co/ceiba/resource.do?r=plantasutiles_asa_2022)

**Base de datos - Plantas útiles de la Ecoreserva Cupiagua (Aguazul, Casanare)** - Proyecto FIBRAS. Ecopetrol

S.A., Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (2022). [http://i2d.humboldt.org.co/ceiba/resource.do?r=plantasutiles\\_cupiagua\\_2022](http://i2d.humboldt.org.co/ceiba/resource.do?r=plantasutiles_cupiagua_2022)

**Protocolo para el aprovechamiento del cacay (Caryodendron orinocense) en un predio ubicado en Acacias, Meta, y estudio del estado actual y potencial del mercado, con enfoque en el municipio de Acacias, Meta.** Informe técnico. Arles S.A. y Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 2022.



# Referencias

- Bernal, H., García, M. H. y Quevedo, S. (2011). Pautas para el conocimiento, conservación y uso sostenible de las plantas medicinales nativas en Colombia: Estrategia nacional para la Conservación de plantas. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial e Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. <http://hdl.handle.net/20.500.11761/31427>
- Bernal, R., Gradstein, S.R. y Celis, M. (Eds.). (2019). Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co/es/>
- Cook, F. E. M. (1995). Economic Botany Data Collection Standard. Nordic Journal of Botany, 17(3), 300-300. <https://doi.org/10.1111/j.1756-1051.1997.tb00317.x>
- Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB). (s.f.). <https://www.cbd.int/>
- Herrera, L. (2006) Elaboración de una ficha técnica para las plantas útiles usadas artesanalmente (tintes y cestería) con miras a su posterior publicación. Informe final.
- Díaz, S., Settele, J., Brondízio, E. S., Ngo, H. T., Guèze, M., Agard, J., Arneeth, A., Balvanera, P., Brauman, K. A., Butchart, S. H. M., Chan, K. M. A., Garibaldi, L. A., Ichii, K., Liu, J., Subramanian, S. M., Midgley, G. F., Miloslavich, P., Molnár, Z., Obura, D., Pfaff, A., Polasky, S., Purvis, A., Razzaque, J., Reyers, B., Roy Chowdhury, R., Shin, Y. J., Visseren-Hamakers, I. J., Willis, K. J. y Zayas, C. N. (Eds.). (2019). Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services. IPBES secretariat. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3553579>
- Klinger, W. (1999). Estudio de las especies promisorias productoras de colorantes en el trapecio amazónico. Colombia Forestal, 5(11), 15-33.
- Linares, E. L., Galeano, G., García, N. y Figueroa, Y. (2008). Fibras vegetales empleadas en artesanías en Colombia. Artesanías de Colombia y Universidad Nacional de Colombia.
- López, R. y Cárdenas, D. (2002). Manual de identificación de especies maderables objeto de comercio en la Amazonia colombiana. Instituto SINCHI. <https://sinchi.org.co/manual-de-identificacion-de-especies-maderables-objeto-de-comercio-en-la-amazonia-colombiana>
- López, R. y Montero, M. I. (2005) Manual de identificación de especies forestales en Bosques Naturales con manejo certificable por comunidades. Instituto SINCHI. <https://sinchi.org.co/index.php/manual-de-identificacion-de-especies-forestales-con-manejo-certificable-por-comunidades>
- López, R., Pulido, E. N., González, R. O., Nieto, J. E. y Vásquez, M. Y. (2014). Maderas. Especies comercializadas en el territorio CAR. Guía para su identificación. Editorial Universidad Distrital Francisco José de Caldas y Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca.
- López Diago, D. y García Castro, N. J. (2021). Frutos silvestres comestibles de Colombia: diversidad y perspectivas de uso. Biota Colombiana, 22(2), 16-55. <https://doi.org/10.21068/c2021.v22n02a02>
- Triana-Rojas, M., Cortés, C. A. y Noguera, M. (2020). Plantas y hongos útiles de Colombia. Evaluación del estado de los desarrollos bioeconómicos colombianos en plantas y hongos. Royal Botanic Gardens Kew, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y British Council.
- Torres, J. H. (1983). Contribución al conocimiento de las plantas tánicas registradas en Colombia. Universidad Nacional de Colombia.



## Capítulo 03

# Caracterización genética y genómica de los microorganismos en ambientes asociados a hidrocarburos

## Autores

—  
Paola Pulido-Santacruz<sup>1</sup>, Erika Garcia-Bonilla<sup>1</sup>, Nicolas Echeverry Montaña<sup>2</sup>, Sandra Enrique Delgado<sup>3</sup>, Natalia Bolaños Cristancho<sup>2</sup>, Paola Montoya<sup>1</sup>, Eduardo Tovar<sup>1</sup>, Camilo Quiroga<sup>1</sup>, Vladimir Sandoval<sup>1</sup>, Diana Farfán Villanueva<sup>3</sup>, María Juliana Salcedo<sup>4</sup>, Julia Raquel Acero Reyes<sup>4</sup>, Jhorman Alexis Niño<sup>4</sup>, Martha Cárdenas Toquica<sup>2</sup>, Silvia Restrepo<sup>2</sup>, Xiomara Sanclemente<sup>4</sup>, Nicolas Pinel Pélaez<sup>3</sup> y Mailyn Gonzalez<sup>1</sup>

**Instituciones:** 1. Instituto Humboldt; 2. Universidad EAFIT; 3. Universidad de los Andes; 4. Ecopetrol.

◀ Ecoreserva La Pacora

# Introducción

Cultivos de microorganismos ▶

Dos grandes hitos en el surgimiento de la microbiología como ciencia fueron el reconocimiento, por parte de Anton van Leeuwenhoek, sobre la ubicuidad de los organismos microscópicos y la capacidad de cultivar microorganismos en medios sintéticos como resultado de los esfuerzos pioneros de Robert Koch (para una exploración de la historia de la microbiología, consultar Brock, 1961). Desde el inicio de las investigaciones microbiológicas se reconoció que los medios de cultivo proporcionaban un submuestreo significativo de la real diversidad microbiana (Razumov, 1932; Pace, 1997), sin embargo, durante la mayor parte de la historia de la microbiología, el estudio de los microorganismos se ha basado en la exploración de su biología en cultivos de laboratorio. Este enfoque se ajustó hacia exploraciones moleculares desde que la secuenciación comparativa de marcadores taxonómicos fue introducida por Woese y Fox (1977) para desentrañar relaciones filogenéticas entre microorganismos. Su aplicación para el estudio de comunidades microbianas reveló un universo microbiano no asequible a través de técnicas de cultivo

convencionales. La aparición de tecnologías de secuenciación de alto rendimiento a mediados de los años 2000 y su aplicación al estudio de la ecología microbiana (revisado en sus inicios por Pérez-Losada et al., 2007 y más recientemente por Pérez-Cobas et al., 2020) revolucionó el entendimiento del mundo microscópico, su diversidad y su complejidad, reorganizando de manera extensa el árbol de la vida (Hug et al., 2016).

En la actualidad existe un creciente interés por la caracterización de microorganismos en yacimientos, reservorios de petróleo y campos petrolíferos (Silva et al., 2013, Hernández-Torres et al., 2016, Rodríguez-Salazar et al. 2021). Por un lado, reconociendo que la biodegradación microbiana de los hidrocarburos tiene implicaciones significativas en la calidad y producción del petróleo, con importantes consecuencias económicas para la industria (p. ej. van Hamme et al., 2003). Por otro lado, la diversidad y función de los microorganismos en ambientes asociados a hidrocarburos tiene importantes implicaciones en procesos de biorremediación. Por ejemplo,

a partir del rastreo de actividades enzimáticas es posible identificar genes específicos o productos beneficiosos involucrados en la degradación de hidrocarburos, estos productos pueden ayudar a manejar desastres naturales o desastres causados por la explotación petrolera (Rodríguez-Salazar et al., 2021); generando una valiosa cantidad de información sobre la acción de los microorganismos hacia los hidrocarburos.

En una alianza entre el Instituto Humboldt, Ecopetrol S.A., la Universidad de los Andes y la Universidad EAFIT, se presenta en este documento los métodos y resultados de la caracterización de microorganismos (cultivables y no cultivables) en ecosistemas estratégicos o de alto valor que garantizan servicios ecosistémicos. Para esto, se recolectaron muestras de agua, suelo y sedimentos en el marco del Contrato de Acceso a Recursos Genéticos y sus productos derivados No. 308-2021. La primera expedición se realizó en un fragmento de bosque seco tropical en la Ecoreserva La Tribuna, Huila. Esta Ecoreserva contiene cuerpos de agua, dos pozos



activos de extracción de petróleo y filtraciones naturales de petróleo. Las filtraciones naturales llaman la atención como un indicador de las acumulaciones subterráneas de petróleo y son un laboratorio viviente para estudiar cómo los procesos naturales afectan el destino de los derrames de petróleo o cómo las especies o comunidades de organismos son capaces de lidiar con la carga de sustancias tóxicas. A partir de esto, se espera pueda surgir una mejor comprensión de cómo es posible ayudar en la recuperación de la integridad y las funciones de los lugares afectados por derrames de petróleo.

La segunda expedición se realizó en un ecosistema de piedemonte, entre las fronteras de las montañas de los Andes y las sabanas de la Orinoquia, en el municipio de Aguazul, Casanare. Los ecosistemas de piedemonte, en las faldas de las montañas de Colombia, sustentan una proporción significativa de la biodiversidad al formar zonas de transición entre fronteras ecológicas y en comparación con otro tipo de ambientes, son zonas de depuración de agua y amortiguamiento de la contaminación, alta productividad primaria y

producción secundaria, lo que convierte este ecosistema en un lugar especial para el flujo de energía y nutrientes (Huang et al., 2016). Los microorganismos juegan un papel importante en ese flujo de energía y tienen una enorme capacidad para utilizar diversos tipos de sustancias orgánicas como fuente de energía, de manera que pueden llegar a reducir o eliminar la toxicidad de ciertas sustancias, por ejemplo, luego de una contingencia. La tercera expedición se desarrolló en Magdalena medio, Santander, que es tradicionalmente una de las áreas más prolíficas en reservas hidrocarburíferas de la Cordillera de los Andes. El análisis sobre la diversidad y función de los microorganismos en estos ecosistemas asociados a altas concentraciones de hidrocarburos tiene importantes implicaciones en procesos de biorremediación (Pal et al., 2019).



Recolección muestra de agua ▶

# Metodología

La culturómica es un método que permite describir la composición microbiana mediante el uso de diversas condiciones de cultivo selectivo o de enriquecimiento junto con la identificación de espectrometría de masas MALDI-TOF (Lagier et al., 2012). Este método se introdujo para optimizar las condiciones de cultivo y para demostrar

▼ Genética y genómica de microorganismos



que todos los microorganismos se pueden cultivar utilizando las condiciones y herramientas adecuadas (Bilen et al., 2018). La culturómica nació para potenciar el estudio del microbioma humano, sin embargo, actualmente se está expandiendo a otras áreas de estudio donde los microbios se enfrentan a condiciones adversas (Sood et al., 2021). Por ejemplo, un estudio culturómico permitió el aislamiento de una nueva bacteria halófila (*Bacillus saliss* sp. nov.) utilizando condiciones de alta salinidad para cultivar bacterias halófilas a partir de muestras ambientales (Seck et al., 2018).

La creciente capacidad de profundizar en el estudio de las comunidades microbianas mediante técnicas independientes de cultivo ha llevado a la conclusión de que apenas se ha alcanzado a revelar las capas más superficiales de la inmensa diversidad microbiana (ver p. ej., Garza et al., 2015). Comparaciones entre las secuencias del gen del ARN 16S ribosomal (el marcador taxonómico más frecuentemente utilizado con procariontes) reconstruidas a partir de estudios de *metabarcoding* o de metagenómica *shotgun* revelan que la mayoría de los linajes de

bacterias y arqueas permanecen sin representantes en cultivos (Hug et al., 2016). El estudio de comunidades microbianas a través de metagenómica (ADN total) *shotgun* sugiere un universo microbiano aún más diverso ya que permite identificar los miembros procariontes y eucariotes de una comunidad determinada.

Por su parte, el metabarcoding constituye un poderoso método para cuantificar la biodiversidad. Este método combina dos aproximaciones: selección de marcadores moleculares estandarizados para diferentes grupos taxonómicos, y la secuenciación masiva con tecnología de alto rendimiento de estos (Taberlet et al., 2012; Ji et al., 2013). Esta técnica permite caracterizar la diversidad de un sitio a partir de una muestra ambiental como suelo, hojarasca, agua, sedimentos o polen, entre otros (Douglas et al., 2012; Schmidt et al., 2013; Valentini et al., 2016). La estandarización de esta técnica se ha concentrado en generar información para grupos de plantas, hongos, eucariotes en sentido amplio, insectos y bacterias. Para esto, se realiza una extracción del ADN extracelular presente en una muestra ambiental, se

amplifican regiones particulares de este ADN en los grupos taxonómicos de interés y se procede a su secuenciación para su posterior identificación molecular. El *metabarcoding* se ha posicionado en la literatura científica en ramas como la ecología y la conservación, debido a su poder al generar información de biodiversidad en sistemas diversos que no pueden ser estudiados con aproximaciones clásicas de taxonomía.

La metagenómica representa una estrategia metodológica y un acercamiento analítico, tradicionalmente aplicado en la ecología microbiana, que busca conocimiento sobre una comunidad ecológica sin depender del aislamiento de las distintas poblaciones que la componen (Handelsman et al., 1998). En términos etimológicos, la metagenómica alude al acceso a los reservorios genéticos más allá de un genoma individual, para el esclarecimiento de la composición taxonómica (Handelsman et al., 1998) y la reconstrucción del repertorio génico y de vías metabólicas (Felczykowska et al., 2015), proporcionando información sobre el potencial funcional de las poblaciones (Prosser, 2015).

# Resultados

## Catálogo de microorganismos

El catálogo contiene los resultados de los microorganismos cultivables (bacterias y hongos) que se lograron recuperar en las dos zonas de interés o núcleos de investigación priorizados por Ecopetrol S.A.: Magdalena Medio, Santander y Orinoquia piedemonte, Casanare. Los objetivos específicos del catálogo fueron: 1. Cultivar cepas de hongos y bacterias ambientales (principalmente de metabolismo aerobio y heterotrófico), a partir de muestras donde se haya identificado presencia (p. e. maderos naturales) o ausencia de crudo; 2. Enriquecer, cultivar, aislar y explorar el potencial biodegradador de cepas de hongos y bacterias ambientales y 3. Realizar una caracterización multidimensional, física, bioquímica (para bacterias solamente) y genética de los hongos y bacterias aislados (<http://hdl.handle.net/20.500.11761/36163>).

## Hongos

Los hongos son un grupo de eucariotes muy diverso. Estos presentan una gran variedad de formas, desde levaduras hasta cuerpos fructíferos (Bridge &

Spooner, 2001). Tienen un amplio rango de distribución en diferentes ecosistemas, colonizando todo tipo de sustratos en los cuales, participan activamente en la descomposición de materia orgánica y el ciclo de nutrientes (Domsch et al., 1980; Bridge & Spooner, 2001). Parte importante de la biología de los hongos es su potencial enzimático, que les permite adaptarse a diferentes ambientes y utilizar una gran variedad de sustratos como fuente de nutrientes (Kuees, 2015; Mikryukov et al., 2015). La digestión en los hongos ocurre de manera externa mediante la producción de enzimas extracelulares, esto ha fomentado el interés y la investigación en el uso de estos microorganismos para remover o reducir compuestos tóxicos como metales pesados, agroquímicos e hidrocarburos (Kuees, 2015); entre algunas otras aplicaciones biotecnológicas, como en la agricultura (Yao et al., 2016; Chen et al., 2019), la medicina (Shrestha et al., 2012) y la alimentación (Sánchez, 2010).

Dado que los hongos son un grupo complejo, con una alta diversidad morfológica, ecológica y filogenética, se recomienda tener información tanto

morfológica como genética para una identificación más completa y confiable (Raja et al., 2017). Gams et al., (1988), Crous et al., (2004) recomiendan que los aislamientos que hacen parte de una colección microbiológica y sus respectivos catálogos incluyan un mínimo de información uniforme y estandarizada. En este estudio, durante el proceso de descripción de morfotipos, se describieron 975 aislamientos en el Magdalena Medio y 864 en el Piedemonte de la Orinoquia (tabla 1). Para el catálogo de microorganismos se seleccionaron 200 hongos con rasgos morfológicos distintos (p. ej. morfotipos diferentes), considerando

el número de aislamientos obtenidos en cada región (p. ej. Orinoquia piedemonte, Casanare y Magdalena medio, Santander), para cada tipo de medio (p. ej. convencionales y enriquecidos) y en cada punto de muestreo. Esto con el objetivo de mantener una proporción equitativa y representativa del muestreo. La caracterización morfológica y genética de los hongos aislados se llevó a cabo en el Laboratorio de Micología y Fitopatología de la Universidad de Los Andes. Los hongos seleccionados fueron depositados en la colección biológica “Museo de Historia Natural C.J. Marinkelle-Universidad de los Andes”.

**Tabla 1.** Número de morfotipos de hongos obtenidos en Magdalena Medio y Piedemonte de la Orinoquia

Sitio de Muestreo	Número de aislamientos	Matriz ambiental		
		Agua	Suelo	Sedimento
<b>Magdalena Medio</b>	846 Aislamientos en medios convencionales	58 (6,8 %)	404 (47,8 %)	384 (45,4 %)
	129 Aislamientos en medios enriquecidos con crudo	17 (13,2 %)	57 (44,2 %)	55 (42,6 %)
<b>Piedemonte de la Orinoquia</b>	735 Aislamientos en medios convencionales	66 (9,0 %)	382 (52,0 %)	287 (39,0 %)
	129 Aislamientos en medios enriquecidos con crudo	42 (32,6 %)	64 (49,6 %)	23 (17,8 %)

## Bacterias

Las bacterias son microorganismos procariotas unicelulares, ubicuos, ecológicamente prevalentes y metabólicamente versátiles. Las bacterias son esenciales para la regulación de nutrientes, a través de la participación multisistémica en los ciclos biogeoquímicos (Atlas y Bartha, 2002). A pesar de que el tamaño de las células bacterianas es de pocas micras (1µm-5µm), las formaciones de estructuras en colonias permiten el acercamiento a la visualización del amplio rango de morfologías, que varía en función de su hábitat o medio de cultivo. La diversidad y riqueza bacteriana de un ecosistema puede ser evaluado a través de las características fenotípicas de sus individuos en función de su fisiología y las relaciones bioquímicas con los componentes abióticos de su hábitat; a través del estudio de sus rutas metabólicas y las relaciones con sus ciclos biogeoquímicos (Wu et al., 2017; Lors et al., 2010; Begon et al., 2006).

Para el catálogo se seleccionaron 192 aislamientos puros, los cuales fueron caracterizados morfológica, bioquímica y genéticamente. 101 aislamientos fueron obtenidos de la expedición en el

Magdalena Medio, de los cuales, 89 fueron aislados en R2A 0.1x y 12 en medio suplementado con crudo 1 % v/v; mientras que, 91 aislamientos fueron obtenidos de la expedición en el Casanare, de los cuales, 76 fueron aislados en R2A 0.1x y 15 en medio suplementado con crudo 1 % v/v. Las bacterias seleccionadas fueron registradas y depositadas en la Colección Biológica Universidad EAFIT (RNC 277).

### Análisis metagenómico de las comunidades microbianas

En procesos de biodegradación de hidrocarburos, se ha demostrado que el establecimiento de consorcios podría ser una de las estrategias más eficientes, debido a que la naturaleza química de este tipo de compuestos, usualmente requiere la cooperación de varias especies que tengan la capacidad de metabolizar diferentes sustratos. Adicionalmente, la mezcla de microorganismos incrementa las capacidades enzimáticas y el aprovechamiento de la producción de compuestos (p. ej., surfactantes) que pueden acelerar este proceso (Patowary et al., 2016). De acuerdo a lo anterior, en la presente investigación, se caracterizaron metagenomas provenientes de enriquecimientos microbianos que crecieron y

se mantuvieron en el laboratorio con presencia de crudo en el medio de cultivo.

Los resultados mostraron que a nivel funcional, la categoría más abundante fue producción y conversión de energía, lo que sugiere que la comunidad microbiana estaba enfocada en la degradación de sustratos que proporcionan energía y garantizarán estabilidad y crecimiento. Otras categorías importantes fueron metabolismo de aminoácidos e iones inorgánicos; procesos fundamentales para la construcción de macromoléculas y acción de enzimas claves para garantizar el funcionamiento de rutas metabólicas. En cuanto a las categorías asociadas a procesos moleculares, se identificaron proteínas relacionadas con procesos de replicación y transcripción. Por otro lado, a partir de los metagenomas obtenidos, se lograron ensamblar 29 genomas bacterianos. De ellos, se lograron identificar miembros pertenecientes a géneros asociados a la degradación de diferentes contaminantes (entre paréntesis) como *Ralstonia* (4-aminobenceno sulfato, nitrobenceno, tolueno, fenol, pentaclorofenol, etc.), *Paraburkholderia* (hidrocarburos aromáticos, 2-nitrobenzoato, naftaleno, BTEX e hidrocarburos alifáticos), *Parvibaculum* (consorcios

microbianos crecidos sobre medios de cultivo con diesel, se cree que participa en la degradación de alcanos de cadena corta y media; a este género también se le reconoce su capacidad para degradar hidrocarburos aromáticos) y *Herbaspirillum* (lodos activados y asociados a la degradación de fluoranteno, compuesto que utiliza como fuente de carbono y energía; también, se ha identificado en su genoma, la ruta metabólica responsable de la degradación de naftaleno y 4-clorofenol).

Cultivo de Hongos ▼



# Incidencia

Instrumentos de trabajo ▶

Aunque invisibles al ojo humano, los microorganismos representan un eslabón fundamental en el flujo de nutrientes de todos los ecosistemas. El entendimiento del mundo microbiano brinda una herramienta útil para el análisis y viabilidad de los servicios ecosistémicos que estos pueden ofrecer al medio que habitan. Conocer la composición base de las comunidades microbianas de un ecosistema ayuda a evaluar la efectividad de las acciones de restauración sobre los procesos ecosistémicos. Mediante la exploración de las comunidades microbianas, es también posible identificar microorganismos autóctonos con la capacidad de degradar compuestos del crudo, y de esta forma, acelerar los procesos de restauración luego de un derrame accidental.

Los catálogos de microorganismos aportan una muestra holística del potencial microbiológico y los servicios ecosistémicos que los grupos de hongos o bacterias son capaces de ofrecer (Atlas y Bartha, 2002). La caracterización completa de un consorcio o grupo de bacterias o de hongos, dentro de un catálogo, contribuye al conocimiento de la diversidad microbiana

asociada y a la búsqueda de microorganismos eficientes, los cuales cumplen con funciones especializadas de interés dentro del ecosistema (Atlas y Bartha, 2002; Jiao et al., 2021). Es de resaltar que este es el primer catálogo de su tipo para Colombia, práctico, accesible no solo para expertos sino profesionales en ciencias.

Por otro lado, conocer y explorar la diversidad microbiana puede contribuir a los objetivos de desarrollo sostenible 6 y 15, en donde conocer el potencial de los microorganismos se convierte en un insumo clave para la generación de proyectos y estrategias que contribuyan con la limpieza y conservación del suelo y agua, y de esta manera disminuir la concentración y/o presencia de compuestos que pueden impactar negativamente la salud de los ecosistemas y seres vivos. A nivel nacional, en el marco de las políticas ambientales, el estudio de la diversidad microbiana contribuye a la Gestión integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos. Los microorganismos son un componente clave en procesos de restauración, limpieza de ambientes y servicios como ciclaje de nutrientes, descomposición y producción de compuestos con potencial biotecnológico.





## Equipo de trabajo

**Sandra Enríquez Delgado.** MsC. Ciencias de la Tierra. Asistente de Investigación. Universidad EAFIT.

**Diana Farfán Villanueva.** Msc. Ingeniería. Asistente de Investigación, Universidad EAFIT.

**Nicolas Pinel Peláez.** PhD. Microbiología. Profesor. Universidad EAFIT.

**Nicolás Echeverry Montaña.** B.Sc. Biología- Profesional en proyectos de Investigación - Centro de Investigación de la Facultad de Ingeniería. Universidad de los Andes.

**Natalia Bolaños Cristancho.** B.Sc. Biología- MEd. Analista de Laboratorio. Universidad de los Andes.

**María Juliana Rodríguez.** B.Sc. Biología, M.Sc. Asistente de Investigación. Universidad de los Andes.

**Martha Cárdenas Toquica.** B.Sc. Microbiología, PhD. Postdoctorante. Universidad de los Andes.

**Silvia Restrepo Restrepo.** B.Sc. Biología, PhD. Vicerrectora de Investigación y Creación. Universidad de los Andes.

**Maily González.** B.Sc. Biología, PhD. Investigador Titular. Instituto Humboldt.

**Erika García-Bonilla.** B.Sc. Microbiología, PhD. Investigador Adjunto. Instituto Humboldt.

**Camilo Quiroga.** B.Sc. Biología, M.Sc. Investigador Asistente. Instituto Humboldt.

**Vladimir Sandoval.** B.Sc. Biología, PhD. Investigador Adjunto. Instituto Humboldt.

**Paola Pulido-Santacruz.** B.Sc. Biología, PhD. Investigador Adjunto. Instituto Humboldt.

## Productos relacionados

**Taller “Lineamientos para la evaluación de impactos por derrame con base en técnicas genómicas”,** septiembre de 2022 en Bogotá. La primera sesión del taller fue transmitida por el canal de YouTube del Instituto (<https://www.youtube.com/watch?v=9btAQp2psz4&t=572s>). El taller contó con la participación de universidades, instituciones gubernamentales y empresas, como: Universidad de los Andes, Universidad EAFIT, Pontificia Universidad Javeriana, Universidad Nacional de Colombia, Universidad Tecnológica de Bolívar, Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Ministerio de Minas y Energía, Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (SINCHI), Asociación Colombiana del Petróleo y Gas (ACP), Ecopetrol S.A. y Gran Tierra. Durante el evento, se trataron temas relacionados con el uso de herramientas genómicas y ecología microbiana, así como, flujos de trabajo para el análisis y procesamiento de datos metagenómicos.

**Catálogo de microorganismos** <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/36163>

## Referencias

Bartha, R y Atlas, R. (2002). Ecología Microbiana y Microbiología Ambiental. Addison-Wesley

Bilen, M., Dufour, J.C., Lagier, J.C., Cadoret, F., Daoud, Z., Dubourg, G. y Raoult, D. (2018). The contribution of culturomics to the repertoire of isolated human bacterial and archaeal species. *Microbiome*, 6, 94. <https://doi.org/10.1186/s40168-018-0485-5>

Bridge, P. y Spooner, B. (2001). Soil fungi: diversity and detection. *Plant and Soil*, 232, 147–154. <https://doi.org/10.1023/A:1010346305799>

Brock, T. D. (1961). *Milestones in microbiology: A collection of historical articles concerning microbiology from 1546 to 1940.* Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, N.J

Brown, E. A., Chain, F. J., Crease, T. J., Mclsaac, H. J. y Cristescu, M. E. (2015). Divergence thresholds and divergent biodiversity estimates: can metabarcoding reliably describe

- zooplankton communities?. *Ecology and evolution*, 5(11), 2234-2251. <http://doi.org/10.1002/ece3.1485>
- Chen F, M. y Chen XL. (2019). Advances of Metabolomics in Fungal Pathogen-Plant Interactions. *Metabolites*, 9(8), 169. <https://doi.org/10.3390/metabo9080169>
- Crous, P. W., Gams, W., Stalpers, J. A., Robert, V. y Stegehuis, G. (2004). MycoBank: an online initiative to launch mycology into the 21st century. *Studies in mycology*, 50(1), 19-22 [https://www.studiesinmycology.org/sim/Sim50/003-MycoBank\\_an\\_online\\_initiative\\_to\\_launch\\_mycology\\_into\\_the\\_21st\\_century.pdf](https://www.studiesinmycology.org/sim/Sim50/003-MycoBank_an_online_initiative_to_launch_mycology_into_the_21st_century.pdf)
- Felczykowska, A., Krajewska, A., Zielińska, S. y Łos, J. (2015). Sampling, metadata and DNA extraction - Important steps in metagenomic studies. *Acta Biochimica Polonica*, 62(1), 151-160. [https://doi.org/10.18388/abp.2014\\_916](https://doi.org/10.18388/abp.2014_916)
- Gams, W., Hennebert, G. L., Stalpers, J. A., Janssens, D., Schipper, M. A. A., Smith, J. y Hawksworth, D. L. (1988). Structuring strain data for storage and retrieval of information on fungi and yeasts in MINE, the Microbial Information Network Europe. *Microbiology*, 134(6), 1667-1689. <http://doi.org/10.1099/00221287-134-6-1667>
- Garza DR. y Dutilh BE. (2015). From cultured to uncultured genome sequences: metagenomics and modeling microbial ecosystems. *Cellular and Molecular Life Sciences*, , 72, 4287-4308. <https://doi.org/10.1007/s00018-015-2004-1>
- Handelsman, J., Rondon, M. R., Brady, S. F., Clardy, J. y Goodman, R. M. (1998). Molecular biological access to the chemistry of unknown soil microbes: a new frontier for natural products. *Chemistry & biology*, 5(10): 245-249. [https://doi.org/10.1016/S1074-5521\(98\)90108-9](https://doi.org/10.1016/S1074-5521(98)90108-9)
- Hernández-Torres, J., Castillo Villamizar, G. A., Salgar-Chaparro, S. J., Silva-Plata, B., Serna Daza, O., Martínez-Pérez, F., Umaña, R., Morris, L. y Fuentes, J. (2016). Prokaryotic Community Characterization in a Mesothermic and Water-Flooded Oil Reservoir in Colombia. *Geomicrobiology Journal*, 33(2): 110-117. <https://doi.org/10.1080/01490451.2015.1039674>
- Huang, X., Hu, B., Wang, P., Chen, X. y Xu, B. (2016). Microbial diversity in lake-river ecotone of Poyang Lake, China. *Environmental Earth Sciences*, 75, 965. <https://doi.org/10.1007/s12665-016-5473-0>
- Hug, L. A., Baker, B. J., Anantharaman, K., Brown, C. T., Probst, A. J., Castelle, C. J., Butterfield, C. N., Hermsdorf, A. W., Amano, Y., Ise, K., Suzuki, Y., Dudek, N., Relman, D. A., Finstad, K. M., Amundson, R., Thomas, B. C. y Banfield, J. F. (2016). A new view of the tree of life. *Nature Microbiology*, 1, 16048. <https://doi.org/10.1038/nmicrobiol.2016.48>
- Jiao, S., Peng, Z., Qi, J., Gao, J. y Wei, G. (2021). Linking bacterial-fungal relationships to microbial diversity and soil nutrient cycling. *Msystems* 6, e01052-20. <https://doi.org/10.1128/mSystems.01052-20>
- Ji, Y., Ashton, L., Pedley, S., Edwards, D., Tang, Y., Nakamura, A., Kitching, R., Dolman, P., Woodcock, P., Edwards, F., Larsen, T., Hsu, W., Benedick, S., Hamer, K., Wilcove, D., Bruce, C., Wang, X., Levi, T., Lott, M., Emerson, B. y Yu, D. (2013). Reliable, verifiable and efficient monitoring of biodiversity via metabarcoding. *Ecology letters*, 16(10), 1245-1257. <https://doi.org/10.1111/ele.12162>
- Kuees, U. (2015). From two to many: multiple mating types in Basidiomycetes. *Fungal Biology Reviews*, 29(3-4): 126-166. <https://doi.org/10.1016/j.fbr.2015.11.001>
- Lagier, J. C., Million, M., Hugon, P., Armougom, F. y Raoult, D. (2012). Human gut microbiota: repertoire and variations. *Frontiers in cellular and infection microbiology*, 2, 136. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2012.00136>
- Mikryukov, V. S., Dulya, O. V. y Vorobeichik, E. L. (2015). Diversity and spatial structure of soil fungi and arbuscular mycorrhizal fungi in forest litter contaminated with copper smelter emissions. *Water, Air & Soil Pollution*, 226, 114. <https://doi.org/10.1007/s11270-014-2244-y>

- Pace, N. (1997). A Molecular View of Microbial Diversity and the Biosphere. *Science*, 276(5313): 734–740. <http://doi.org/10.1126/science.276.5313.734>
- Pal S., Roy A. y Kazy S.K. (2019). Exploring microbial diversity and function in petroleum hydrocarbon associated environments through Omics approaches. En: *Microbial diversity in the genomic era.* (pp. 171–194). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814849-5.00011-3>
- Patowary, K., Patowary, R., Kalita, M. C. y Deka, S. (2016). Development of an Efficient Bacterial Consortium for the Potential Remediation of Hydrocarbons from Contaminated Sites. *Frontiers in microbiology*, 7, 1092. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.01092>
- Pérez-Cobas, A. E., Gomez-Valero, L. y Buchrieser, C. (2020). Metagenomic approaches in microbial ecology: an update on whole-genome and marker gene sequencing analyses. *Microbial genomics*, 6(8), mgen000409. <https://doi.org/10.1099/mgen.0.000409>
- Pérez-Losada, M., Porter, M.L., Tazi, L. y Crandall, K.A. (2007). New methods for inferring population dynamics from microbial sequences. *Infection, Genetics and Evolution*, 7(1), 24–43. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2006.03.004>
- Prosser J. I. (2015). Dispersing misconceptions and identifying opportunities for the use of ‘omics’ in soil microbial ecology. *Nature reviews. Microbiology*, 13(7), 439–446. <https://doi.org/10.1038/nrmicro3468>
- Raja, H. A., Miller, A. N., Pearce, C. J. y Oberlies, N. H. (2017). Fungal Identification Using Molecular Tools: A Primer for the Natural Products Research Community. *Journal of natural products*, 80(3), 756–770. <https://doi.org/10.1021/acs.jnatprod.6b01085>
- Razumov A. S. (1932). The direct method of calculation of bacteria in water: comparison with the Koch method. *Mikrobiologija*, 1, 131–46
- Rodríguez-Salazar, J., Loza, A., Ornelas-Ocampo, K., Gutierrez-Rios, R. M. y Pardo-López, L. (2021). Bacteria from the Southern Gulf of Mexico: baseline, diversity, hydrocarbon-degrading potential and future applications. *Frontiers in Marine Science*, 8, 625477. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.625477>
- Sánchez C. (2010). Cultivation of *Pleurotus ostreatus* and other edible mushrooms. *Applied microbiology and biotechnology*, 85(5), 1321–1337. <https://doi.org/10.1007/s00253-009-2343-7>
- Schmidt, P. A., Bálint, M., Greshake, B., Bandow, C., Römbke, J. y Schmitt, I. (2013). Illumina metabarcoding of a soil fungal community. *Soil Biology and Biochemistry*, 65, 128–132. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2013.05.014>
- Seck, E. H., Diop, A., Armstrong, N., Delerce, J., Fournier, P. E., Raoult, D. y Khelaifia, S. (2018). Microbial culturomics to isolate halophilic bacteria from table salt: genome sequence and description of the moderately halophilic bacterium *Bacillus salis* sp. nov. *New microbes and new infections*, 23, 28–38. <https://doi.org/10.1016/j.nmni.2017.12.006>
- Sood, U., Kumar, R. y Hira, P. (2021). Expanding Culturomics from Gut to Extreme Environmental Settings. *mSystems*, e0084821. Advance online publication. <https://doi.org/10.1128/mSystems.00848-21>
- Shrestha U. B. (2012). Asian medicine: A fungus in decline. *Nature*, 482(7383), 35. <https://doi.org/10.1038/482035b>
- Silva, T.R., Verde, L., Neto, E. y Oliveira, V.M. (2013). Diversity analyses of microbial communities in petroleum samples from Brazilian oil fields. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 81: 57–70. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2012.05.005>
- Taberlet, P., Coissac, E., Pompanon, F., Brochmann, C. y Willerslev, E. (2012). Towards next-generation biodiversity assessment using DNA metabarcoding. *Molecular ecology*, 21(8), 2045–2050. <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2012.05470.x>
- Valentini, A., Taberlet, P., Miaud, C., Civade, R., Herder, J., Thomsen, P. F., Bellemain, E., Besnard, A., Coissac, E.,

Boyer, F., Gaboriaud, C., Jean, P., Poulet, N., Roset, N., Copp, G. H., Geniez, P., Pont, D., Argillier, C., Baudoin, J. M., Peroux, T., ... Dejean, T. (2016). Next-generation monitoring of aquatic biodiversity using environmental DNA metabarcoding. *Molecular ecology*, 25(4), 929–942. <https://doi.org/10.1111/mec.13428>

Van Hamme, J. D., Singh, A. y Ward, O. P. (2003). Recent advances in petroleum microbiology. *Microbiology and molecular biology reviews* : MMBR, 67(4), 503–549. <https://doi.org/10.1128/MMBR.67.4.503-549.2003>

Yao, Y. Q., Lan, F., Qiao, Y. M., Wei, J. G., Huang, R. S. y Li, L. B. (2017). Endophytic fungi harbored in the root of *Sophora tonkinensis* Gapnep: Diversity and biocontrol potential against phytopathogens. *MicrobiologyOpen*, 6(3), e00437. <https://doi.org/10.1002/mbo3.437>

Yu, D. W., Ji, Y., Emerson, B. C., Wang, X., Ye, C., Yang, C. y Ding, Z. (2012). Biodiversity soup: metabarcoding of arthropods for rapid biodiversity assessment and

biomonitoring. *Methods in Ecology and Evolution*, 3(4), 613–623. <https://doi.org/10.1111/j.2041-210X.2012.00198.x>

Woese, C. R. y Fox, G. E. (1977). Phylogenetic structure of the prokaryotic domain: the primary kingdoms. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 74(11), 5088–5090. <https://doi.org/10.1073/pnas.74.11.5088>



## Capítulo 04

# Monitoreo Participativo: comunidades locales en la generación de conocimiento sobre la biodiversidad

## Autores

—

Angélica Díaz-Pulido<sup>1</sup>, Sindy Martínez-Callejas<sup>1</sup>, Yenifer Herrera Varón<sup>1</sup>, Angélica Batista<sup>1</sup>, Alejandro Hernández<sup>1</sup>, Oriana Ceballos<sup>1</sup>, Angélica Benítez<sup>1</sup>, María del Mar Ordoñez<sup>2</sup> y Xiomara Sanclemente<sup>2</sup>

**Instituciones:** 1. Instituto Humboldt; 2. Ecopetrol.

◀ Ecoreserva La Pacora

# Introducción

El monitoreo participativo es un ejercicio de investigación que involucra la colaboración entre las comunidades rurales, urbanas, comunidad científica y no científica que están interesados en realizar una investigación de la naturaleza e intercambiar conocimientos. En esta ocasión, el monitoreo participativo ha articulado investigadores del Instituto Humboldt y actores locales en las áreas de interés de Ecopetrol S.A en las regiones del Magdalena Medio y la Orinoquia. El propósito del monitoreo de la biodiversidad es medir, con el apoyo de las comunidades, el estado y tendencia de la biodiversidad y los recursos naturales.

La planificación y ejecución de esta estrategia se basó en el ciclo de monitoreo participativo de la biodiversidad, que busca que las comunidades -o monitores comunitarios- definieran el enfoque del monitoreo, establecieran metas y acciones, tiempos y métodos para la recolección de datos y herramientas que les permitieran analizar e interpretar los resultados. Conjuntamente con los investigadores del Instituto Humboldt y a través de encuentros

participativos, los monitores comunitarios identificaron las necesidades de información e intereses locales sobre la biodiversidad de su territorio. Por otra parte, las visitas de acompañamiento fomentaron el intercambio de conocimientos en temas de observación y manejo de herramientas para el registro y análisis de datos sobre biodiversidad.

Como resultado de este proceso las comunidades locales observaron, registraron e interpretaron la información, reflexionando sobre qué acciones de gestión de la biodiversidad pueden desarrollar en respuesta a los resultados y aprendizajes adquiridos. De acuerdo con lo anterior, en el presente documento se exponen la metodología implementada, generalidades sobre el ciclo de monitoreo participativo de la biodiversidad, el tipo de participación en las estrategias, los resultados alcanzados en la creación conjunta de las fases y pasos de monitoreo desarrollados con las comunidades y, los resultados obtenidos durante la implementación de las estrategias de monitoreo desarrolladas entre 2021 y 2022 en el Magdalena Medio y la Orinoquía.

Vereda la Primavera, Acacias (Meta) ▶



# Metodología

Con el propósito de realizar de una manera más estructurada el monitoreo participativo se propuso el ciclo de monitoreo participativo de la biodiversidad (Arce-Plata, et al., 2020) (figura 1). Este ciclo ayuda a organizar cómo se va a diseñar, implementar y evaluar el monitoreo de la biodiversidad, un proceso que nace del interés y las necesidades de las

comunidades locales, quienes definieron los objetos de monitoreo.

En el marco del Convenio FIBRAS el monitoreo participativo se llevó a cabo en dos localidades (figura 2), la primera de ellas, en la vereda Campo Gala del municipio de Barrancabermeja, Santander (Magdalena Medio) y, la segunda, en la vereda La Primavera del municipio de Acacías, Meta (Orinoquia).

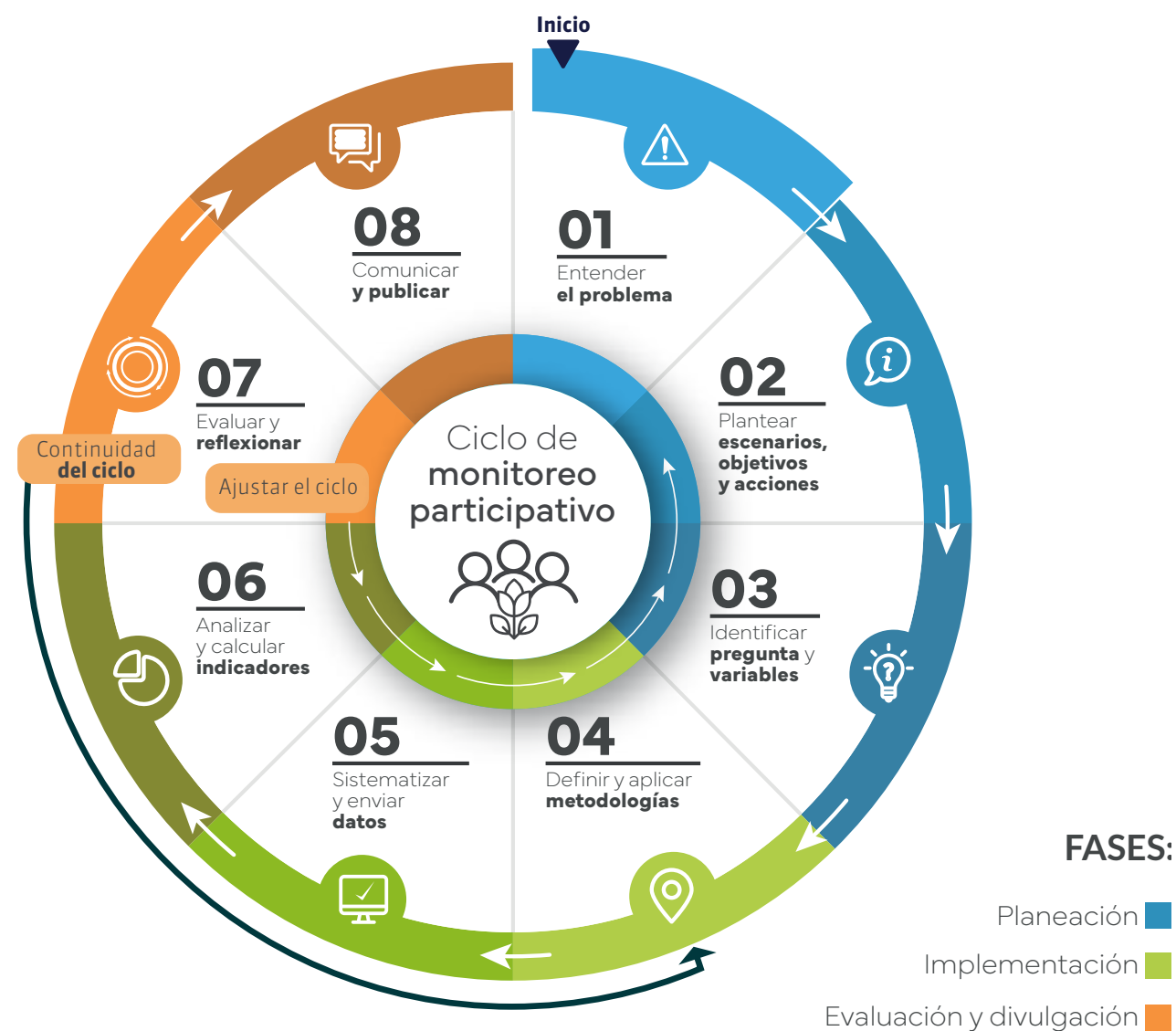
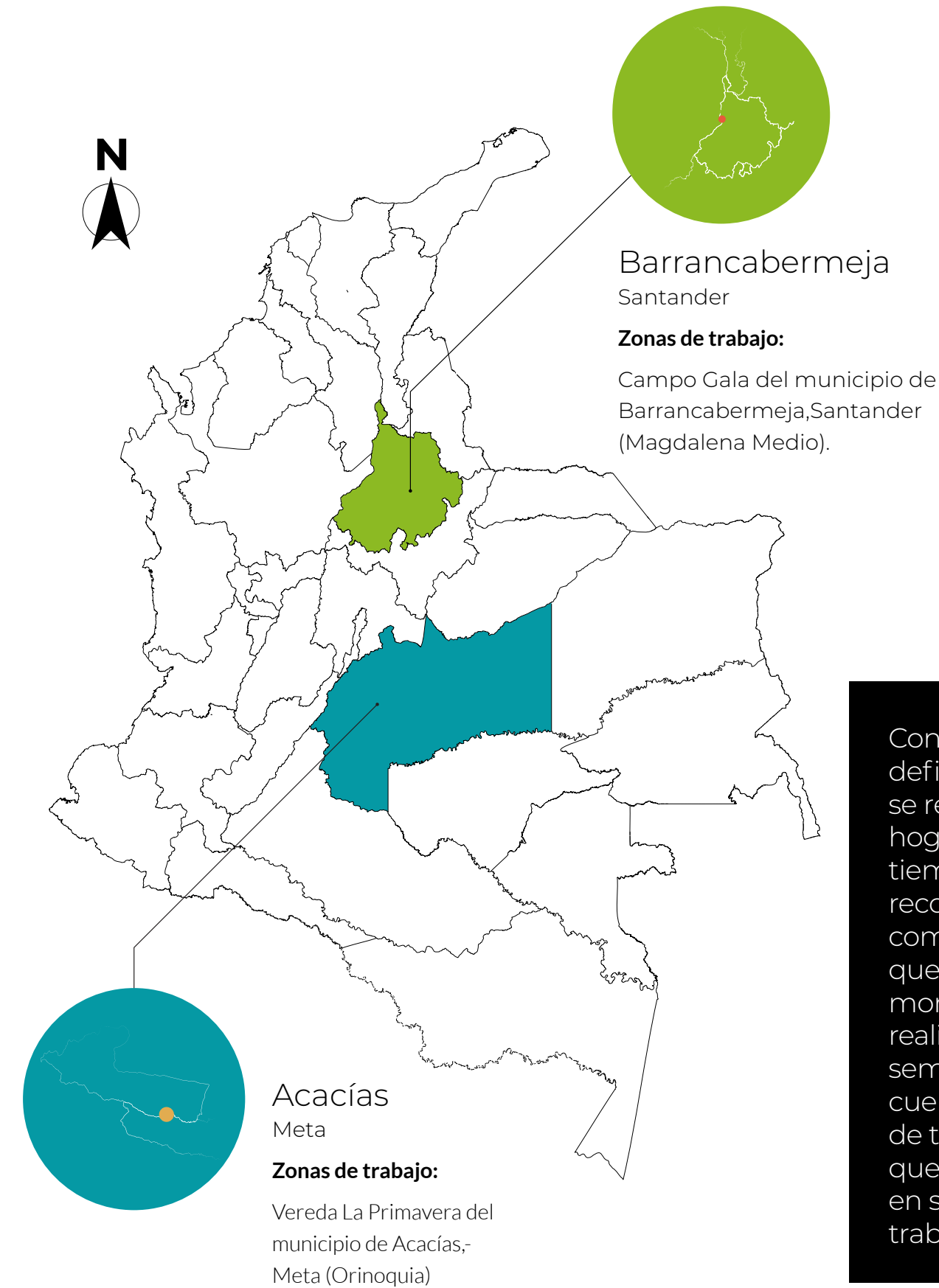


Figura 1. Ciclo de monitoreo participativo de la biodiversidad



Con los participantes se definió que el monitoreo se realizaría en sus hogares. En cuanto al tiempo de registro y recolección de datos la comunidad considero que los eventos de monitoreo debían realizarse 1 vez a la semana teniendo en cuenta su disponibilidad de tiempo y las labores que desempeñan en sus hogares, trabajo o escuela.

Figura 2. Localidades donde se desarrolló el monitoreo participativo

# Resultados

## Magdalena Medio

En esta área se contó con la participación total de 66 personas (23 hombres, 18 mujeres y 21 jóvenes) de la vereda Campo Gala entre marzo de 2021 y abril de 2022. Allí, la pregunta de monitoreo fue ¿Cuál es el estado del caño San Silvestre y las ciénagas San Silvestre y Llanito? Para resolverla se seleccionaron tres componentes asociados al recurso hídrico: la calidad del agua, el bocachico, y el manatí. Puesto que estos tres elementos son de gran importancia para la economía local, y la presencia de las especies de fauna son un indicador del estado del ecosistema. El monitoreo participativo incluyó el diseño de la libreta de campo para registrar la información (figura 3).

En el monitoreo de bocachico se realizaron cuatro capturas de la especie, en las cuales se registró el tamaño, el contorno y la presencia de anomalías como grasas o malformaciones (figura 4). El 70 % de los individuos tenían grasas en su piel y escamas; el 60 % de los individuos capturados eran hembras y el 40 % restante juvenil; el tamaño promedio fue de 21 cm de longitud y 13.3

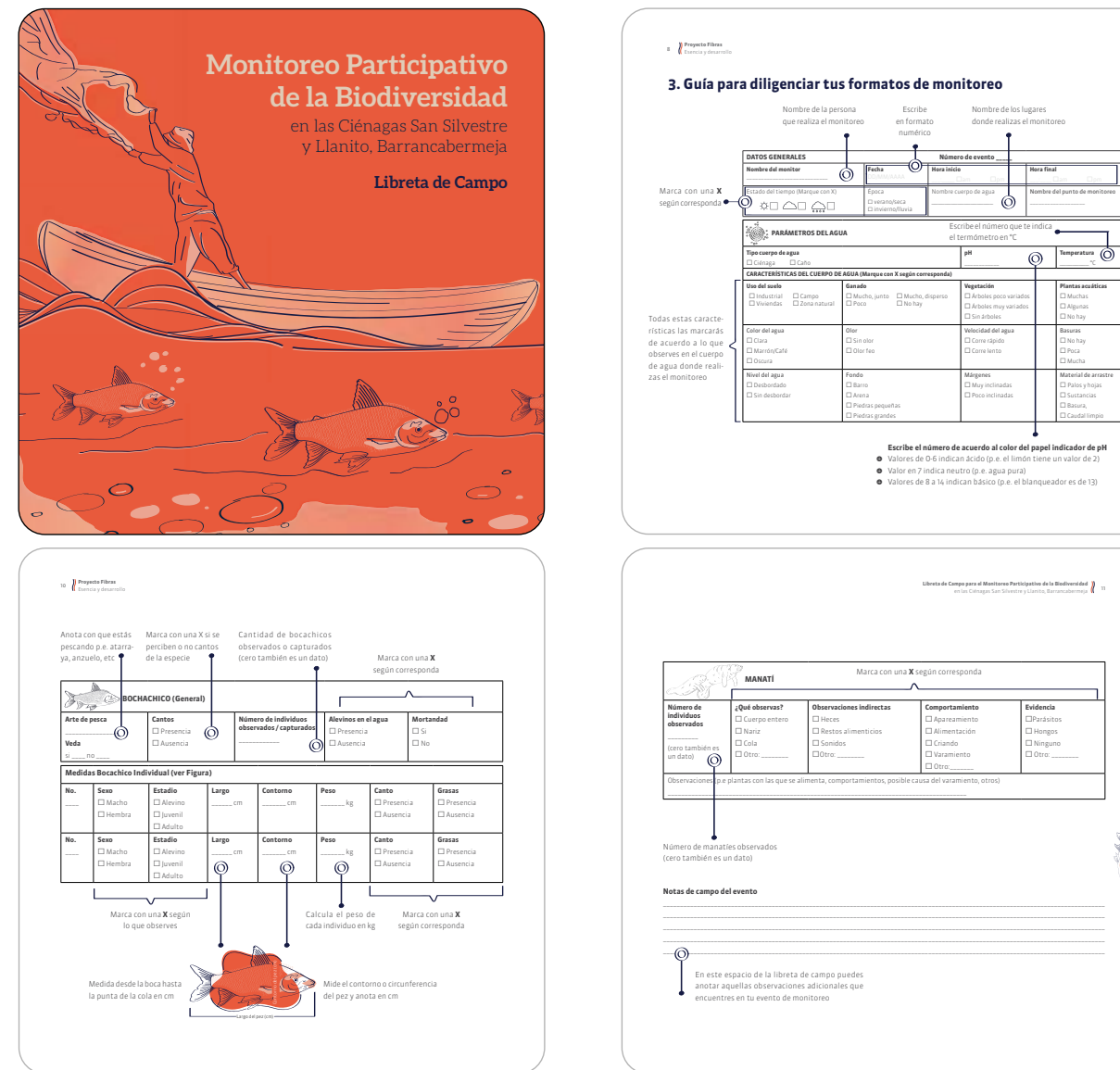


Figura 3. Contenidos de la libreta de campo del monitoreo participativo

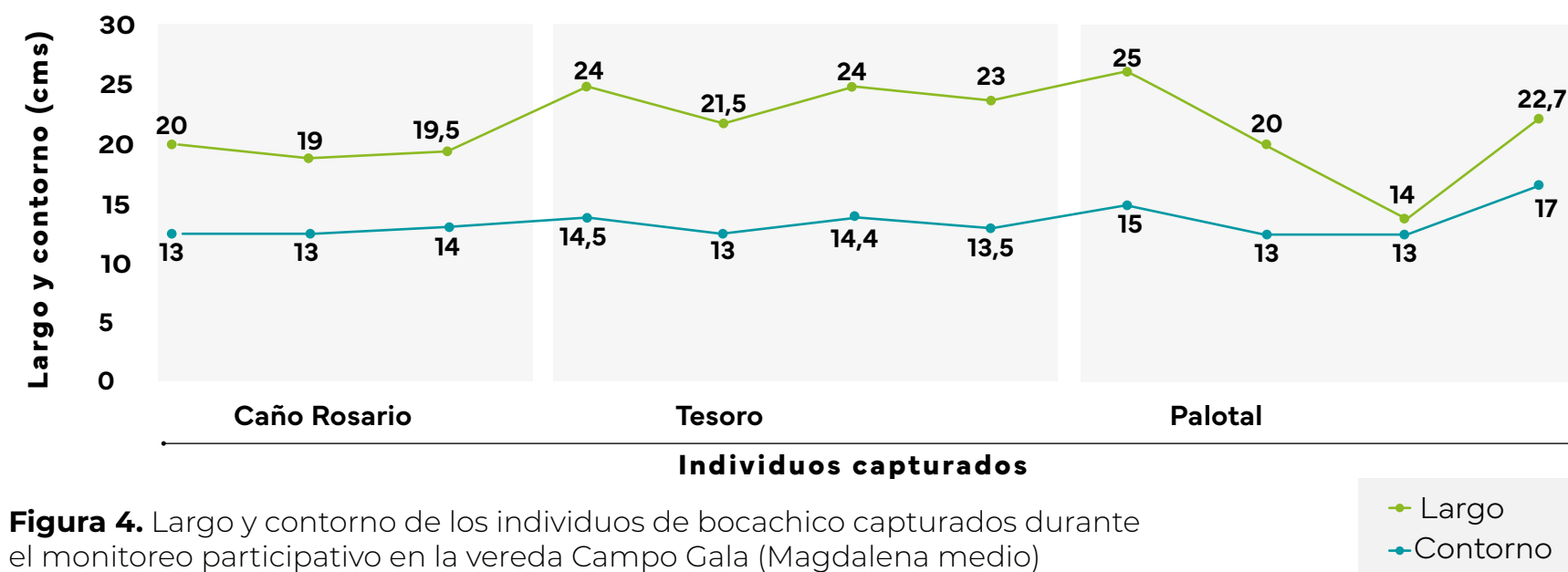


Figura 4. Largo y contorno de los individuos de bocachico capturados durante el monitoreo participativo en la vereda Campo Gala (Magdalena medio)

de contorno; por último, no se presentó ningún evento de mortandad.

Sobre el monitoreo de manatí, lo primero que se resalta es la dificultad que implica su registro pues requiere de mayor tiempo y mucho silencio, de allí que solo en una ocasión haya sido posible observar la especie de forma directa, y en los demás eventos de muestreo se registraron restos de comida. Sin embargo, la única observación directa le permitió a la comunidad confirmar que la ciénaga aún es hábitat para el manatí y lleva al planteamiento de nuevas preguntas como ¿cuál es el estado de salud de los manatíes?, ¿cuántos hay y cuántos nacen en el año?, ¿por dónde se mueven?, ¿cuáles son sus zonas de alimentación? y, ¿cómo podemos enriquecer sus zonas de alimentación?.

Por último, el monitoreo de la calidad del agua incluyó 35 eventos de muestreo distribuidos en 12 puntos estratégicos (figura 5). Durante el desarrollo del ejercicio no se presentaron emergencias de derrame de crudo, ni inundaciones extremas que pudieran modificar o afectar los resultados obtenidos. Los puntos de muestreo con más eventos fueron Palotal, Caño Rosario



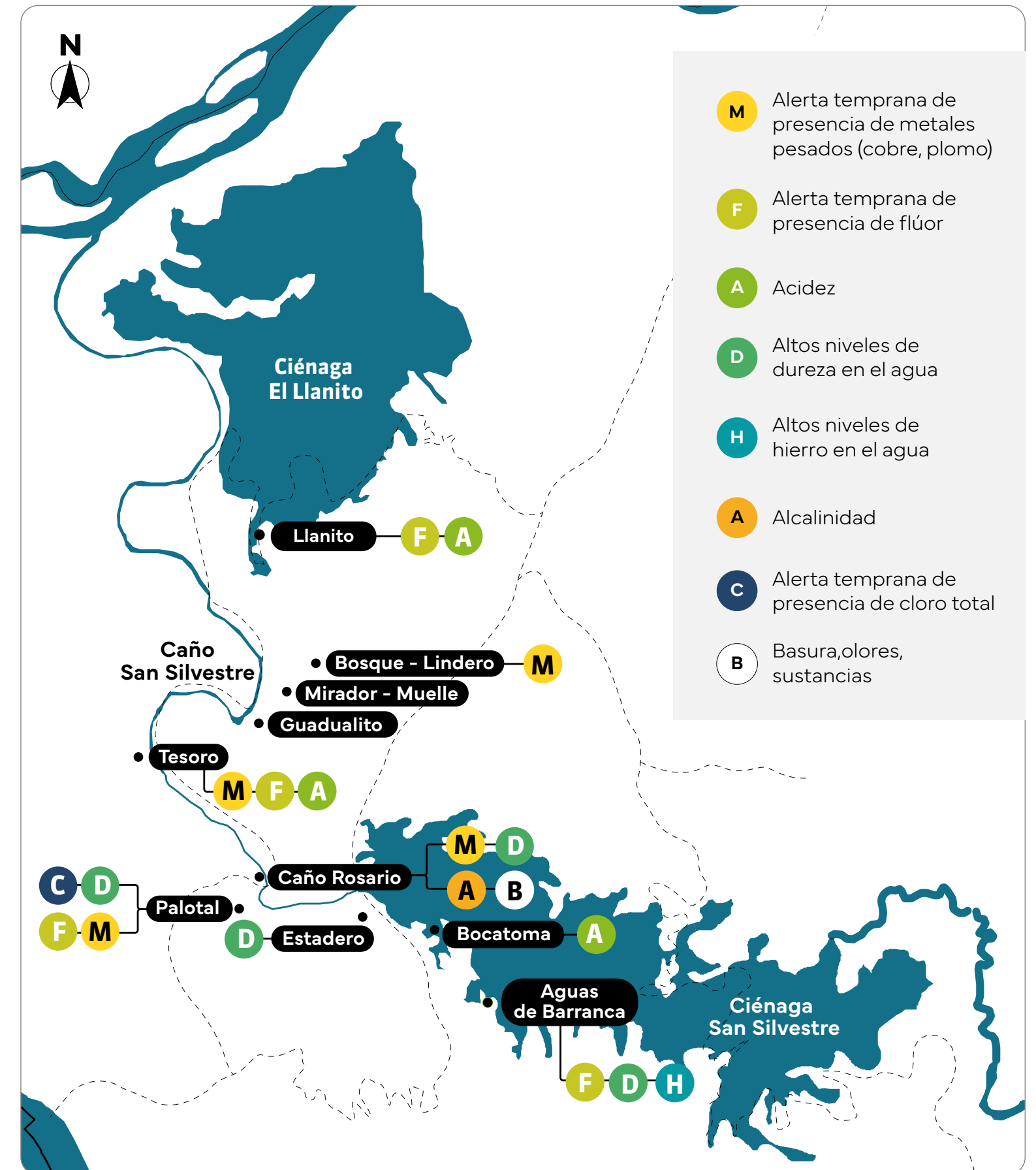


Figura 5. Puntos de monitoreo participativo en las Ciénagas de San Silvestre y el Llanito (Magdalena Medio)

Figura 6. Estado de la calidad del agua en los puntos de monitoreo participativo en las Ciénagas de San Silvestre y el Llanito (Magdalena Medio)

y Estadero. El 90 % de las aguas muestreadas en los últimos cinco meses, presentaron un nivel de acidez mínimo (pH=6).

Las zonas con mayores alertas por presencia de metales pesados fueron Palotal y Caño Rosario, donde se evidenció presencia de plomo, cobre y hierro, según los participantes esto puede deberse a que en la zona se están realizando descargas de material industrial; sobre la situación de Palotal, la comunidad considera pertinente emitir una alerta para evitar la pérdida de peces, pues allí se encuentran pequeñas islas y pastos flotantes en donde se reproducen los bocachicos. La zona de aguas de Barranca presentó un alto grado de acumulación de hierro, lo cual puede estar asociado a la descarga de lodos de sedimentación del acueducto. En la zona del Estadero se evidenció la presencia de basuras y malos olores generando una alerta temprana, especialmente porque se desarrollan actividades de turismo (figura 6).

### Orinoquia

Respecto al monitoreo en la Orinoquia, en la vereda La Primavera la participación fue muy variable durante el desarrollo de los encuentros realizados desde marzo de 2021 (23 niños y niñas, 19 mujeres, 4 jóvenes y 2 hombres) a abril del

2022 (15 niños y niñas, 6 jóvenes, 2 mujeres, 1 hombre). Allí, se planteó como pregunta de monitoreo ¿Qué necesitan los tucanes y las mariposas de la vereda La Primavera para que aumenten su presencia? El monitoreo participativo incluyó el diseño de la libreta de campo para registrar la información (figura 7).

Durante cinco meses de monitoreo los participantes registraron con ayuda de las libretas de campo los datos sobre los tucanes y mariposas que observaron en sus hogares, escuela y otros espacios de la vereda. En total se registraron 13 especies de mariposa, siendo el jardín la zona que reportó una mayor riqueza (13 especies), seguido del bosque (cinco especies). El jardín fue la zona más visitada por los participantes porque en algunas fincas no hay presencia de bosque, ni matorral, y los pastizales son puntos difíciles de muestrear debido a la alta exposición solar (figura 8).

Muchas de las especies que se reportan en el jardín son generalistas (figura 9), es decir, no tienen una preferencia sobre los recursos que están disponibles en el territorio, por tanto, pueden aprovecharlos todos sin problema. Entre tanto, las especies con requerimientos específicos

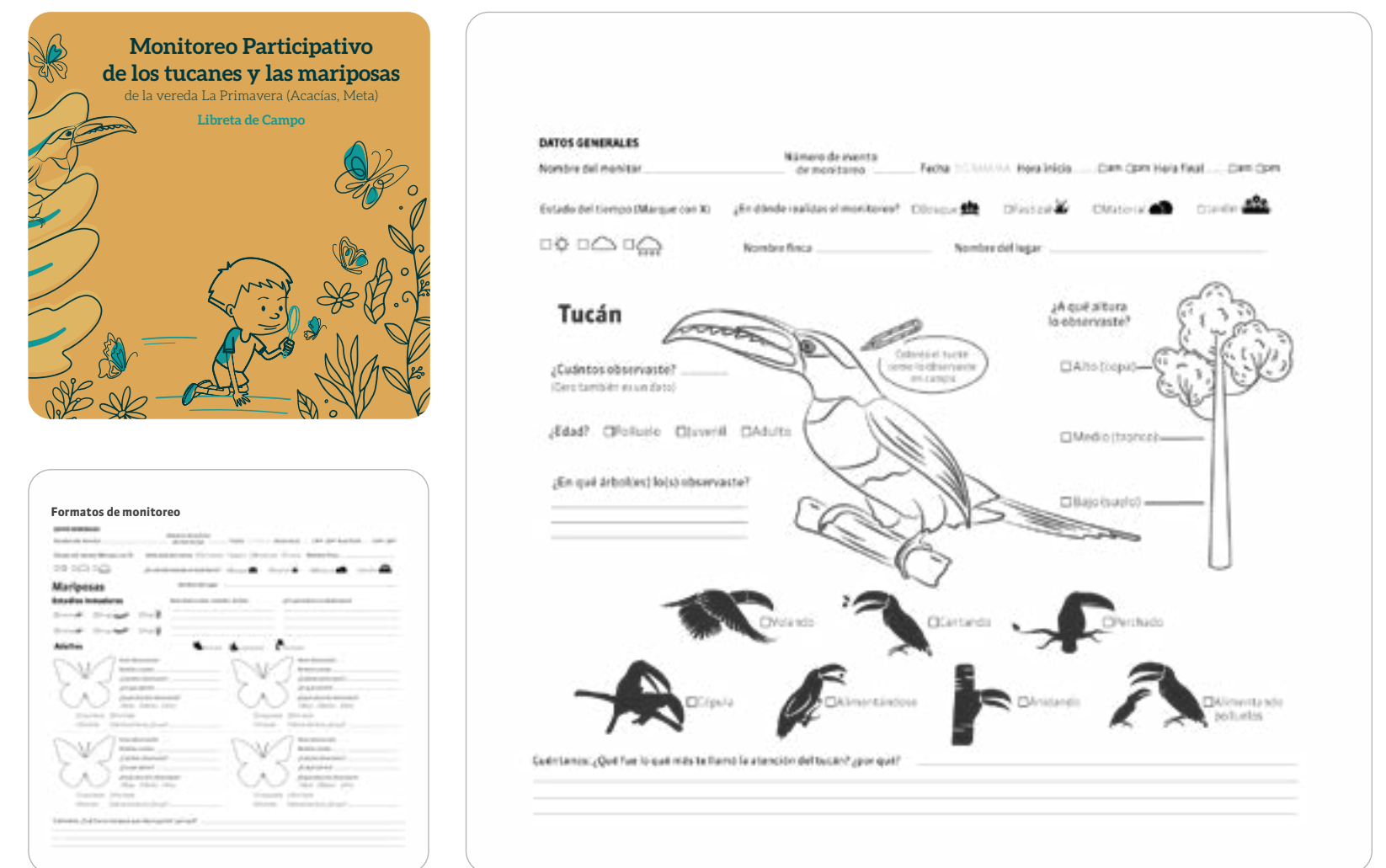


Figura 7. Contenidos de la libreta de campo del monitoreo participativo en la vereda La Primavera (Acacias, Meta)

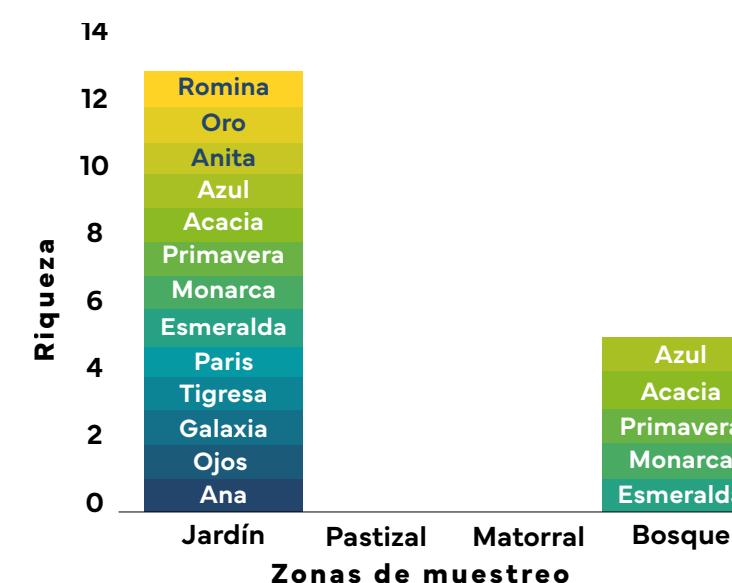


Figura 8. Riqueza de mariposas por zona de muestreo, durante el monitoreo participativo en la vereda La Primavera (Acacias, Meta)

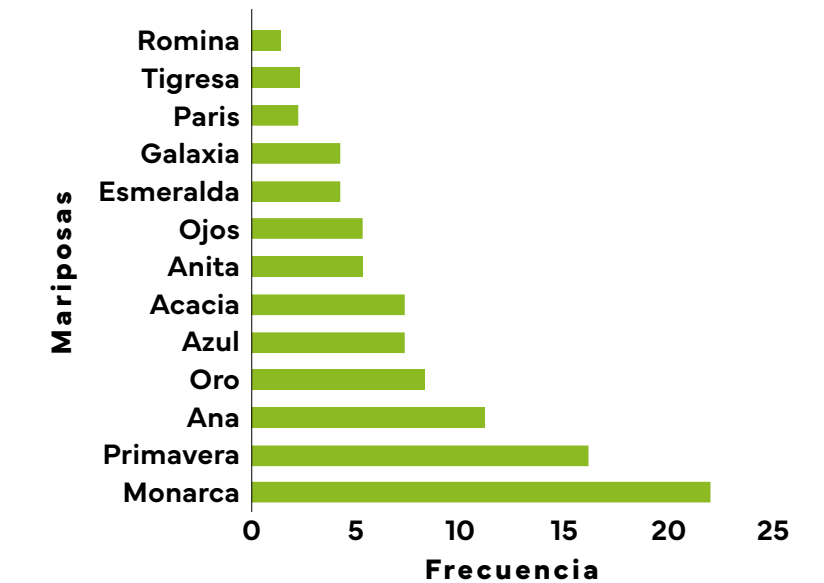


Figura 9. Frecuencia de las mariposas identificadas durante el monitoreo participativo en la vereda La Primavera (Acacias, Meta)

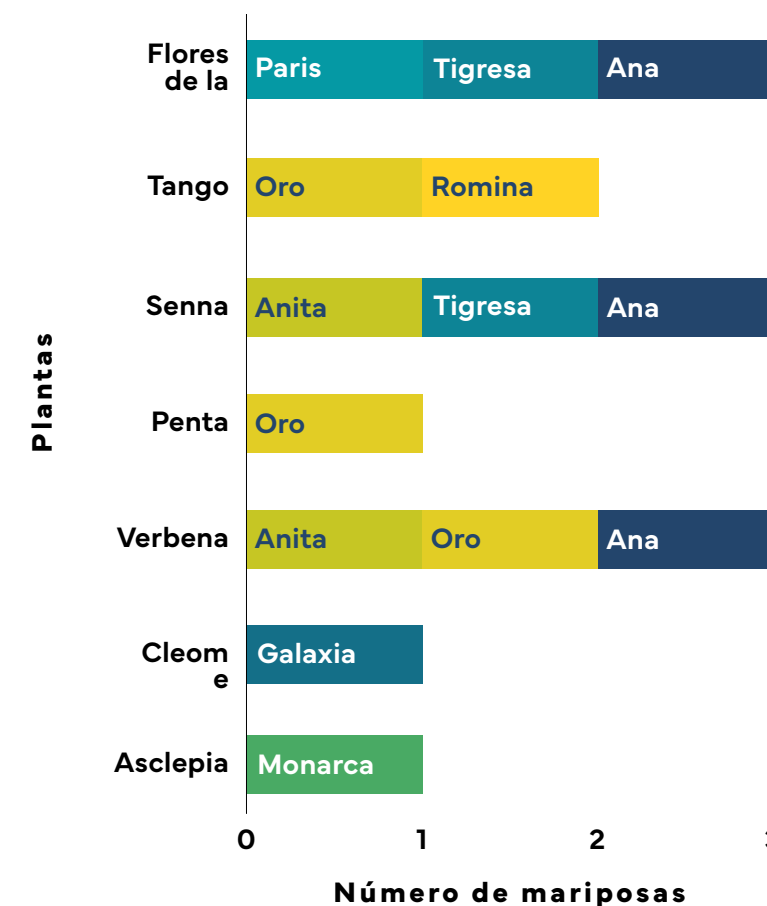
por un tipo de recurso o condiciones ambientales (sombra, humedad, presencia de cuerpos de agua, entre otros), son llamadas especialistas. Las especies más frecuentes fueron la Monarca (*Danaus plexippus*), Primavera (*Phoebis sennae*) y Ana (*Anartia amathea*), lo cual está relacionado con la disponibilidad de los recursos y, específicamente con la Monarca, los monitores infieren que su metamorfosis es más rápida por la presencia de su planta hospedera.

Las plantas que utilizan las mariposas son aquellas que están sembradas en los jardines y otras ornamentales presentes en los hogares. Entre ellas, las más utilizadas son la *Senna* sp. y la *Verbena* sp., que producen un alto número de flores son las más aprovechadas por las mariposas y otros grupos de insectos (figura 10). Los monitores identificaron que la *Asclepia* sp. es la planta predilecta de la mariposa Monarca al encontrar sus orugas y huevos asociada a ella. La preferencia hacia este tipo de planta se debe a los compuestos químicos que produce y de los cuales dependen las orugas. Otras especies como la Azul (*Morpho* sp.), dependen de plantas que sólo están disponibles en los bosques, junto con condiciones ambientales

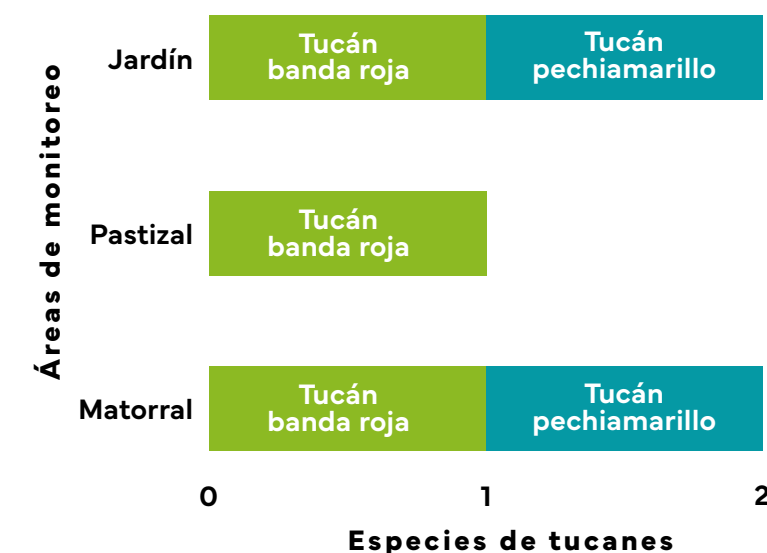
que brinda este tipo de sitios para que se realice la metamorfosis completa.

Sobre las mariposas, los monitores concluyeron que son indicadoras la calidad de los hábitats en los que se encuentran, por tanto, es necesario realizar más monitoreos para contar con datos por épocas, zonas de muestreo y tipo de plantas, a partir de los cuales se pueda dar una respuesta a la pregunta de monitoreo inicialmente planteada. Así mismo, reconocen la importancia de generar un diálogo más amplio con todos los monitores de la estrategia porque pueden existir experiencias y visiones distintas sobre los resultados.

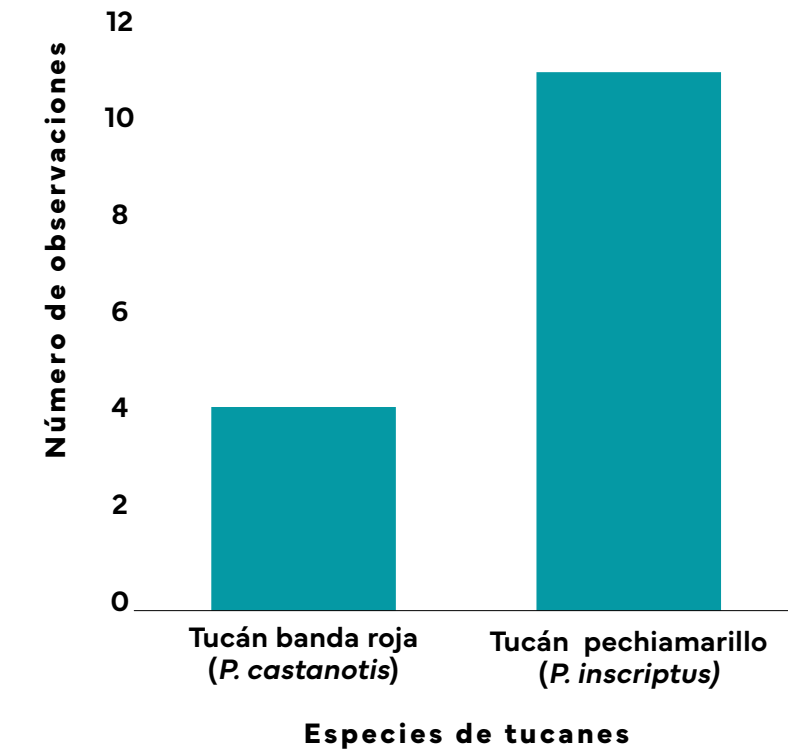
En cuanto a los tucanes, se registraron 2 especies: Tucán banda roja (*Pteroglossus castanotis*) y Tucán pechiamarillo (*Pteroglossus inscriptus*), siendo el jardín y el bosque las zonas con mayor riqueza (figura 11). Lo anterior puede deberse a dos aspectos: 1. Ambas especies aprovechan recursos semejantes como frutos y pequeños vertebrados que se encuentran en los árboles, incluso hay registros donde los ven volando y comiendo juntos y 2. Los tucanes utilizan los árboles presentes en los jardines como conectores entre las áreas más cubiertas o boscosas.



**Figura 10.** Flores registradas como alimento para las mariposas, durante el monitoreo participativo en la vereda La Primavera (Acacías, Meta)



**Figura 11.** Riqueza de tucanes por zona de muestreo, durante el monitoreo participativo en la vereda La Primavera (Acacías, Meta)



**Figura 12.** Frecuencia de los tucanes identificados durante el monitoreo participativo en la vereda La Primavera (Acacías, Meta)

Los monitores reconocen que ambas especies de tucán son muy frecuentes aunque, en esta oportunidad se reportó con mayor frecuencia el Tucán pechiamarillo (figura 12). Las dos especies parecen generalistas porque están utilizando una amplia variedad de hábitats y recursos para su supervivencia. Sin embargo, tienen roles ecológicos fundamentales, como la dispersión de semillas aportando a la regeneración natural de los bosques; el control de especies de insectos, mamíferos pequeños y otras aves y son indicadores de la calidad de los ecosistemas.

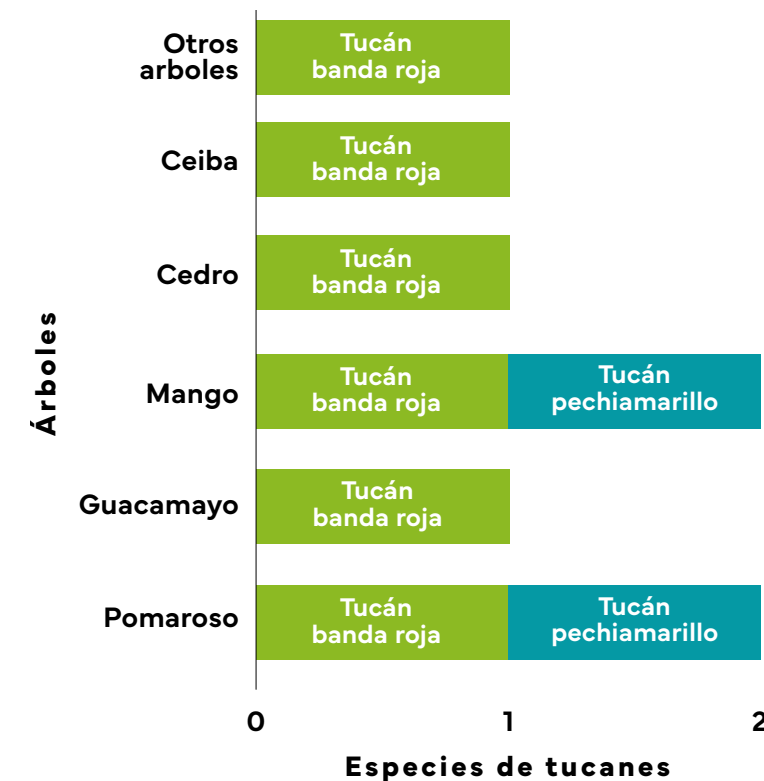
## Incidencia

Los dos procesos de investigación en monitoreo participativo permitieron una reflexión crítica y su proyección en la comprensión de problemas ambientales locales, que aportan a las políticas ambientales nacionales de Educación ambiental y gestión de la biodiversidad y servicios ecosistémicos, además de al Objetivo de Desarrollo Sostenible global de Vida de ecosistemas terrestres, al buscar a través del monitoreo proteger la biodiversidad y los hábitats naturales. En la política de gestión de la biodiversidad y servicios ecosistémicos

el monitoreo participativo aportó a la meta número 1 en donde las personas tendrán conciencia del valor de la diversidad biológica y de los pasos que pueden seguir para su conservación y utilización sostenible. Así mismo, aporoto a la meta 19 donde se habrá avanzado en los conocimientos, la base científica y las tecnologías referidas a la diversidad biológica, sus valores y funcionamiento, su estado y tendencias y las consecuencias de su pérdida, y tales conocimientos y tecnologías serán ampliamente compartidos, transferidos y aplicados.

En particular las actividades realizadas en Magdalena Medio contribuyen adicionalmente a la política de Humedales Interiores de Colombia al aportar en la caracterización, identificación de los usos existentes, así como la definición y priorización específica de sus problemas en el marco del monitoreo participativo en las Ciénagas de San Silvestre y Llanito, al mismo tiempo que se promovió la participación activa e informada de las comunidades locales en la planificación, toma de decisiones, la conservación y uso sostenible de los humedales.

Los monitores reconocen que los frutales son las plantas más utilizadas por los tucanes en su alimentación, entre ellas el mango y el pomaroso (figura 13). Otras plantas como las ceibas, cedro, guacamayos y árboles secos son utilizados para perchar, descansar, estar en grupo e incluso anidar en las cavidades de las partes medias y altas de los troncos. Los tucanes tienen preferencia por árboles frondosos y altos que se pueden encontrar en los jardines de las casas y los bosques, lo cual permitió identificar a los jardines con frutales como conectores entre los parches de bosques.



**Figura 13.** Árboles utilizados por los tucanes durante el monitoreo participativo en la vereda La Primavera (Acacias, Meta)

Vereda la Primavera, Acacias (Meta) ▼



## Equipo de trabajo

**Angélica Díaz Pulido.** Investigadora Análisis y Modelamiento, Programa de Evaluación y Monitoreo. Instituto Humboldt.

**Sindy Martínez.** Investigadora Diálogo de Saberes y Ciencia Participativa, Programa Ciencias Sociales y Saberes de la Biodiversidad. Instituto Humboldt.

**Yenifer Herrera Varón.** Investigadora Diálogo de Saberes y Ciencia Participativa, Programa Ciencias Sociales y Saberes de la Biodiversidad. Instituto Humboldt.

**Angélica Batista.** Investigadora Indicadores y Escenarios, Programa de Evaluación y Monitoreo, Instituto Humboldt.

**Alejandro Hernández.** Profesional, Oficina de Comunicaciones. Instituto Humboldt.

**Oriana Ceballos** Investigadora Análisis y Modelamiento, Programa de Evaluación y Monitoreo. Instituto Humboldt.

**Angélica Benítez,** Profesional Junior Análisis y Modelamiento, Programa de Evaluación y Monitoreo. Instituto Humboldt.

## Productos relacionados

**Micrositio de monitoreo Fibras:** <http://humboldt.org.co/fibras/componente3.html>

**Conjunto de datos del Monitoreo Participativo de la ciénaga de San Silvestre, Barrancabermeja - Proyecto FIBRAS.** [http://i2d.humboldt.org.co/ceiba/resource.do?r=barranca-mp\\_fibras\\_2022](http://i2d.humboldt.org.co/ceiba/resource.do?r=barranca-mp_fibras_2022)

**Vídeo: Monitoreo participativo en la Ciénaga San Silvestre y Caño San Silvestre.** <https://www.youtube.com/watch?v=oaqVt-yAF3c&list=PLvgitOVkEvS-qX0Tpc7QiNOT4lelwOrGWd&index=6>

**Conjunto de datos del Monitoreo participativo de tucanes y mariposas en Acacías, Meta - Proyecto FIBRAS.** [http://i2d.humboldt.org.co/ceiba/resource.do?r=acacias-mp\\_fibras\\_2022](http://i2d.humboldt.org.co/ceiba/resource.do?r=acacias-mp_fibras_2022)

**Vídeo: Monitoreo participativo en la vereda la Primavera, Acacías.** <https://www.youtube.com/watch?v=ZFGKak-ykwE&list=PLvgitOVkEvSqX-0Tpc7QiNOT4lelwOrGWd&index=7>

## Referencias

Arce-Plata, M. I. Herrera-Varón, Y., Gutiérrez Montoya, C. y Londoño Murcia, M. C. (2020). Monitoreo comunitario de la biodiversidad en Montes de María. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Gamez, M. J. (2022). Objetivos y metas de desarrollo sostenible. Desarrollo Sostenible. Desarrollo Sostenible.

Mendoza, J. E., Amaya, J. D., Terán, P., Ramos, A., Vargas, N., Cediell, M. y Beltrán, F. (2012). Política Nacional para la gestión integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos. PNGIBSE. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Naranjo, L. G., Andrade, G. I. y Ponce de León, E. (1999). Humedales interiores de Colombia: Bases técnicas para su conservación y uso sostenible. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. <http://hdl.handle.net/20.500.11761/35560>



## Capítulo 05

# Biomonitores: democratizando el conocimiento biológico para la restauración socioambiental en el territorio

Autores

—

María Claudia González<sup>1</sup>, Maily González<sup>1</sup>, Nathalie Baena<sup>1</sup>, Diego Puentes<sup>2</sup>,  
María E. Farfan<sup>2</sup>, Viviana Romero<sup>2</sup> y Xiomara Sanclemente<sup>2</sup>

**Instituciones:** 1. Instituto Humboldt; 2. Ecopetrol.

◀ Ecoreserva La Pacora

# Introducción

En el marco del Convenio Fibras entre Ecopetrol S.A. y el Instituto Humboldt, se estableció el piloto del programa de Biomonitores, en la Ecoreserva La Tribuna localizada en Neiva, Huila, con el cual, se busca conectar a la comunidad aledaña a la ecoreserva, con el conocimiento y reconocimiento de la biodiversidad como herramienta para tomar decisiones informadas en el territorio. La apuesta de este piloto es poner al alcance de todos, las herramientas para entender y estudiar la biodiversidad con el fin de disminuir la brecha de conocimiento biológico en el país y generar apropiación social del conocimiento por parte de los habitantes del territorio.

A continuación se indican las características de este programa de biomonitores:

## **01. Establecimiento de una red de biomonitores locales:**

Se buscó que el estudio de la biodiversidad fuera una alternativa económica de vida para las comunidades directamente en el territorio y que este conocimiento fuera un motor transformador. En consecuencia, las personas a cargo del

levantamiento continuo de datos biológicos (biomonitores), tuvieron un proceso de formación a partir de talleres sobre temas relacionados al monitoreo biológico, taxonomía, manejo y conservación de muestras y además contaron con un vínculo contractual remunerado.

## **02. Establecimiento de una red de estudiantes en taxonomía integrativa:**

En un país megadiverso como es Colombia, es importante fomentar el conocimiento taxonómico integrativo, que busca conectar la información morfológica y genética acelerando la generación de conocimiento de la biodiversidad. Así mismo, se busca que los futuros científicos integren en su ejercicio el trabajo con comunidades humanas para promover el intercambio de saberes y generar responsabilidad social. Finalmente, favoreciendo una red de futuros investigadores de diferentes departamentos del país, se busca el intercambio de prácticas laborales y el fortalecimiento en las regiones.

## **03. Monitoreo continuo:**

Colombia carece de plataformas de monitoreo biológico, que pongan en evidencia los cambios estacionales y

temporales de las poblaciones biológicas. La dinámica de grupos como insectos y hongos que tienen alto impacto tanto en las actividades agropecuarias como en la salud humana y ecosistémica es aún desconocida en su mayoría. Se estableció un monitoreo intensivo (semanal/mensual, según el grupo) con el fin de evidenciar la dinámica espacio temporal de los grupos biológicos seleccionados.

## **04. Generación de información genética:**

La diversidad genética es el nivel de biodiversidad menos estudiado en Colombia y una herramienta para la identificación taxonómica de especies. Con este componente se buscó enriquecer de manera significativa el inventario biológico y genético de la diversidad en el país, de tal forma que permite comprender las interacciones entre organismos (parasitismo, depredación, dispersión) y así mismo sienta las bases para un monitoreo genético del ecosistema a partir de herramientas como el ADN ambiental (metabarcoding).

Democratización del conocimiento ▶



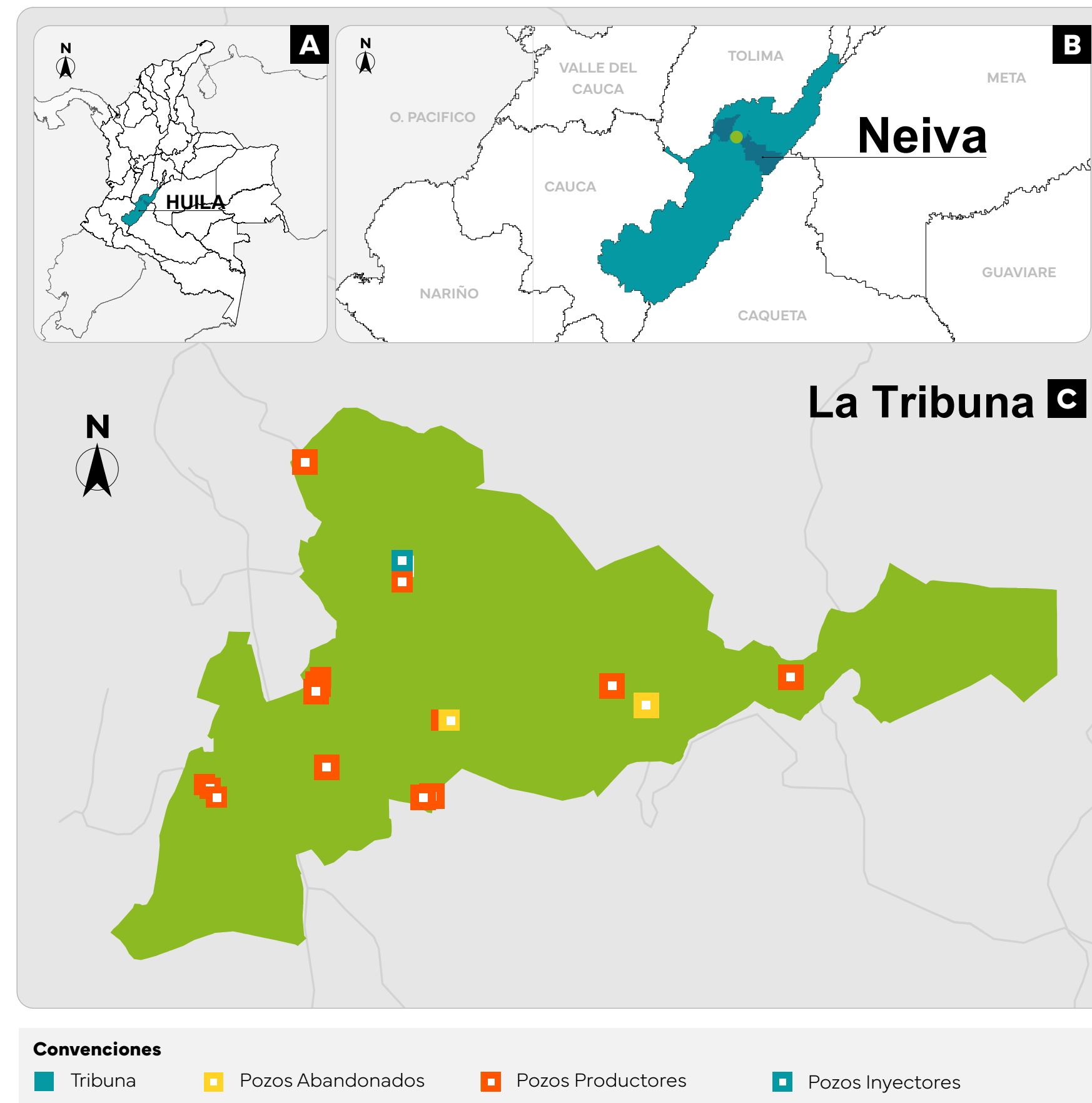
## Objetivo

Generar conocimiento de la dinámica de la biodiversidad y sus interacciones a través del establecimiento de un monitoreo biológico en la Ecoreserva La Tribuna (Huila), con la generación de información genética (figura 1) y la consolidación de una red de biomonitores locales.

## ¿Dónde se trabajó?

El monitoreo biológico se llevó a cabo en la Ecoreserva La Tribuna, que se encuentra localizada a 40 km al norte de Neiva en el departamento del Huila (figuras 1A y 1B). La reserva cuenta con un área de 254 ha, y salvaguarda un relictos de bosque seco tropical, uno de los ecosistemas más amenazados a nivel mundial (Pennington et al., 2000, Sánchez-Azofeifa et al., 2005, Miles et al., 2006, Portillo-Quintero y Sánchez-Azofeifa, 2010). En Colombia, queda menos del 8 % de la extensión original de este ecosistema (Pizano y García, 2014), por lo que el monitoreo realizado en este proyecto es un aporte fundamental al conocimiento de este ecosistema en el mundo.

La Ecoreserva se encuentra inmersa en el campo de Ecopetrol S.A, San Francisco, que actualmente cuenta con pozos productores, inyectores de agua y otros abandonados (no productivos)



**Figura 1.** (A) Localización de la Ecoreserva La Tribuna en Colombia, (B) Ubicación en el departamento del Huila y (C) Ecoreserva La Tribuna donde se evidencian los pozos productores (rojo), inyectores (Verde) y los pozos abandonados (amarillo)

(figura 1C). En los últimos 30 años este campo ha seguido un proceso de regeneración natural del bosque, y ha sido el escenario de estudios biológicos por parte de centros de investigación como la Universidad Surcolombiana (Olaya y Gutiérrez, 2014, Castrillón et al., 2015, Rosero y Dueñas, 2019) y el Centro de Investigación en Ciencias y Recursos Geo Agro Ambientales (CENIGAA).

## ¿Cómo se estableció el monitoreo?

Con el fin de registrar la diversidad taxonómica y genética en la Ecoreserva, se estableció el monitoreo biológico para insectos priorizando los órdenes Hymenoptera (abejas, avispas), Hemiptera (chinchas), Diptera (moscas y mosquitos), Coleoptera (escarabajos), Macroinvertebrados acuáticos, Lepidoptera (mariposas y polillas). Adicionalmente, priorizamos el monitoreo de la familia Formicidae (hormigas), de plantas vasculares (seguimiento fenológico) y de macrohongos (figura 2).

Ante la necesidad de comprender mejor la historia de vida de las especies y su interacción se estableció la cría de mariposas y polillas a partir del estadio de orugas. Finalmente, se realizó un inventario de los mamíferos y las aves así



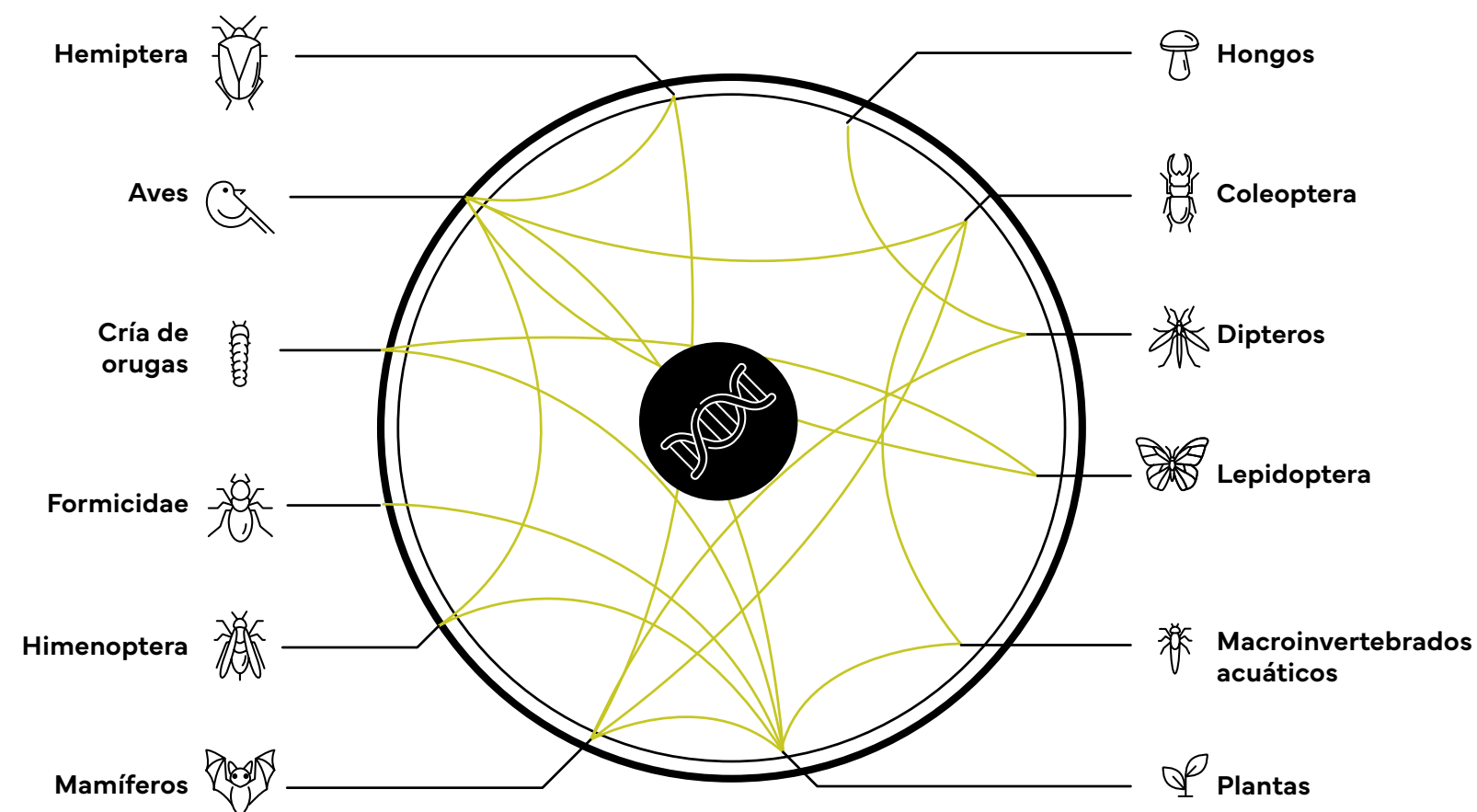
como de las dietas de las aves insectívoras y la dieta de los murciélagos a partir de metabarcoding de heces (figura 3).

Para realizar este proyecto se vincularon nueve biomonitores que manifestaron el interés de aprender y conocer sobre la biodiversidad de su territorio y 23 estudiantes de últimos semestres de pregrado o de maestría, del área de las ciencias ambientales. Los biomonitores fueron seleccionados tras su participación en un taller teórico-práctico de recolección

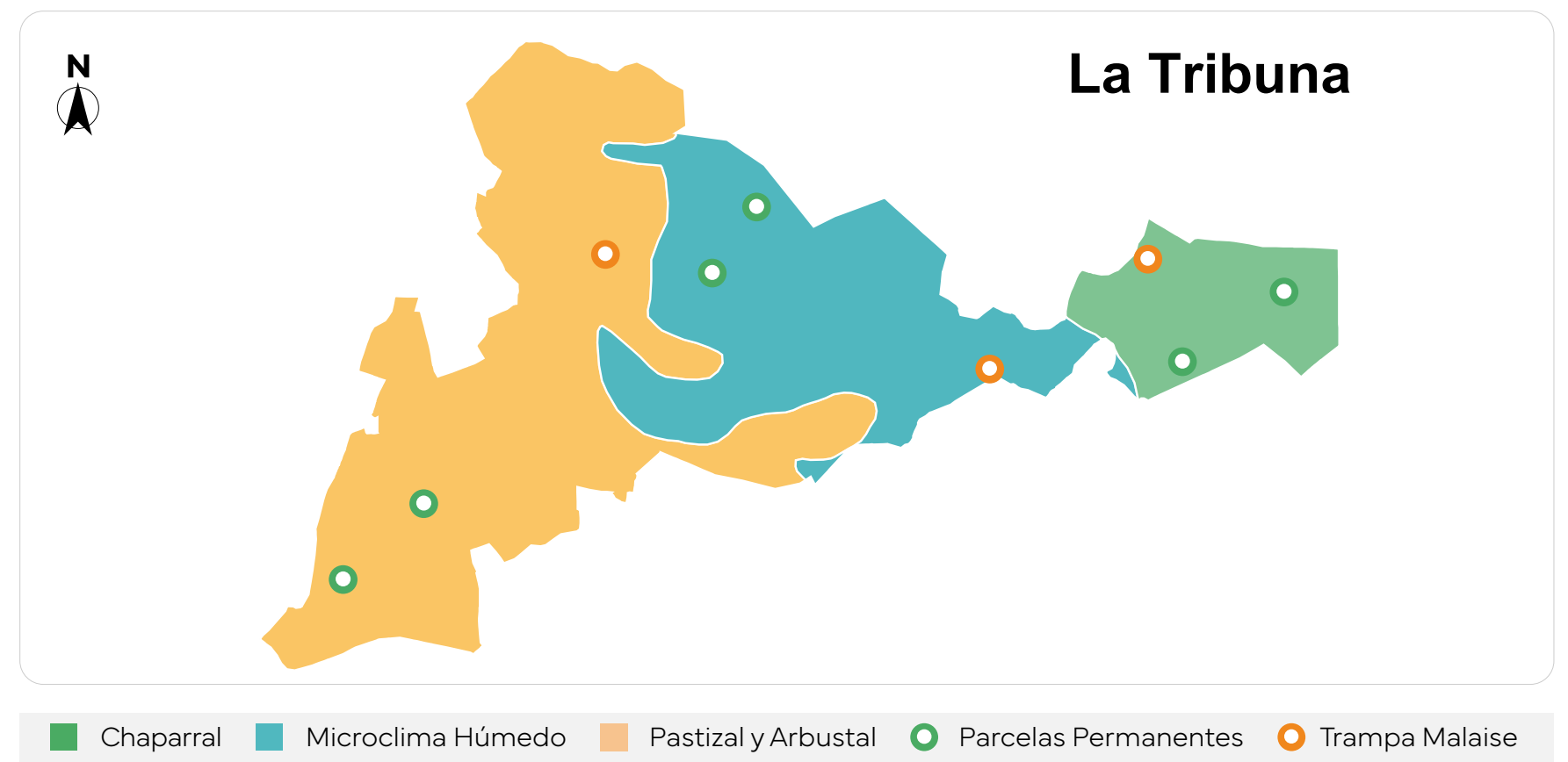
y procesamiento de muestras biológicas. A este taller asistieron representantes de las comunidades de las tres veredas aledañas a la Ecoreserva: Tamarindo, Peñas Blancas y San Francisco. Los estudiantes fueron seleccionados mediante dos convocatorias públicas nacionales; posterior a su selección, se dio inicio al establecimiento y desarrollo del monitoreo, que resultó en un gran trabajo en equipo, acompañado siempre de investigadores del Instituto Humboldt.

Las diferentes actividades del monitoreo se dividieron principalmente entre estudiantes y biomonitores. Los biomonitores fueron los encargados de realizar la recolección de las muestras en campo y hacer una primera separación taxonómica, su etiquetado y conservación. Los estudiantes apoyaron el proceso de formación taxonómica de los biomonitores, participaron en el diseño de monitoreo, y concluyeron el registro y análisis de los datos. El Instituto

Humboldt fue el encargado de garantizar la generación de información genética, organizar los talleres de transferencia de conocimiento y de coordinar el proyecto, asegurando la comunicación entre los diferentes actores. Desde el inicio del programa, estudiantes, biomonitores, e investigadores trabajaron en conjunto estableciendo y corrigiendo los procesos de recolección, etiquetado, conservación e identificación taxonómica de muestras (figura 4).



**Figura 2.** Grupos biológicos estudiados integrando datos de morfología, genéticos y en un periodo de 12 meses con muestreos semanales: Hymenoptera, Hemiptera, Diptera, Coleoptera; mensuales: Macroinvertebrados acuáticos, Lepidoptera, Formicidae; o únicos: plantas, hongos, mamíferos, aves



**Figura 3.** Los colores representan tres áreas de muestreo, correspondientes a diferentes coberturas vegetales. El área de la izquierda es la más intervenida con dominio de pastizal y arbustal, el área del medio es un bosque con microclima húmedo y el área de la derecha corresponde al chaparral, un bosque dominado por la especie *Curatella americana*. En cada área se establecieron tres parcelas permanentes (círculos verdes) y dentro de una parcela se instaló una trampa malaise (círculo naranja)

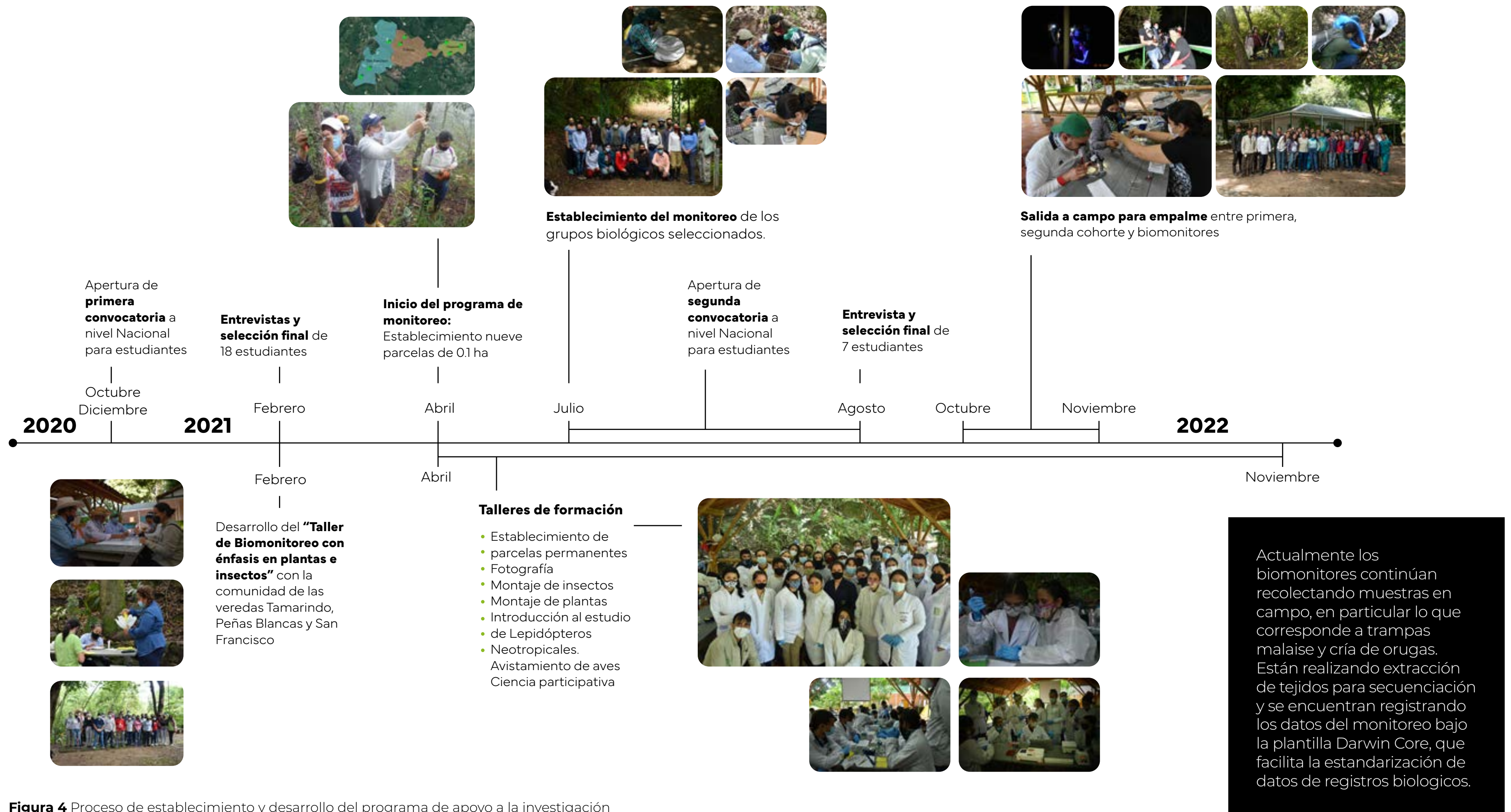


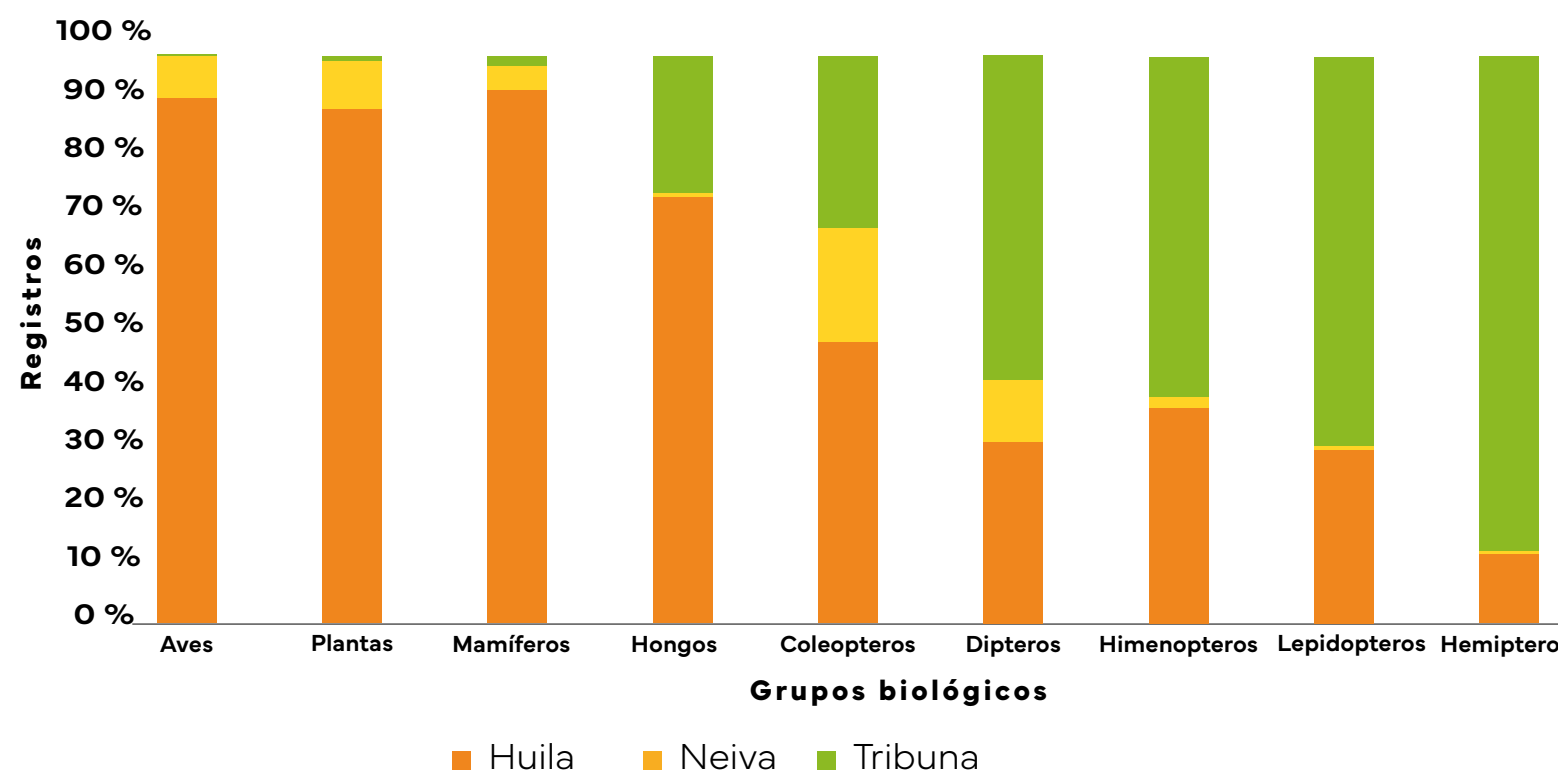
Figura 4 Proceso de establecimiento y desarrollo del programa de apoyo a la investigación

# Resultados

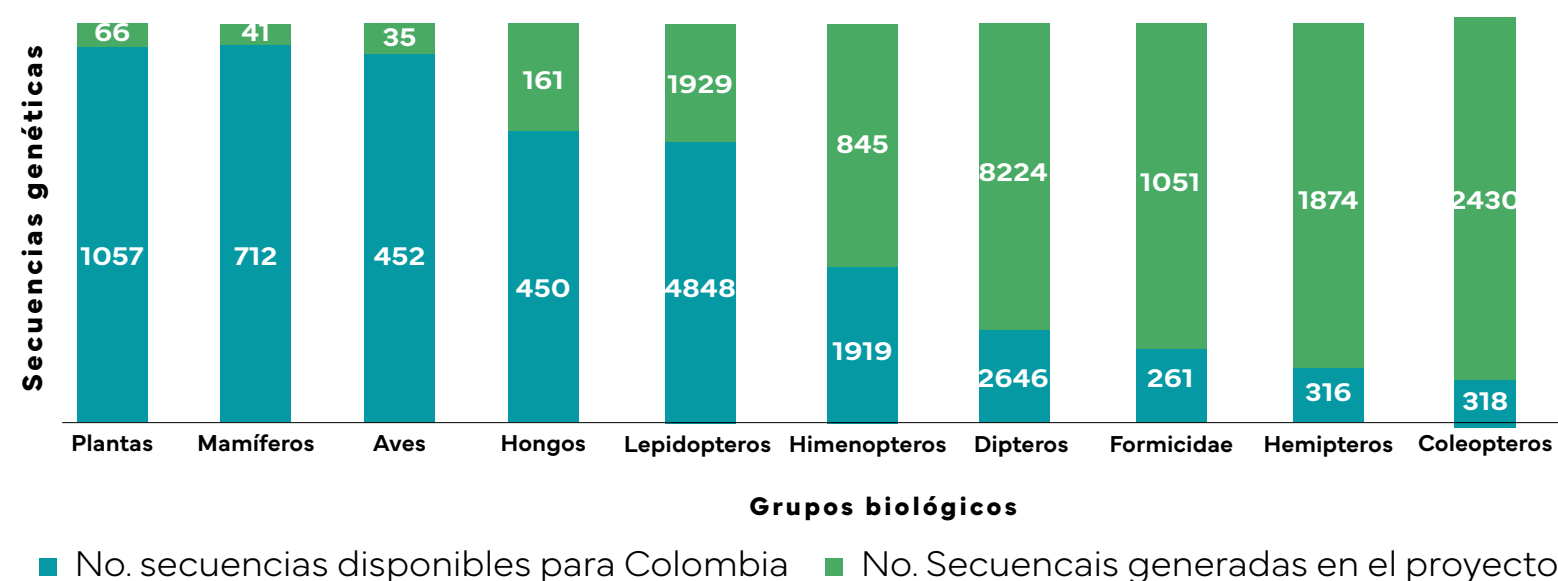
Este monitoreo generó 18 084 registros biológicos (tabla 1) que representan un aporte significativo en los registros disponibles a la fecha, tanto para el municipio de Neiva, como para el departamento del Huila (figura 5). Se evidencia que los aportes más importantes, se presentaron en los grupos taxonómicos de insectos y hongos, donde este proyecto generó más información que la actualmente disponible para el municipio y en algunos casos para el departamento.

**Tabla 1.** Registros biológicos por grupo biológico disponibles en la base de datos del SiB Colombia para Huila y Neiva a octubre de 2022 y registros biológicos generados en la Ecoreserva La Tribuna durante 17 meses

Localidad/número de registros	Huila	Neiva	Ecoreserva la Tribuna
Aves	262 571	17341	37
Plantas	14 204	1140	171
Mamíferos	4870	222	98
Hongos	492	1	161
Coleópteros	4579	1787	2786
Dípteros	1918	565	3313
Himenópteros	3468	94	5360
Lepidópteros	1578	17	3445
Hemípteros	531	6	2713



**Figura 5.** Registros biológicos en diferentes grupos biológicos publicados en el SiB Colombia para el Huila (naranja), Neiva (amarillo), y los obtenidos en el proyecto para la Ecoreserva La Tribuna (verde)



**Figura 6.** El color verde representa los registros de las secuencias genéticas con origen de especímenes de Colombia depositadas en BoldSystems, para los grupos biológicos monitoreados, y en color azul están los registros de secuencias genéticas generadas en este proyecto y depositadas en BoldSystems

## Datos genéticos generados

En cuanto a la información genética se han generado 18 656 códigos de barras de ADN. Estas secuencias junto con la información de recolecta se ha depositado en la plataforma de secuencias de códigos de barras de ADN BoldSystems, con el nombre de “TRIH Biological Monitoring of Biodiversity in La Tribuna Eco-Reserve (Neiva, Huila)”. Al realizar una búsqueda de la información disponible en Colombia para cada uno de los grupos monitoreados, vemos que el aporte más significativo de este proyecto ha sido para el grupo de los insectos (figura 6).

Resaltamos que el conjunto de información taxonómica y genética generada en este proyecto, es significativo a escala regional y adicionalmente constituye en algunos casos los primeros registros de grupos biológicos para el ecosistema estratégico de Bosque Seco Tropical en Colombia.

## Dinámica de insectos

Según el Panel de expertos en Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos (IPBES, 2019), la pérdida de la diversidad de insectos afecta de manera directa

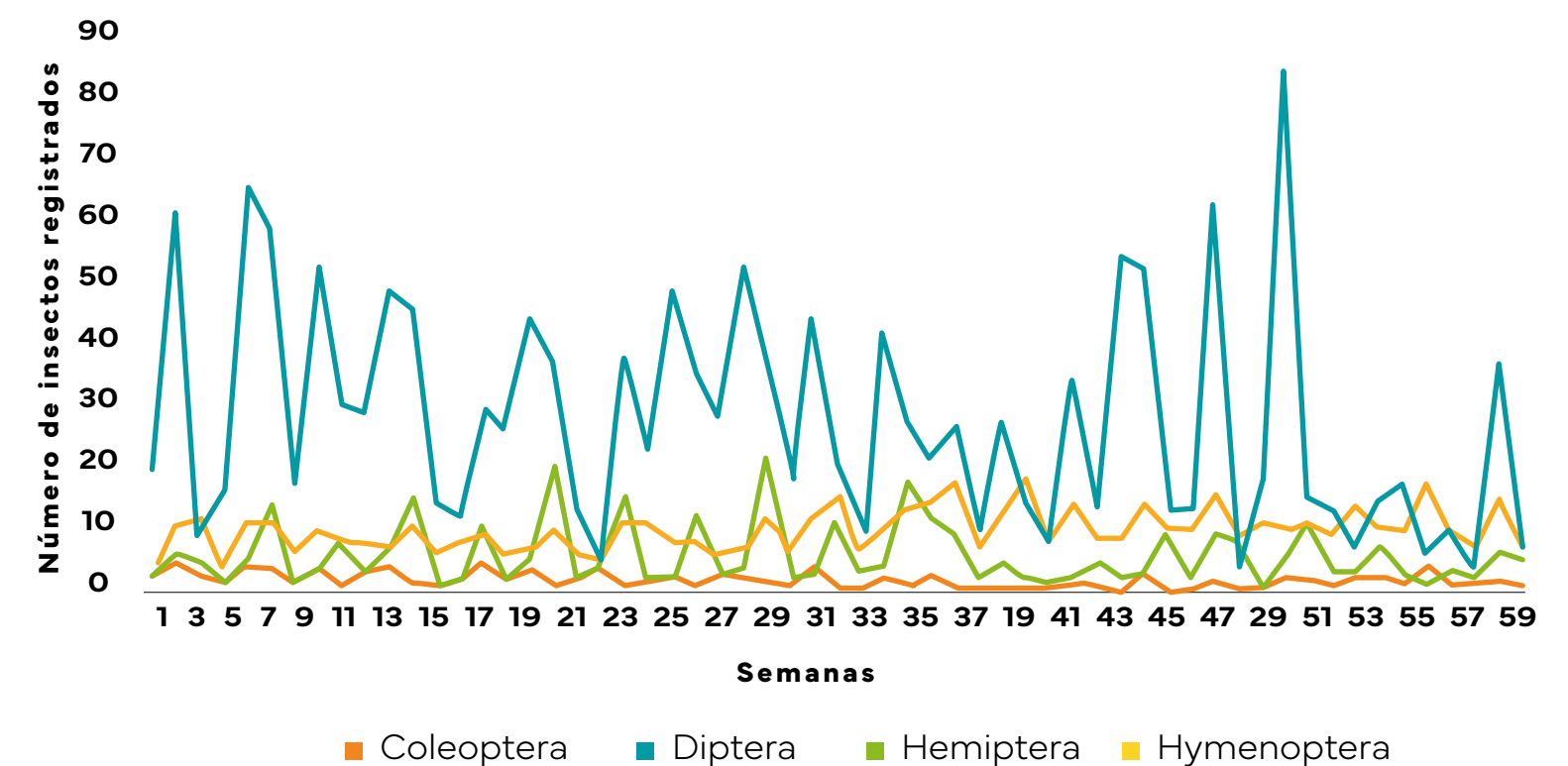
▼ Jornada de recolección de especies



la presencia de especies insectívoras, afecta funciones ecológicas como la polinización que a su vez impacta la composición de la vegetación y la comunidad. El monitoreo de la dinámica de insectos puede implementarse para generar alertas tempranas y evitar esta pérdida de diversidad.

El análisis del muestreo realizado durante las primeras 60 semanas evidencia una sincronía de los grupos de Diptera (moscas y mosquitos) y Hemiptera (chinches) que cambian abruptamente sus densidades de una semana a otra; mientras que las densidades de Hymenoptera

(abejas y avispas) y Coleoptera (escarabajos) oscilan menos en el tiempo (figura 7). El grupo con mayor densidad de insectos es Diptera, con un registro máximo de 842 individuos en la semana 49 del monitoreo; seguido de Hemiptera con un registro de 222 individuos en la semana 27 e Hymenoptera con un máximo de 186 individuos. Por su parte el grupo Coleoptera, fue el de menor densidad, oscilando entre 5 y 47 individuos según la semana. Estas diferencias se deben en parte por el método de captura (insectos voladores) y la representatividad del muestreo en cada grupo.



**Figura 7** Número de individuos recolectados en trampas malaise para los órdenes: Coleoptera, Diptera, Hemiptera e Hymenoptera, registrados durante las primeras 60 semanas de muestreo. La semana 1 corresponde al mes de mayo de 2021 y la semana 60 a finales del mes de septiembre de 2022

## Hongos

A pesar de ser uno de los grupos más biodiversos del planeta, los hongos siguen siendo desconocidos en su mayoría y particularmente en los países tropicales (Gaya et al., 2021). Colombia cuenta con 7273 especies catalogadas y un subregistro evidente en la mayoría de regiones del país. En este proyecto, recolectamos 161 especímenes de macrohongos de los cuales 137 especímenes pertenecen al filo Basidiomycota y 24 corresponden al filo Ascomycota (figura 8). Al realizar una búsqueda de información de los registros de la diversidad macrofúngica existente para el departamento del Huila se identificó que el 89,32 % de los registros de este proyecto son nuevos para el departamento.



**Figura 8.** Hongos recolectados en la Ecoreserva La Tribuna. 1. *Marasmius* sp. 2. *Flavodon flavus* 3. *Lepiota* sp. 4. *Gastrum saccatum* 5. *Neofavolus subpurpurascens* 6. *Lachnocladium* sp. 7. *Gerronema* sp. 8. *Coriolopsis byrsina* 9. *Psathyrella* sp. 10. *Ganoderma* sp.

## Incidencia

### Cría de orugas

El proceso de la cría de orugas de mariposas y polillas, consistió en: 1. Buscar y recolectar las orugas, 2, Recolectar la planta hospedera para identificación, 3. Alimentar las orugas con su planta hospedera y 4. Realizar un registro fotográfico de la metamorfosis de las orugas y recolectar el adulto resultante o en su defecto el parasitoides (figura 9). A finales de octubre de 2022 se ha realizado la cría de 340 orugas, en seis casos obtuvimos parasitoides que emergieron y corresponden a especies ausentes de las bases de datos genéticas.



**Figura 9.** Proceso de cría de la mariposa *Morpho eleonor*. A y B etapa de oruga. C. Pupa. D vista dorsal del adulto, y E. vista ventral del adulto

La Ecoreserva La Tribuna salvaguarda la diversidad del bosque seco tropical donde además convergen actividades petroleras, de investigación y educación biológica. Esta área de vocación ganadera hasta hace 30 años viene surtiendo un proceso de restauración natural y se ha convertido en un centro de investigación y educación ambiental donde entidades como Ecopetrol, la Universidad Surcolombiana, Cenigaa y el Instituto Humboldt, han encontrado un laboratorio natural para conectar diferentes actores de la sociedad con la biodiversidad.

El proyecto de biomonitores ha aportado a la actualización y enriquecimiento del inventario y biodiversidad del área, generando nuevos registros de especies tanto para la región como para el país, identificando especies endémicas y otras con algún grado de amenaza. El monitoreo ha sentado las bases para entender la dinámica poblacional de grupos bioindicadores, información que en su conjunto permitirá tomar decisiones informadas. Hubo una formación continua de estudiantes y biomonitores que de manera conjunta desarrollaron habilidades

taxonómicas, de análisis y comunicación de resultados. Un aspecto innovador en el conjunto de este proyecto fue la generación e integración de datos genéticos, que constituyó incluso para los estudiantes en ciencias de la vida su primera experiencia práctica en esta área, resaltando así el impacto de este proyecto en impulsar la educación de talento humano.

Trascendiendo la escala biológica, el proyecto aseguró una participación igualitaria tanto de hombres como de mujeres. En el grupo de estudiantes contamos con la participación de 11 mujeres y 12 hombres y en el grupo de biomonitores contamos con cuatro hombres y cinco mujeres. Económicamente todos tuvieron el mismo ingreso según su rol (estudiante o biomonitor) y no hubo discriminación en las tareas por desarrollar. Esto constituyó para las mujeres y los más jóvenes la oportunidad de un primer empleo. En cuanto al acceso de herramientas tecnológicas, se hizo énfasis en la formación de los biomonitores con equipos como computador, estereoscopio, cámara y celular, entre otros. Esto les ha permitido además

de aplicar este nuevo conocimiento en el trabajo, compartirlo en sus hogares.

Este proyecto es un ejercicio de participación empresarial representada por Ecopetrol S.A; la academia contando con la participación de estudiantes de universidades, la comunidad representada en los biomonitores, y el Instituto Humboldt. Con la implementación del programa de biomonitores, la Ecoreserva tiene todo el potencial para ser un gran centro de turismo científico enfocado al estudio y dinámica del bosque seco tropical. La proyección de Ecopetrol S.A de tener 30 Ecoreservas a 2050 en el territorio nacional es una oportunidad de implementación de este programa en otras regiones del país.

Adicionalmente el programa de biomonitores, responde a objetivos planteados en políticas nacionales e internacionales. En particular resaltamos los aportes a:

**Política Nacional Ambiental y de Servicios ecosistémicos (PNGIBSE):** define la biodiversidad como al fuente, base y garantía como suministro de los diferentes servicios ecosistémicos, reconoce las dinámicas socio-ecológicas y la necesidad de fortalecer los procesos de participación ciudadana y de gobernanza

reconociendo todos los actores que tienen interés particular en su territorio, de tal manera que las decisiones respecto al uso y manejo de la biodiversidad no sean asunto solo de las autoridades ambientales sino de todos los actores que se benefician y hacen uso de la biodiversidad y de sus servicios ecosistémicos. En este sentido el programa de biomonitores trabajó de manera articulada con el sector productivo, centros de investigación y las comunidades locales.

**Política Nacional de Educación Ambiental:** busca generar lineamientos que permitan la consolidación de la institución de educación ambiental, en aras de construir una cultura ética y responsable en el manejo sostenible ambiental, en sectores formal, no formal e informal buscando fortalecer procesos participativos e instalación de capacidades técnicas. Esto a partir del aporte a los estudiantes en el desarrollo de su proyecto de grado y a los biomonitores en todo el proceso de formación.

**Política de Crecimiento Verde:** esta política busca impulsar el aumento de la productividad y la competitividad económica del país, asegurando el uso sostenible del capital natural y la inclusión social,

Biomonitores, estudiantes e investigadores del instituto participantes de las actividades de monitoreo ▼



a partir de la generación de condiciones que promuevan nuevas oportunidades económicas basadas en la riqueza del capital natural, optimizando el uso de los recursos naturales, la construcción de capital humano, el fortalecimiento de las capacidades de ciencia, tecnología e innovación, mediante la coordinación interinstitucional y la gestión de la información. El ejercicio de monitoreo remunerado, generó nuevas oportunidades de ingresos económicos a

las comunidades, además de la preparación de los biomonitores en el uso de herramientas tecnológicas.

**Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico:** busca unificar las directrices que permitan guiar el manejo adecuado del recurso hídrico del país, resolver la actual problemática y hacer uso eficiente del recurso, preservándolo como una riqueza natural. De los principios de esta política

## Equipo de trabajo



**Mailyn Adriana González Herrera.** Investigadora Titular. Instituto Humboldt.

**Maria Claudia González Penagos.** Investigadora Asistente. Instituto Humboldt.

**Nathalie Johana Baena Bejarano.** Investigadora Adjunta. Instituto Humboldt.

**Alain Dusan Meléndez.** Biomonitor del grupo de Plantas. Vereda Tamarindo.

**Jhon Alexánder Maestre Lasso.** Biomonitor del grupo Hemípteros. Vereda San Francisco.

**Kelly Yojana Dusán Cabrera.** Biomonitora de los grupos hongos y Dípteros. Vereda Tamarindo.

**María Yuri Cabrera Dussan.** Biomonitora del grupo Lepidópteros y encargada del proceso de cría de orugas. Vereda Tamarindo.

**Nancy Morea González.** Biomonitora del grupo Himenópteros. Vereda Tamarindo.

**Yurani Medina Medina.** Biomonitora del grupo Coleópteros. Vereda San Francisco.

**Alejandra Rendón Ramírez.** Estudiante de Maestría en Entomología, Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín. Grupo Lepidópteros diurnos.

**Andrés Lugo de La Hortúa.** Estudiante de biología, Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá. Grupo Coleópteros.

**Camilo Zapata Sierra.** Estudiante de biología, Universidad Central (Bogotá). Grupo Himenópteros.

**Jimena Ramirez Loaiza.** Estudiante de Biología, Universidad de Caldas (Manizales). Grupo aves.

**José Cuéllar Cardozo.** Estudiante de Maestría en Recurso Hídrico Continental, Universidad de la Salle (Bogotá). Grupo Macroinvertebrados acuáticos.

**Julián Cardona Martínez.** Estudiante de Biología, Universidad de la Amazonía (Leticia). Grupo Dípteros.

consideramos que desde el programa de biomonitores se aporta al bien de uso público, participación y equidad e información e investigación.

**Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS):** los ODS son un llamamiento a la acción para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y mejorar las vidas y las perspectivas de las personas en todo el mundo. Desde el proyecto se aporta al objetivo 4 con el que se busca garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad, promoviendo oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos y en particular al cumplimiento de las metas: 4.3, 4.7, 4b; objetivo 5 del que se espera lograr la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y las niñas, metas: 5.1, 5.5, 5.b; objetivo 6 respecto al agua limpia y saneamiento, meta 6b; objetivo 8 promover el crecimiento económico inclusivo y sostenible, el empleo y el trabajo decente para todos, en sus metas 8.5, 8.6 y 8.9; objetivo 10, reducción de las desigualdades, meta 10.2; y al objetivo 15, que le apunta a la gestión sostenible de los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras, detener la pérdida de biodiversidad, metas 15.1, 15.2, 15.7 y 15.A.



## Productos relacionados

**Información genética:** Los resultados de las secuencias genéticas generadas, se cargaron al repositorio de códigos de barras de ADN Bold Systems, para esto se creó un container “TRIH-Biological monitoring of biodiversity in “La Tribuna” Eco-Reserve (Neiva, Huila)” ([https://www.boldsystems.org/index.php/MAS\\_Management\\_DataConsole?codes=TRIH](https://www.boldsystems.org/index.php/MAS_Management_DataConsole?codes=TRIH)) dentro de este se creó un proyecto para cada uno de los procesos de monitoreo:

- » TRMIH- Mammals La Tribuna Eco-Reserve
- » TRIHI - Insects La Tribuna Eco-Reserve
- » TRIHF - Fungi La Tribuna Eco-Reserve
- » TRIHB - Birds La Tribuna Eco-Reserve
- » TRIHA - Ants La Tribuna Eco-Reserv.
- » TRIHC - Aquatic macroinvertebrates La Tribuna Eco-Reserve
- » TRIHM - Malaise trap La Tribuna Eco-Reserve
- » TRIHL - Lepidoptera La Tribuna Eco-Reserve
- » TRIHP - Plants La Tribuna Eco-Reserve

**Cartillas:** Como parte de los proyectos adicionales de los estudiantes de Mamíferos (Zaira Gómez), Lepidópteros (Alejandra Rendón), Hemipteros (Víctor

Ardila y Paula Bohórquez), y Macroinvertebrados acuáticos (Óscar Prieto y Ángelo Ávila -pasante-), se realizaron unas cartillas de las especies encontradas en el monitoreo de estos grupos:

- » [Mariposas de la Ecoreserva La Tribuna \(humboldt.org.co\)](http://humboldt.org.co)
- » [Observaciones biológicas de inmaduros en cría, orden Lepidoptera. Bosque Seco Tropical \(humboldt.org.co\)](http://humboldt.org.co)
- » [Mariposas. Otro tesoro de la Ecoreserva La Tribuna \(humboldt.org.co\)](http://humboldt.org.co)
- » [Mamíferos de la Ecoreserva La Tribuna \(humboldt.org.co\)](http://humboldt.org.co)
- » [Notas de Campo. El cuaderno como instrumento de aprendizaje \(humboldt.org.co\)](http://humboldt.org.co)
- » Hemipteros del Bosque Seco Tropical: Una diversidad desconocida. Ecoreserva La Tribuna, Huila-Neiva.

**Historias de vida:** En el marco del proyecto se realizaron las “Historias de vida inspiradoras” para cada uno de los estudiantes y biomonitores en donde nos cuentan su experiencia personal y lo que ha sido para ellos hacer parte de este proyecto: <http://humboldt.org.co/fibras/Historiasinspiradoras.html> y <http://humboldt.org.co/fibras/historias/resumen.html>.

**Laura Pabón Huertas.** Estudiante de Licenciatura en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología, Universidad Surcolombiana (Neiva). Grupo Plantas.

**Mateo Carvajal Cardona.** Estudiante de Maestría en entomología, Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín. Grupo Hymenoptera.

**Mónica Rosas Riascos.** Estudiante de Biología, Universidad de Caldas (Manizales). Grupo hongos.

**Natalia Aristizábal Sánchez.** Estudiante de Biología, Universidad de Caldas (Manizales). Grupo Lepidópteros nocturnos.

**Nicolas Gutierrez Rubiano.** Estudiante de Biología, Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá. Grupo Coleópteros.

**Óscar Prieto Rodado.** Estudiante de Licenciatura en Biología, Universidad Distrital F.J.C (Bogotá). Grupo macroinvertebrados acuáticos.

**Paula Camila Bohórquez Coy.** Estudiante de Licenciatura en Biología, Universidad Distrital F.J.C (Bogotá). Grupo Hemípteros.

**Wilber López Murcia.** Estudiante de biología, Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá. Grupo Dípteros.

**Zaira Gómez Mesa.** Estudiante de Licenciatura en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología, Universidad Surcolombiana (Neiva). Grupo Mamíferos.

**Víctor Ardila Bayona.** Estudiante de Licenciatura en Biología, Universidad Distrital F.J.C (Bogotá). Grupo Hemípteros.

**Viviana Pacheco Higuera.** Estudiante de Biología, Universidad pedagógica y tecnológica de Colombia (Tunja). Grupo hormigas.

# Referencias

- Castrillón, G., Salazar, S., Amortegui, E., Palacino, F. y Valenzuela, J. (2015). Diversidad de odonatos en el centro de Investigación y Educación Ambiental “La Tribuna”, Neiva, Huila. Ecopetrol y Universidad Surcolombiana.
- Díaz, S., Settele, J., Brondízio, E. S., Ngo, H. T., Guèze, M., Agard, J., Arneeth, A., Balvanera, P., Brauman, K. A., Butchart, S. H. M., Chan, K. M. A., Garibaldi, L. A., Ichii, K., Liu, J., Subramanian, S. M., Midgley, G. F., Miloslavich, P., Molnár, Z., Obura, D., Pfaff, A., Polasky, S., Purvis, A., Razzaque, J., Reyers, B., Roy Chowdhury, R., Shin, Y. J., Visseren-Hamakers, I. J., Willis, K. J. y Zayas, C. N. (Eds.). (2019). Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services. IPBES secretariat. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3553579>
- Gaya, E., Vasco-Palacios, A.M., Vargas-Estupiñán, N., Lücking, R., Carretero, J., Sanjuan, T., Moncada, B., Allkin, B., Bolaños-Rojas, A.C., Castellanos-Castro, C., Coca, L.F., Corrales, A., Cossu, T., Davis, L., Souza, J., Dufat, A., Franco-Molano, A.E., García, F., Gómez-Montoya, N., González-Cuéllar, F.E, Hammond, D., Herrera, A., .... Díazgranados, M. (2021). ColFungi: Colombian resources for fungi made accessible. Royal Botanic Gardens, Kew.
- Miles, L., Newton, DeFries, A.C., Ravioliou, R.S., Simon, I.B., Kapos, V. y Gordon, J. (2006). A Global overview of the Conservation Status of Tropical Dry Forests. *Journal of Biogeography*, 33(3), 491– 505. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2005.01424.x>
- Olaya, O. y Gutiérrez, G. (2014). La Tribuna. Reserva natural en zona petrolera del norte del Huila. Ecopetrol y Universidad Surcolombiana.
- Pennington, R. T., Prado, D. E. y Pendry, C. A. 2000. Neotropical seasonally dry forests and Quaternary vegetation changes. *Journal of Biogeography*, 27(2), 261–273. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2699.2000.00397.x>
- Pizano, C. y García, H. (2014). El bosque seco tropical en Colombia
- Portillo-Quintero, C.A. y Sánchez-Azofeifa, G.A. (2010). Extent and conservation of tropical dry forests in the Americas. *Biological Conservation*, 143(1), 144–155. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.09.020>
- Rosero, J y Dueñas, H. (2019). Flora de la Ecoreserva La Tribuna, Relicto de Bosque seco Tropical. Huila. Universidad Surcolombiana.
- Sánchez-Azofeifa, G.A., Quesada, M., Rodríguez, J.P., Nassar, J.M., Stoner, K.E., Castillo, A., Garvin, T., Zent, E.L., Calvo-Alvarado, J.C., Kalacska, M.E.R., Fajardo, L., Gamon, J. A. y Cuevas-Reyes, P. (2005). Research Priorities for Neotropical Dry Forests. *Biotropica*, 37(4), 477–485. <https://doi.org/10.1046/j.0950-091x.2001.00153.x-ii>



## Capítulo 06

# Fortalecimiento territorial para el impulso de bioeconomías regionales

## Autores

—  
Brian Amaya Guzmán<sup>1</sup>, Manuela Montoya Castrillon<sup>1</sup>, Mario Andres Murcia López<sup>1</sup>, Juan Sebastian Valle Parra<sup>1</sup>, Lorena Ortiz<sup>2</sup>, Juliana Salcedo<sup>2</sup> y Xiomara Sanclemente<sup>2</sup>

**Instituciones:** 1. Instituto Humboldt; 2. Ecopetrol.

◀ Ecoreserva La Pacora

# Introducción

La bioeconomía, como visión de desarrollo alternativo, se ha convertido en un elemento importante en la discusión de la agenda global de sostenibilidad y conservación. Esta es clave para la gestión de los territorios, la diversidad biológica y sus contribuciones al bienestar humano. Su relevancia en Colombia está sujeta al CONPES 3934 de Crecimiento Verde (DNP, 2018) en donde se define como la “economía que gestiona eficiente y sosteniblemente la biodiversidad y la biomasa para generar nuevos productos, procesos y servicios de valor agregado, basados en el conocimiento y la innovación” (p. 26).

Colombia es un país megadiverso en cultura y naturaleza. Considerando la heterogeneidad de las sendas de desarrollo económico y social de sus departamentos y regiones (Murcia et. al., 2021) resulta imperiosa la concepción de una bioeconomía desde y para estas dada la diversidad que presentan entre sí; no solo en términos de su oferta biológica y aspectos socioculturales, sino también en sus capacidades de ciencia, tecnología, innovación e infraestructura que posibilitan la configuración de un portafolio

productivo altamente competitivo. No obstante, contar con regiones o ecosistemas altamente biodiversos no es una ventaja en sí, por el contrario, deben realizarse acciones que permitan adaptar esta nueva visión de desarrollo mientras se articula con la matriz productiva.

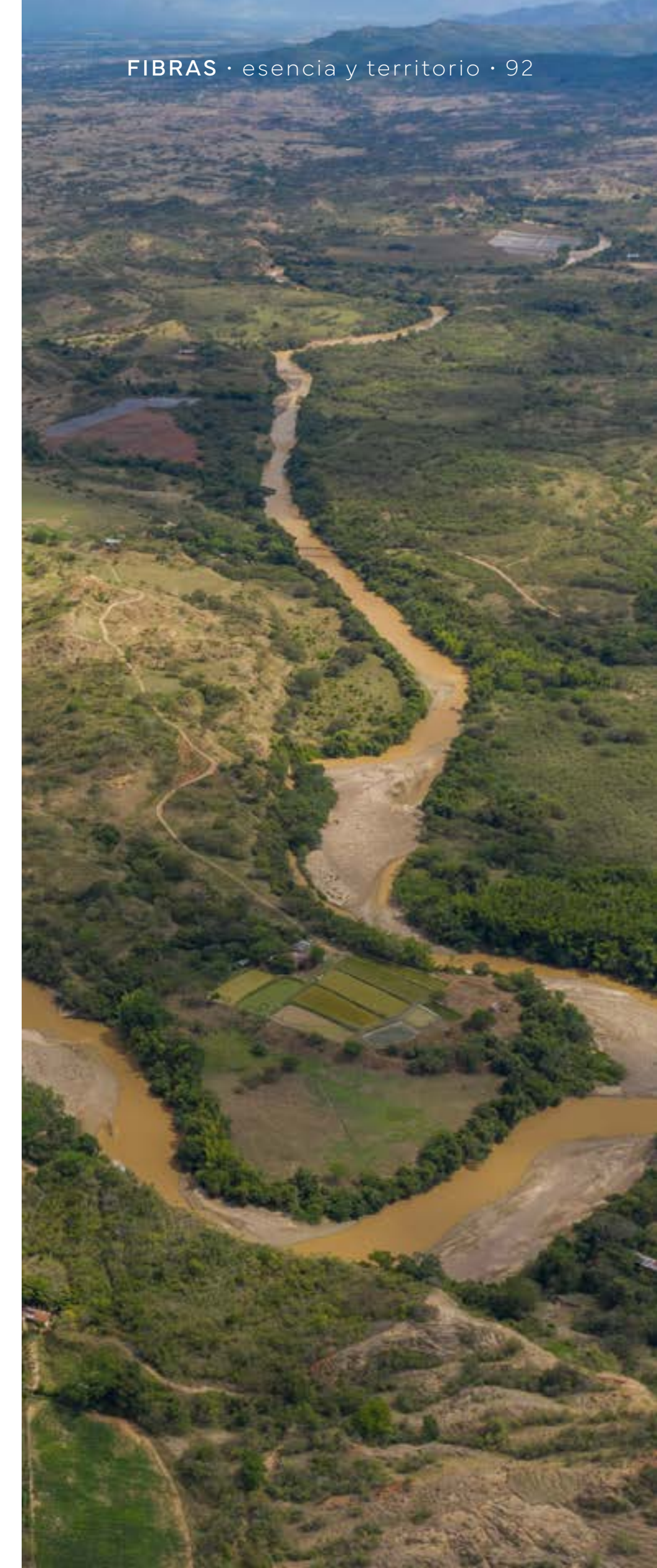
Como resultado de esta necesidad, el componente de Bioeconomía y Biosoluciones del convenio Fibras estableció tres líneas de acción bajo tres niveles para fortalecer la bioeconomía en áreas de interés de Ecopetrol como parte del paquete de mejora de las competencias en los diferentes territorios. A nivel nacional se realizaron cuatro conferencias para abordar las temáticas más relevantes de la agenda ambiental nacional y global; a nivel regional la apuesta fue un Diplomado en conservación, manejo de la biodiversidad y bioeconomía sostenible que pretendió consolidar las capacidades de actores públicos y privados por medio de herramientas conceptuales y prácticas que disminuyen la brechas de conocimiento en las regiones; y a escala local, como último nivel, se realizaron los Seminarios

Fibras, un espacio de co-construcción que abordan desde aspectos técnicos y científicos hasta ejercicios de prospectiva territorial en bioeconomía.

De esta manera, lo realizado en este componente es un punto de partida para la identificación de las posibles sendas de desarrollo bioeconómicas que deben plantearse para alcanzar niveles de competitividad territorial bajo criterios de sostenibilidad y que a su vez puedan traducirse en bienestar social medido en indicadores socio-económicos y retornos positivos a la naturaleza para revertir los impactos ambientales que hasta el momento ha generado el crecimiento económico.

Finalmente, el componente plantea como la bioeconomía puede convertirse en una alternativa para reconciliar el desarrollo económico con la conservación ambiental y la generación de bienestar social a partir de la Ciencia, la Tecnología e Innovación (CTeI) y por ello demanda el planteamiento de métodos que habiliten su implementación en territorio y la solución de retos y desafíos propios de su accionamiento.

Ecoreserva La Pacora ▶



# Metodología

## Conferencias Fibras

Las Conferencias Fibras fueron espacios académicos de construcción colectiva de conocimiento conectados con la agenda ambiental nacional y global en sostenibilidad y conservación. La discusión giró en torno a la transición hacia un nuevo modelo socioeconómico climáticamente neutral, resiliente, sostenible e inclusivo, a partir de la innovación y el propósito público.

Las principales temáticas abordadas fueron las soluciones basadas en la naturaleza (SBN), las economías del

conocimiento y la restauración del paisaje. Estas permitieron abordar las relaciones existentes entre biodiversidad, competitividad y desarrollo sostenible. Asimismo, tuvieron un eje temático individual que se detalla en la Tabla 1, contaron con la participación de destacados especialistas pertenecientes a diversas instituciones de carácter nacional e internacional y fueron transmitidas por el canal oficial de YouTube del Instituto Humboldt.

Ecoreserva La Tribuna ▼



Tabla 1. Resumen de participantes y temáticas abordadas durante las Conferencias Fibras

Número y fecha	Nombre	Temática(s) abordada(s)	Participante(s) o invitado(s) e institución
<b>Conferencia # 1</b> OCT/2020	<u>Biosoluciones y Bioeconomía</u>	Conexiones entre la biodiversidad, la competitividad y el desarrollo sostenible	Dolly Montoya Castaño (UNAL*)
<b>Conferencia # 2</b> JUL/2021	<u>Soluciones basadas en la naturaleza, resiliencia de las ciudades y bienestar de comunidades rurales</u>	Contribuciones de las soluciones basadas en la naturaleza a la resiliencia de las ciudades y el bienestar de las comunidades rurales	Carmen Antuña Rozado (VTT*)
<b>Conferencia # 3</b> JUL/2021	<u>Soluciones Basadas en la Naturaleza como alternativas económicas en Colombia</u>  <u>Incluye panel de discusión moderado por Dora Moncada (CNAB de la ANDI)</u>	Ganadería sostenible y su contribución a la restauración del paisaje como solución basada en la naturaleza	América Astrid Melo Valencia (TNC)
		Soluciones basadas en la naturaleza: un enfoque integral con impacto real	Liliana Andrea Martínez (South Pole)
		Restauración dirigida y aviturismo	Camila Gómez Montes (I.Humboldt*)
		Contribuciones de las soluciones basadas en la naturaleza a la resiliencia de las ciudades y el bienestar de las comunidades rurales	Carmen Antuña Rozado (VTT*)
<b>Conferencia # 4</b> JUN/2022	<u>Economías del conocimiento y economías sostenibles</u>  <u>Incluye panel de discusión moderado por Dora Moncada (CNAB de la ANDI)</u>	Políticas públicas para un desarrollo económico sostenible basado en el conocimiento	Rafael Anta (BID*)
		Bioprospección y biotecnología de la biodiversidad	Juan Bueno (BIOLABB*)
		Biodiseño: cambiando paradigmas en la era del antropoceno	Carolina Obregón (Parson School of Design)
		Ecosistemas colombianos para la innovación radical de la infraestructura en el cambio climático (biomimesis)	Andrés Ibañez (UNAL*)
		Medición del desempeño en crecimiento verde a nivel territorial	Sabina Talero (GGGI*)

\* UNAL: Universidad Nacional de Colombia; BID: Banco Interamericano de Desarrollo; ANDI: Asociación Nacional de Empresarios de Colombia; CNAB: Centro Nacional del Agua y la Biodiversidad; GGGI: Global Green Growth Institute (Instituto Global de Crecimiento Verde); VTT: Technical Research Centre of Finland (Centro de Investigación Técnica de Finlandia); TNC: The Nature Conservancy; BIOLABB: Centro de Investigación de Bioprospección y Biotecnología de la Biodiversidad; I.Humboldt: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

## Diplomado Fibras

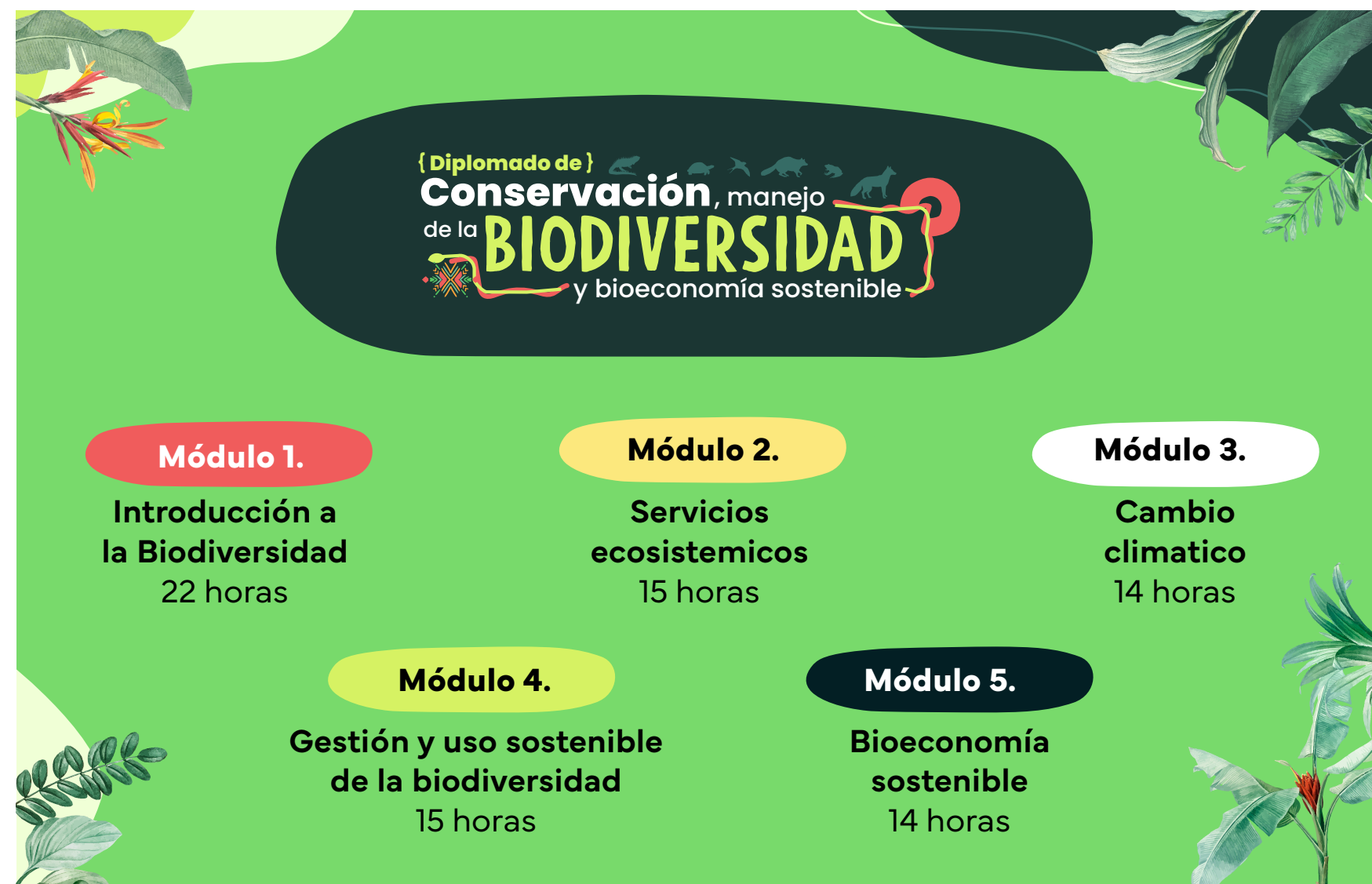
El paquete de fortalecimiento de capacidades e innovación del convenio Fibras también comprendió la creación de un Diplomado en conservación, manejo de la biodiversidad y bioeconomía sostenible. Esta apuesta formativa contempla herramientas conceptuales y prácticas que permiten el incremento de

capacidades locales de actores públicos y privados, aportan al cierre de brechas de conocimiento, impulsan procesos de transición hacia la sostenibilidad en las regiones y habilitan el posicionamiento de una bioeconomía sostenible basada en el conocimiento y en la gestión integral y sostenible de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos.

El diplomado contó con 5 módulos temáticos expuestos en la Figura 1, tuvo una duración de 80 horas y fue construido entre investigadores del Instituto Humboldt y profesores de la Facultad de Estudios Ambientales y Rurales de la Pontificia Universidad Javeriana.

## Seminarios Fibras

Los Seminarios Fibras fueron encuentros de diálogo, aprendizaje y co-creación entre el Instituto Humboldt y actores regionales para la generación y transferencia de conocimiento para la aplicación de la bioeconomía relacionada con la conservación y usos sostenibles de la biodiversidad (Bioeconomía de la Biodiversidad). Allí, se identificaron y priorizaron líneas de acción, investigación, desarrollo tecnológico e innovación a partir de las necesidades, problemas, oportunidades y potencialidades de los departamentos de Meta, Santander, Casanare y Huila. Para ello, se empleó la Inteligencia Competitiva, un proceso sistemático de búsqueda, recopilación, análisis e interpretación de información científica, tecnológica y comercial tanto primaria como secundaria, que permitió la toma de decisiones a partir de las fases mostradas en la Figura 2.



**Figura 1.** Módulos temáticos y su duración del “Diplomado en conservación, manejo de la biodiversidad y bioeconomía sostenible”

Ecoreserva La Tribuna ▼



# Resultados

En primera instancia el paquete de fortalecimiento de capacidades e innovación del convenio Fibras ha permitido el establecimiento de una red de trabajo colaborativo para la construcción de una Bioeconomía de la Biodiversidad en Colombia.

Las Conferencias Fibras y el diplomado en conservación, manejo de la biodiversidad y bioeconomía sostenible posibilitaron la transferencia y difusión de conocimiento a más de 48.000 personas considerando las visualizaciones de las cuatro conferencias y el evento de lanzamiento del diplomado.

Particularmente el diplomado resultó ser un producto de gran acogida ya que se postularon más de 4.200 personas, entre las cuales se dio prioridad a 500 que estuvieran en capacidad de extender la información o pudieran tener incidencia en la toma de decisiones en el territorio. El grupo estuvo compuesto por emprendedores (31,8 %) y actores institucionales de Colombia (68,2 %) divididos entre gobierno (gubernaciones, alcaldías y corporaciones autónomas regionales principalmente) y academia (estudiantes, profesores e investigadores), para que de manera totalmente

gratuita y voluntaria pudieran acceder a los contenidos del diplomado bajo la guianza y certificación de la Pontificia Universidad Javeriana. Si bien la otorgación de las becas se priorizó en áreas operativas de Ecopetrol, se logró tener una cobertura nacional y representación de al menos una persona tanto de la ciudad capital como de 31/32 departamentos a excepción de Vichada donde no hubo personas inscritas. Cabe resaltar que el interés fue incluso internacional ya que se recibieron 56 postulaciones de los siguientes países: Perú, Brasil, Argentina, México, Paraguay, Chile, Costa Rica, El Salvador, Honduras y Cuba.

Por su parte, los Seminarios Fibras permitieron presentar las bases teóricas de la bioeconomía, como una iniciativa que conecta con la Misión Nacional de Bioeconomía<sup>1</sup>, e identificar las líneas de investigación y enfoques asociados a las actividades económicas que pueden consolidarse en las áreas de interés de Ecopetrol (Figura 3).

En Casanare se priorizó la agrobiodiversidad como sector a fortalecer para transitar

<sup>1</sup> Consultar en: [https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/paginas/bioeconomia\\_para\\_un\\_crecimiento\\_sostenible-gm\\_print.pdf](https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/paginas/bioeconomia_para_un_crecimiento_sostenible-gm_print.pdf)

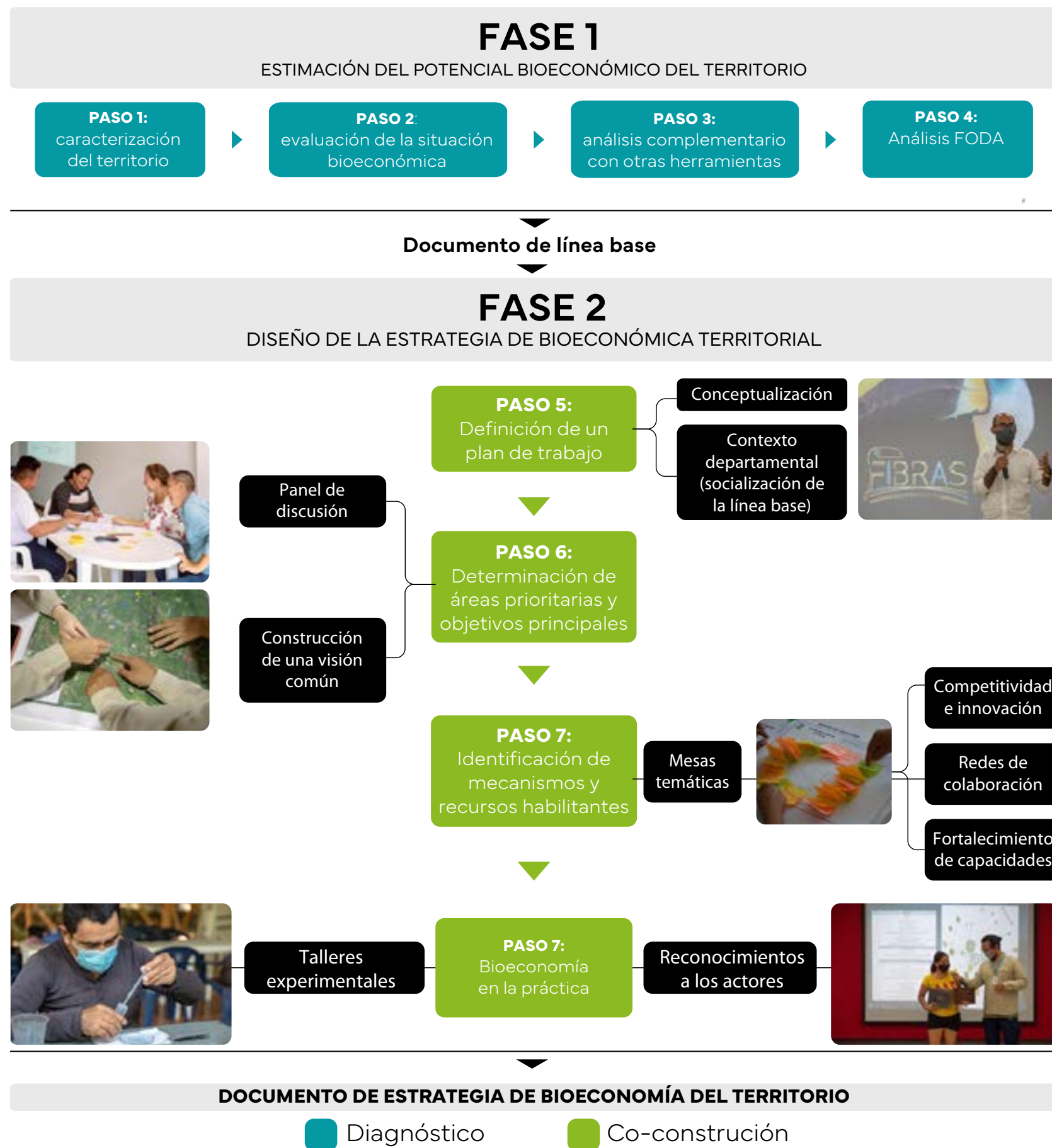
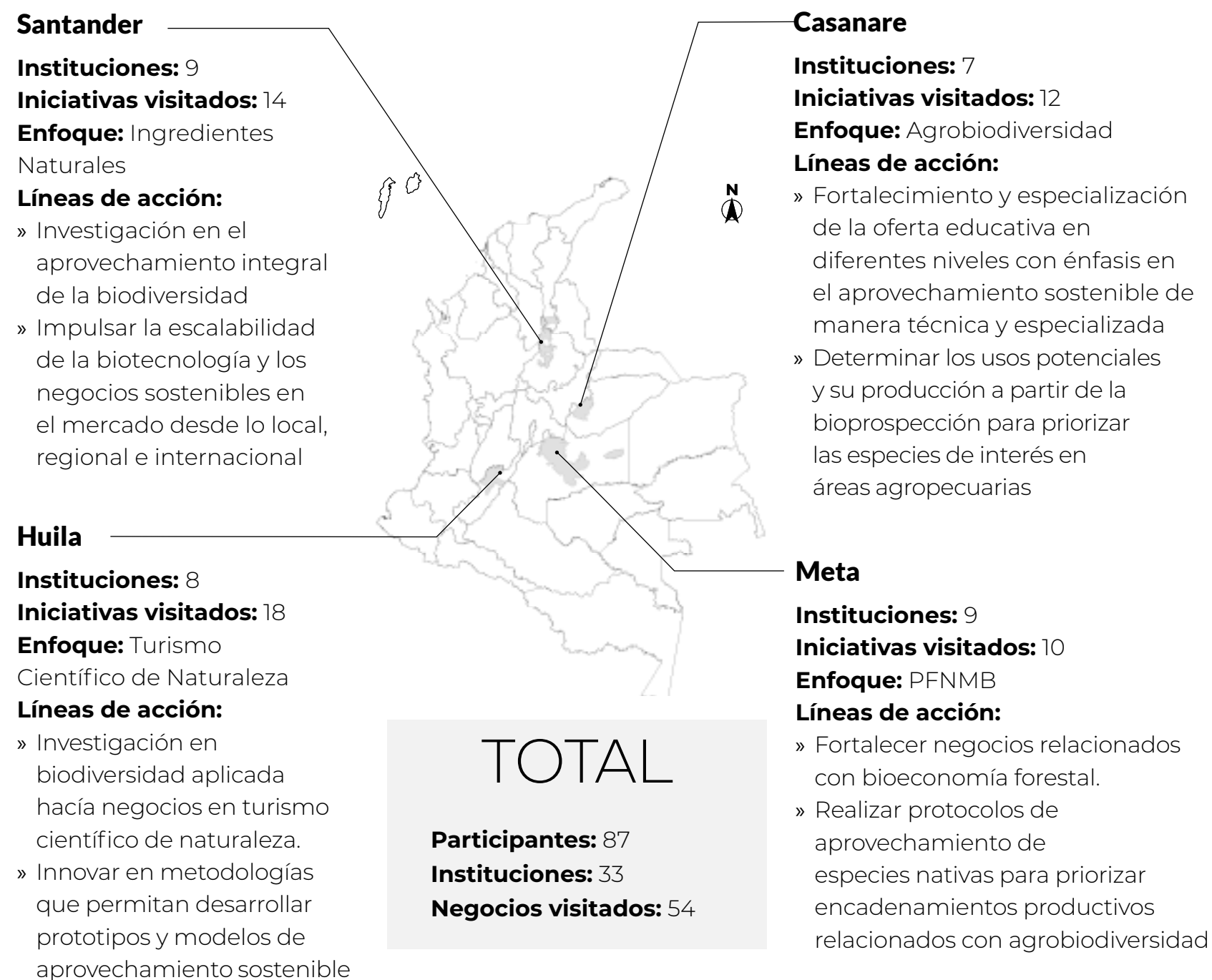


Figura 2. Fases de la metodología llevada a cabo para el desarrollo de los Seminarios Fibras.



**Acciones generales:**  
 » Desarrollar programas gubernamentales de apoyo a iniciativas relacionadas con la Bioeconomía

» Generar más espacios de co-creación y apertura de seminarios en Bioeconomía  
 » Fomentar la asociatividad entre los actores considerando las comunidades como parte de los proyectos productivos.  
 » Fortalecer laboratorios de desarrollo tecnológico para mejorar la infraestructura en I+D

de una agricultura extensiva a una agricultura que se complementa con los usos sostenibles de la biodiversidad. Para ello, es necesario especializar la oferta educativa en todos los niveles de acción con énfasis en el aprovechamiento sostenible de manera técnica y especializada, teniendo como principal objetivo determinar los usos potenciales y su producción para priorizar las especies que resultan ser de interés.

En el Meta la apuesta es por los productos forestales no maderables (PFNMB) debido al trabajo realizado en el departamento para apalancar el sector forestal y sus encadenamientos productivos; sin embargo es necesario seguir apalancando los negocios relacionados con la bioeconomía forestal y realizar protocolos de aprovechamiento sostenible de especies nativas.

En Santander la cadena de valor priorizada fueron los ingredientes naturales debido a la alta demanda en el mercado nacional y a las capacidades ya instaladas con las que cuenta el departamento para satisfacer dicha demanda. Por tanto, y para robustecer estos procesos, se requiere investigar en el aprovechamiento integral de la biodiversidad e impulsar la escalabilidad de la biotecnología y los negocios sostenibles en el mercado desde lo local, regional e internacional.

En Huila, los esfuerzos por posicionar el turismo en el avistamiento de aves (aviturismo) demuestran cómo el departamento ha venido realizando acciones en el marco de la bioeconomía. No obstante, el ejercicio que se ha venido adelantando puede transitar hacia una línea mucho más especializada que brinde mayor valor agregado como lo es el turismo científico de naturaleza. Para esto se requiere de la investigación en biodiversidad aplicada hacia iniciativas de este carácter así como la innovación en las metodologías que permitan formular y desarrollar los prototipos para estos modelos de negocio.

Adicionalmente, existen acciones que deben ser consideradas de manera transversal para el impulso de la bioeconomía en las diferentes áreas de influencia de Ecopetrol y sus respectivos departamentos. Las temáticas principales dan cuenta de 4 aspectos fundamentales: incentivos, articulación, infraestructura y educación. Es decir, es necesario fortalecer los programas gubernamentales de apoyo e incentivos para la investigación, el desarrollo y escalamiento de negocios sostenibles; impulsar los espacios de articulación y asociatividad en donde se pueda co-constituir visiones conjuntas enmarcadas en el

**Figura 3.** Líneas de acción y enfoques asociados a las actividades económicas que pueden fortalecerse en las áreas de interés de Ecopetrol



## Incidencia

---

aprovechamiento sostenible de la biodiversidad; robustecer las capacidades físicas e infraestructura en I+D+i para abrir paso al desarrollo tecnológico y, finalmente, incrementar la oferta académica de las instituciones de educación superior que puedan catalizar el aprovechamiento y valorización de la biodiversidad mientras se incorporan la tecnología e innovación que potencian nuevos negocios o alternativas de desarrollo, promueven el manejo sostenible y los retornos a la conservación y bienestar a las comunidades locales.

Una vez construidas las líneas base de las agendas es posible delimitar una misión regional en bioeconomía a partir de las Regiones Administrativas y de Planeación (RAP) para buscar las ventajas comparativas de cada departamento y los puntos en común entre las regiones. Esto daría paso a la construcción de agendas en Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i) para impulsar la bioeconomía en los territorios desde la política pública, los proyectos de investigación, la consolidación de redes de colaboración, la transmisión de información y de los recursos económicos.

La bioeconomía es una nueva visión de desarrollo alternativo que ha venido tomando relevancia entre los tomadores de decisiones ya que se reconoce la necesidad de posicionar el rol fundamental de la biodiversidad y el uso razonable de los servicios ecosistémicos en los instrumentos de política pública y en los modelos de crecimiento y desarrollo económico clásicos.

En Colombia se han establecido marcos de política pública que orientan la bioeconomía en las regiones pero se carecía de ejercicios participativos con comunidades, negocios, actores de CTel regionales y público en general para apropiar la bioeconomía sostenible en las decisiones territoriales.

Por tal motivo, desde el componente de Bioeconomía y Biosoluciones del proyecto Fibras, se encontró una oportunidad y se tomó la iniciativa de fortalecer las capacidades a escala nacional, regional y local con el propósito de adoptar la bioeconomía en los encadenamientos productivos, instrumentos de política pública y en la cotidianidad de los ciudadanos.

No obstante, los resultados de la implementación también permitieron identificar tres retos que debemos resolver como país para seguir fortaleciendo la bioeconomía en Colombia:

No toda bioeconomía es sostenible: debido a la incidencia de la bioeconomía en los instrumentos de política pública, la mayoría de sectores del país han querido adoptar este concepto en las cadenas productivas con los mismos métodos tradicionales. Sin embargo, es necesario implementar buenas prácticas para generar un cambio transformativo y realizar innovaciones en cada uno de los eslabones de las cadenas y redes de valor que permitan impulsar iniciativas cuyos niveles de transformación de los recursos biogénicos lleguen a un nivel de agregación de alto valor, distribuyan los beneficios derivados de su uso de forma equitativa a las diferentes partes que están involucradas y prevengan y controlen los efectos negativos derivados de las actividades asociadas al uso en la biodiversidad y los ecosistemas.

La bioeconomía requiere altos niveles de asociatividad: la bioeconomía es un enfoque que busca la sostenibilidad

ambiental y económica de manera paralela. Por lo tanto, su implementación requiere altos niveles de asociatividad. Esto se debe a que la bioeconomía involucra la mayoría de sectores productivos, desde la agricultura y la industria forestal hasta la biotecnología, y por tanto su éxito depende de la colaboración entre ellos. Además, la bioeconomía de la biodiversidad también busca involucrar a las comunidades locales y a los pequeños productores en su desarrollo, lo que requiere una estrecha cooperación y una comunicación efectiva. Esta necesidad se vio claramente reflejada en el desarrollo del componente, donde se identificó claramente un nivel de asociatividad bajo debido a la confusión entre los conceptos (p. ej. bioeconomía, economía circular y negocios verdes) y la sobrecarga de labores que enfrentan los funcionarios públicos al tener que cumplir con las metas establecidas por los gobiernos. Esto limita su capacidad para abordar nuevos problemas desde una perspectiva innovadora y hace que recurran a metodologías e indicadores tradicionales para

## Equipo de trabajo

---

resolver nuevos desafíos lo cual resulta siendo contraproducente ya que la bioeconomía requiere una mentalidad abierta y disposición para adoptar nuevas estrategias.

Mayores impedimentos para el desarrollo de la bioeconomía en Colombia: la bioeconomía involucra productos basados en el conocimiento, la ciencia, la tecnología y la innovación pero no necesariamente se cuentan con las capacidades y estructuras institucionales que habilitan su generación o la transición de las iniciativas productivos en el territorio a nivel más elevados de agregación de valor. Diversas son las razones que responden al cuestionamiento del por qué se siguen presentando desafíos en la bioeconomía y la conservación de la biodiversidad en el país. Una de ellas, por ejemplo, es el acceso a los recursos genéticos y las normativas asociadas ya que se convierten en un limitante importante para el desarrollo sostenible de la bioeconomía en el país. Por un lado, es crucial proteger estos recursos y garantizar que su uso no perjudique su conservación y su valor para las comunidades locales y

los pueblos indígenas pero, por otra parte, es necesario facilitar su acceso con el objetivo de permitir la investigación y la innovación en la bioeconomía.

Con todo, algunas acciones recomendadas a considerar y realizar en el futuro incluyen dar continuidad a los espacios de diálogos y asociatividad para incrementar visibilidad de las acciones e iniciativas enmarcadas en las diversas bioeconomías regionales. Esto además podría dar fuerza a la articulación en políticas públicas y posibles encadenamientos productivos.

**Mario Andres Murcia López.** Biólogo y Magíster en Gerencia y Práctica del Desarrollo. Actualmente líder de la línea Contribuciones de la Naturaleza y Bienestar, Investigador Adjunto. Instituto Humboldt.

**Leidy Paola Arce Castellanos.** Ingeniera Ambiental y Magíster en Administración de Empresas (MBA), especialista en mercadeo estratégico, negocios verdes y certificaciones de sostenibilidad, Investigador Adjunto. Instituto Humboldt.

**Juan Sebastian Valle Parra.** Economista y Magíster en Medio Ambiente y Desarrollo; investigador en bioeconomía y valoración de servicios ecosistémicos. Investigador Asistente. Instituto Humboldt.

**Brian Amaya Guzmán.** Economista e investigador en economía urbano-regional, análisis de inteligencia competitiva y modelos predictivos con enfoque territorial, Investigador Junior. Instituto Humboldt.

**Manuela Montoya Castrillon.** Ingeniera Bioquímica, investigadora en bioeconomía con enfoque en bioprospección, biotecnología, prospectiva y agregación de valor de la biodiversidad, Investigador Junior. Instituto Humboldt.

## Productos relacionados

---

### **Lista de reproducción del Convenio**

**Fibras**, Contenidos audiovisuales desarrollados en el marco del convenio. Incluye videos sobre los seminarios Fibras y el encuentro de aliados liderado por el componente de Bioeconomía. [YouTube](#) (lista de reproducción), [Componente de Bioeconomía](#).

### **Seminarios Fibras (línea base y memorias)**

Espacio entre el Instituto Humboldt y Ecopetrol para co-construir agendas en Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i) que faciliten proyectos para apalancar la bioeconomía en los territorios desde la política pública., [Casanare Huila](#).

### **Evento de lanzamiento del Diplomado de conservación, manejo de la biodiversidad y bioeconomía sostenible**

Lanzamiento del diplomado por medio de dos master class: # 1 Introducción a la sostenibilidad y los sistemas de producción sostenible por Robert Kockelkoren, profesor de la Facultad de Estudios Ambientales y Rurales de la Pontificia Universidad Javeriana. # 2 Introducción a la bioeconomía sostenible por Mario Murcia, Investigador Adjunto del

Instituto Humboldt, [YouTube](#), [Publicidad en micrositio Fibras](#)

**Conferencias Fibras**, Conferencias temáticas en la agenda global de sostenibilidad, conservación, y usos de la biodiversidad para la transición hacia un nuevo modelo socioeconómico climáticamente neutral, resiliente, sostenible e inclusivo a partir de la innovación y propósito público., [Tabla 1](#) de este documento.

**Encuentros de Aliados**, El encuentro de aliados es espacio con instituciones asociadas a Ecopetrol para compartir, discutir y proponer visiones conjuntas, resultados y próximos pasos en materia ambiental de la organización. [Encuentro de aliados](#)

## Referencias

---

Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2018). CONPES 3934 de Política de Crecimiento Verde. <https://www.dnp.gov.co/crecimiento-verde>

Murcia, M. A., Valle, J. S., Amaya, B., Acuña, R., Díaz, J. J. y Rojas, S. (2021). Agrupaciones socio-ecológicas del desarrollo en Colombia. En: Moreno, L. A., Andrade, G. I., Didier, G. y Hernández, O. L. (Eds.). Biodiversidad 2020. Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. <http://reporte.humboldt.org.co/biodiversidad/2020/cap4/410/>



## Capítulo 07

# Monitoreo: una herramienta para la gestión y conservación de la biodiversidad

## Autores

---

Angélica Díaz-Pulido<sup>1</sup>, Adriana Restrepo<sup>1</sup>, Elkin A. Noguera-Urbano<sup>1</sup>, Gabriel Alejandro Perilla<sup>1</sup>, Héctor Manuel Arango<sup>1</sup>, Lain E. Pardo<sup>1</sup>, María Camila Díaz<sup>1</sup>, Jaime Burbano-Girón<sup>1</sup>, Julian Diaz-Timote<sup>1</sup>, Sergio Rojas<sup>1</sup>, María Helena Olaya-Rodríguez<sup>1</sup>, Angélica Benítez<sup>1</sup>, María del Mar Ordoñez<sup>2</sup> y Xiomara Sanclemente<sup>2</sup>

**Instituciones:** 1. Instituto Humboldt; 2. Ecopetol.

◀ Instalación cámara trampa

# Introducción

Los estudios ecológicos permiten conocer las respuestas de las especies a diferentes factores ambientales y antrópicos. Sin embargo, la mayoría de las veces estas investigaciones están restringidas a un solo evento de muestreo, por lo tanto, no es posible entender el comportamiento de estas respuestas a través del tiempo. De esta manera, los programas de monitoreo a gran escala son fundamentales para evaluar cambios a lo largo del tiempo y así, informar alternativas de manejo para la conservación de la biodiversidad. La evaluación continua en los programas de monitoreo permite entender las comunidades y poblaciones en su condición inicial o de referencia, y medir sus cambios a través del tiempo (Ahumada et al., 2013). Así pues, el monitoreo es importante para el seguimiento de especies raras o amenazadas y también para tener evidencias sobre las tendencias poblacionales de especies comunes, las cuales incluso pueden estar disminuyendo aún más rápidamente que las especies raras (Ceballos et al., 2017). El monitoreo sistemático también

puede ayudar a detectar el aumento de potenciales especies invasoras, lo cual puede poner en riesgo la autorregulación de los sistemas naturales (Donlan et al., 2003).

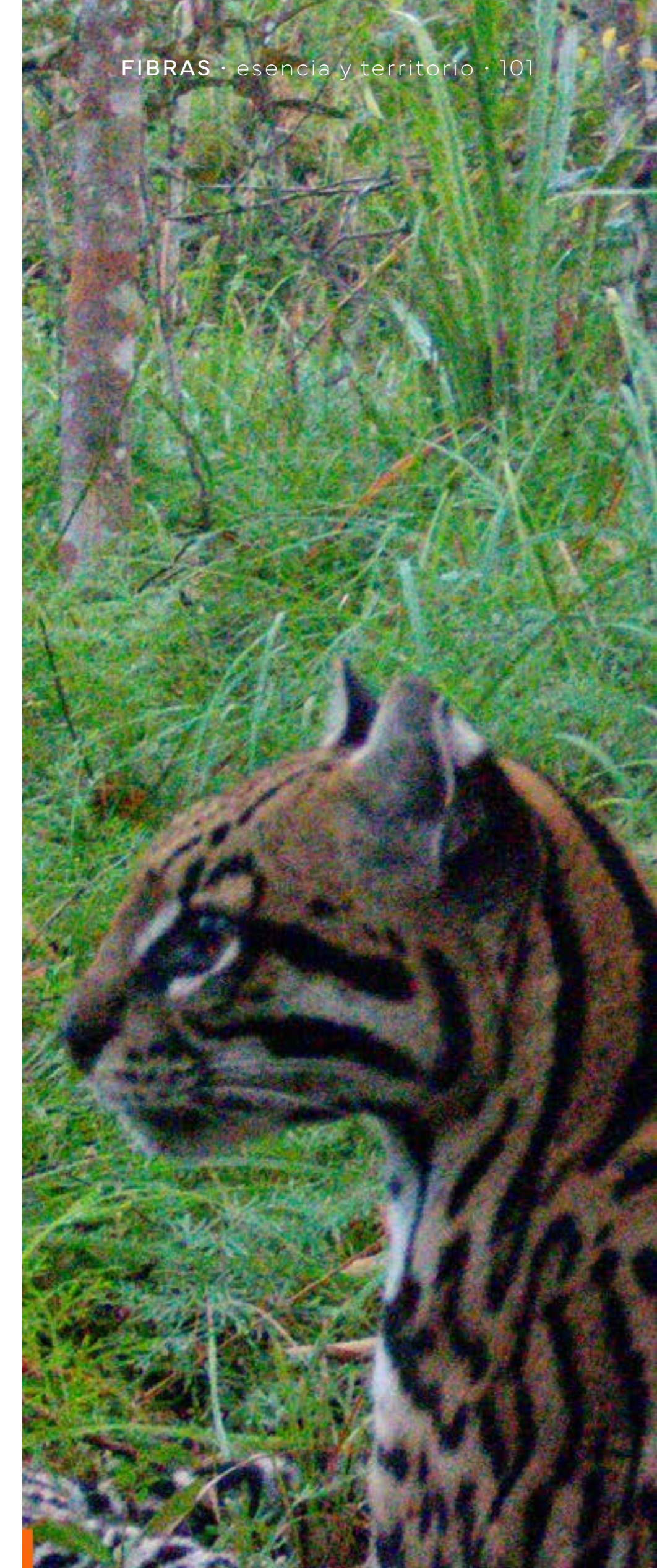
En Colombia son pocos los programas de monitoreo sistemáticos, por lo que en el marco del Convenio FIBRAS se sientan las bases para un diagnóstico de las poblaciones silvestres en áreas productivas. En el marco de este convenio, el monitoreo generó datos que permitirán medir la respuesta de especies silvestres a las intervenciones humanas en el territorio, con el objetivo de orientar y promover un manejo apropiado de la biodiversidad e identificar la eficiencia de las acciones para conservarla.

El monitoreo de biodiversidad se implementó a múltiples escalas y en diferentes niveles de organización biológica y fue abordado con métodos no invasivos de muestreo a través del uso de cámaras trampa y sensores remotos. A nivel local, los datos obtenidos en las cámaras trampa aportaron a la construcción de modelos de ocupación de especies y a la identificación de umbrales de

cambio de biodiversidad. Mientras que a nivel regional los datos de monitoreo generados en el convenio posibilitaron el desarrollo de BioModelos regionalizados con una mayor resolución espacial. Los BioModelos regionalizados incorporaron la temporalidad representada por los datos de los sensores remotos, a través del uso de variables espaciales actualizadas y sincronizadas con los registros biológicos. Esta información regional a su vez, fue insumo para los análisis de conectividad ecológica y de costo-efectividad para las inversiones de conservación.

Especie capturada en cámara ▶

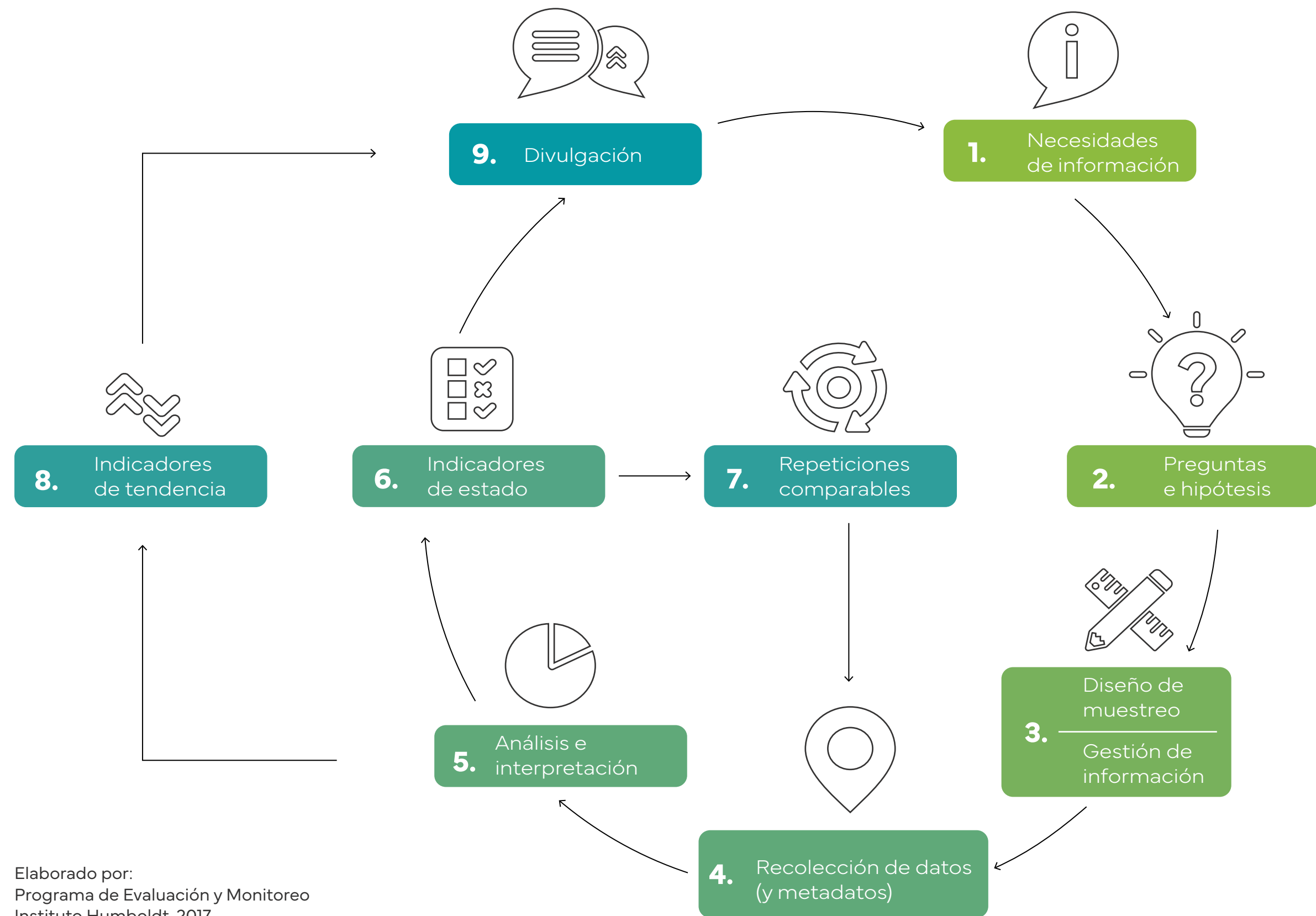
El **monitoreo** es un proceso que busca generar información continua sobre un ecosistema, especie o acciones que sirven para determinar cuál es el estado y los cambios que experimenta. Los resultados del monitoreo contribuyen a la toma de decisiones a diferentes escalas, y es un proceso que puede adaptarse en el tiempo.



# Metodología y Resultados

Buscando que el monitoreo de biodiversidad sea un proceso científico y direccionado, el Instituto Humboldt ha propuesto el ciclo de monitoreo como una herramienta para estructurar y documentar los procesos de planeación (pasos 1 a 3), implementación (pasos 4 a 8) y evaluación (pasos 9, paso 1 y 7) de las estrategias de manejo y conservación (figura 1). El monitoreo más que un fin en sí mismo, se plantea como una herramienta para la gestión de la biodiversidad, ayuda a fundamentar el manejo en conocimiento científico, permite construir una historia coherente del cambio y las intervenciones, y genera información relevante y oportuna para la gestión integral de la biodiversidad (Vallejo y Gómez, 2017).

Para esto se instalaron 600 cámaras trampa siguiendo un diseño de muestreo en grillas de 3 x 3 km, con estaciones de muestreo compuestas por nueve cámaras trampa separadas entre sí, con una distancia promedio de 1 km (figura 2). Las cámaras trampa se distribuyeron en cuatro áreas de estudio: 150 cámaras trampa en Magdalena Medio, 150 en Piedemonte Casanare, 198 en Piedemonte



Elaborado por:  
Programa de Evaluación y Monitoreo  
Instituto Humboldt, 2017

**Figura 1.** Ciclo de monitoreo de la biodiversidad (Sánchez-Clavijo & Díaz-Pulido, 2021)

Meta y 102 en río Tillavá. El monitoreo se llevó a cabo en dos eventos de muestreo, uno a finales del año 2020 (noviembre-enero) y otro a finales del año 2021 (noviembre-diciembre), en los cuales cada cámara permaneció activa durante 30 días como mínimo.

Las cámaras se instalaron en su mayoría con el lente dirigido hacia caminos con uso aparente de fauna, a una distancia de 2 a 3,5 m del posible paso del animal y a una altura del suelo entre 0,15 y 2 m. Las cámaras trampa fueron programadas para tomar tres capturas fotográficas en cada activación, con un periodo de espera de un minuto entre activaciones y un nivel de sensibilidad alto. No se incluyeron cebos o atrayentes en los sitios. Algunas cámaras se configuraron bajo el sistema híbrido que permite tomar fotografías y video en una activación.

El número de estaciones de muestreo por área fue acordado en conjunto con el equipo técnico de Ecopetrol. En el caso del río Tillavá, se decidió instalar un menor número de cámaras, al tener una menor extensión respecto a las demás áreas. Además, el tiempo de actividad de las cámaras durante la primera

Instalación de cámara ▶

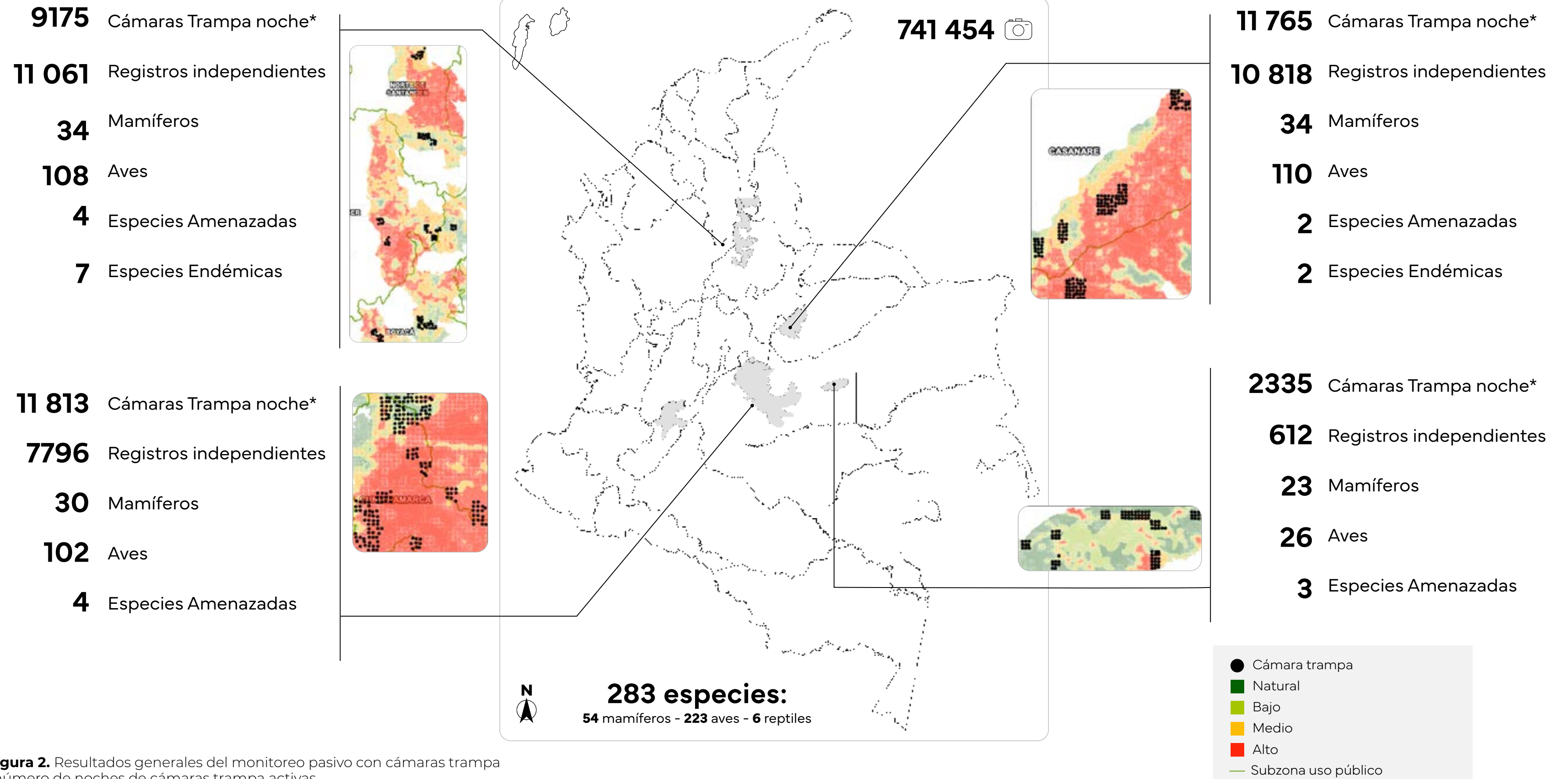


temporada de monitoreo fue menor que la segunda, debido a que se presentaron eventos de inundación e incendios que impidieron el funcionamiento de las cámaras en algunas de las estaciones.

Se registraron 223 especies de aves y 54 especies de mamíferos (figura 2), a partir de 30 287 registros independientes (un registro independiente corresponde a todas las fotografías de una misma especie obtenidas en una misma cámara durante un período de 30 minutos) y 741 454 fotografías. Once especies se encuentran bajo alguna categoría de amenaza a nivel nacional (MADS, Resolución 1912 de 2017) y/o global (IUCN) y nueve son endémicas (figura 3). Todas las fotografías obtenidas en este estudio fueron ingresadas a la plataforma Wildlife Insights y los registros biológicos fueron ingresados a la infraestructura institucional de datos (I2D) y al Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia (SiB). En el [Anexo 1](#) se encuentra el listado de las especies registradas a partir del monitoreo pasivo.

Los datos recopilados con las cámaras trampa fueron procesados junto con diferentes tipos de variables ambientales y del paisaje para obtener cinco tipos de

## Monitoreo Pasivo - Fototrampeo



**Figura 2.** Resultados generales del monitoreo pasivo con cámaras trampa  
 \*número de noches de cámaras trampa activas.





**Figura 3.** Especies de mamíferos y aves amenazadas (izquierda) y endémicas (derecha) registradas con las cámaras trampa en las áreas de estudio. A. *Cebus versicolor* B. *Odontophorus strophium* C. *Ramphastos vitellinus* D. *Tinamus tao* E. *Aotus griseimembra* F. *Myrmecophaga tridactyla* G. *Plecturocebus ornatus* H. *Priodontes maximus* I. *Tapirus terrestris* J. *Amazilia cyanifrons* K. *Habia gutturalis* L. *Ortalis columbiana* M. *Ortalis garrula* N. *Microsciurus santanderensis* O. *Proechimys chrysaеolus* P. *Proechimys oconnelli*

productos: 1. Modelos de ocupación, 2. Identificación de umbrales de cambio de biodiversidad, 3. Biomodelos regionalizados, 4. Análisis de conectividad ecológica y 5. Análisis de costo-efectividad.

En el caso de la ocupación y los umbrales de cambio de las especies, se seleccionaron ocho variables que permitieron entender el efecto que tiene la

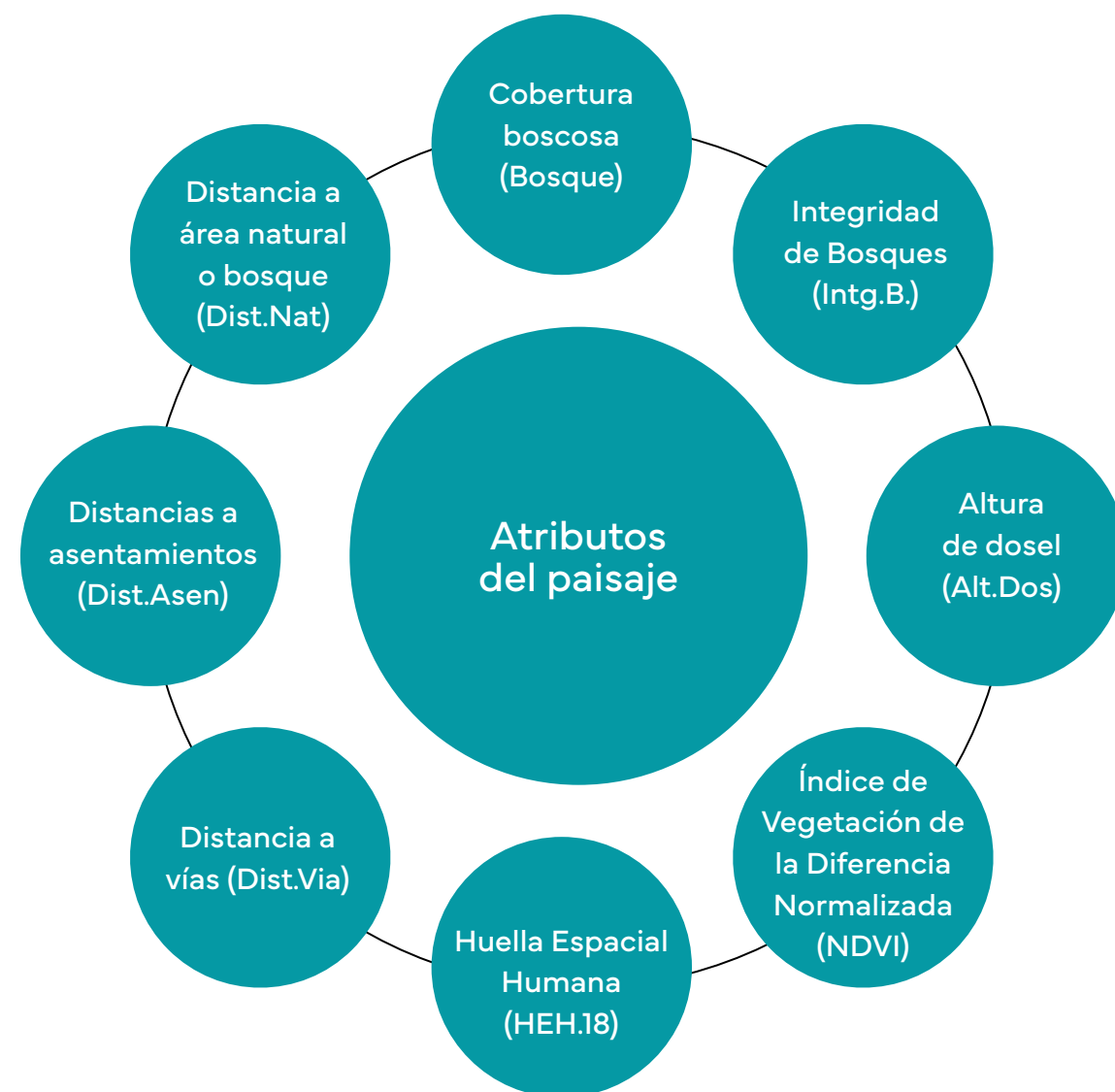
configuración del paisaje, en particular la intervención humana sobre ambos atributos. Para ello se consideró que el efecto de las variables puede ser diferente según la escala espacial de análisis (Santos et al., 2019). Por lo tanto se definieron tres escalas de análisis representadas en tres buffer circulares en cada punto de muestreo (250 m, 500 m y 750 m de radio),

sobre los cuales se extrajeron los valores para ocho variables (figura 4).

### Modelos de ocupación

La ocupación se define como la probabilidad de que una especie ocupe o use un sitio determinado (Mackenzie & Royle, 2005). Dado que varios de los sitios (estaciones de muestreo) pueden estar ocupados por el mismo individuo durante

el tiempo del muestreo, la ocupación en este trabajo se interpreta como un índice de uso de hábitat (Mackenzie & Royle, 2005). De esta manera, para entender el efecto de las variables de paisaje sobre la ocupación de las especies de aves y mamíferos se siguió la aproximación de Mackenzie & Royle (2005) en las siguientes dos etapas:



**Figura 4.** Variables seleccionadas para analizar el efecto de los atributos del paisaje sobre los indicadores de estado y tendencia

### Etapa 1. Selección escala espacial

Se escogió la escala espacial más informativa para cada una de las variables en cada una de las especies, construyendo tres modelos que representan las tres escalas (250 m, 500 m, 750 m) y, manteniendo el componente de detectabilidad igual para todos los modelos. Para seleccionar el mejor modelo se utilizó el Criterio de Información de Akaike para muestras pequeñas (AICc), con el criterio de selección dirigido a aquellos que obtuvieron un Delta AICc menor de 2 (Burnham & Anderson, 2002).

### Etapa 2. Selección variables más influyentes

Se contrastaron las variables para entender cuál tenía un efecto mayor en la probabilidad de ocupación (psi) de cada especie. Para ello, se construyeron modelos independientes con cada una de las variables, asociadas a la escala espacial más informativa. En este caso, al analizar dos temporadas, los modelos incluyen dos parámetros adicionales (colonización -gam y abandono -eps), además de la detectabilidad (p). No obstante, se mantuvieron nulos porque se necesitan más de dos temporadas de muestreo para su análisis. La selección del modelo se realizó bajo el mismo procedimiento de la etapa 1.

Los modelos de ocupación reportados corresponden a aquellos que presentaron una convergencia adecuada, por lo cual, a pesar de registrar especies de gran interés para la sociedad como el jaguar, la cantidad de detecciones no permitieron estimar la probabilidad de ocupación en todos los casos. Basados en lo anterior, se analizaron 21 especies de mamíferos y 24 de aves, siendo el piedemonte de Casanare y Meta las regiones donde se obtuvieron más registros y, por ende, se analizaron más especies. En río Tillavá, la pérdida de cámaras trampa, incendios e inundaciones, resultó en un menor esfuerzo de muestreo y pocos registros.

En general, la ocupación de la mayoría de las especies en las cuatro regiones fue muy variable, incluso algunas de ellas respondieron de manera distinta entre regiones. Por ejemplo, en el Magdalena medio y Casanare, la ocupación del armadillo (*Dasypus novemcinctus*) fue explicada principalmente por la distancia a asentamientos con un efecto negativo, mientras que en el departamento del Meta fue explicada por la distancia a bosques de manera positiva. Las respuestas a una misma variable también variaron de acuerdo a

la región, por ejemplo, en el Magdalena medio la probabilidad de ocupación de especies como ocelote (*Leopardus pardalis*) y pecarí (*Pecari tajacu*) fue mayor lejos de los asentamientos humanos, mientras que el armadillo, la chucha (*Didelphis marsupialis*) y el tamandua (*Tamandua mexicana*) mostraron un efecto contrario (más frecuentes cerca a los poblados).

La variabilidad en los resultados sugiere que las estrategias de conservación deben definirse teniendo en cuenta los contextos paisajísticos regionales e, incluso, locales. Ahora bien, en la mayoría de los casos la ocupación fue explicada por factores antrópicos más que por características bióticas, siendo usual encontrar efectos negativos de las variables relacionadas con actividades humanas. Algunas excepciones a esto fueron el venado cola blanca, el armadillo, la chucha, entre otros, que demuestran la gran tolerancia de las especies que actualmente ocupan estos paisajes dominados por actividades humanas. En el [Anexo 2](#) se encuentra la información sobre el efecto de las variables en los modelos de ocupación para cada una de las especies de mamíferos en cada área de estudio.

En cuanto a los cambios en la ocupación de las especies en los dos años de muestreo, es importante notar que ninguno de estos cambios en las cuatro regiones fue estadísticamente significativo (solapamiento de intervalos de confianza). Sin embargo, se resalta que tres de las 10 especies evaluadas en el Magdalena Medio mostraron una disminución en la probabilidad de ocupación el segundo año, particularmente el mapache (25 %), la tayra (6 %) y el tamandua (2 %); mientras que las especies con un mayor incremento en su ocupación fueron el pecarí y la chucha (~33 %). En el Piedemonte Meta, siete de las 11 especies evaluadas mostraron una disminución en la probabilidad de ocupación el segundo año de muestreo; sin embargo, esta reducción es mínima siendo el ocelote y el oso palmero las especies que más reducción tuvieron (menos 16 %, aproximadamente) y la tayra (~15 %). En el Piedemonte Casanare once de las 17 especies evaluadas mostraron una disminución en la probabilidad de ocupación el segundo año de muestreo, siendo la chucha la especie que más reducción presentó (~40 %), seguido por la paca (22 %); y se destacan la tayra (~20 %) y el ocelote (22 %) entre las

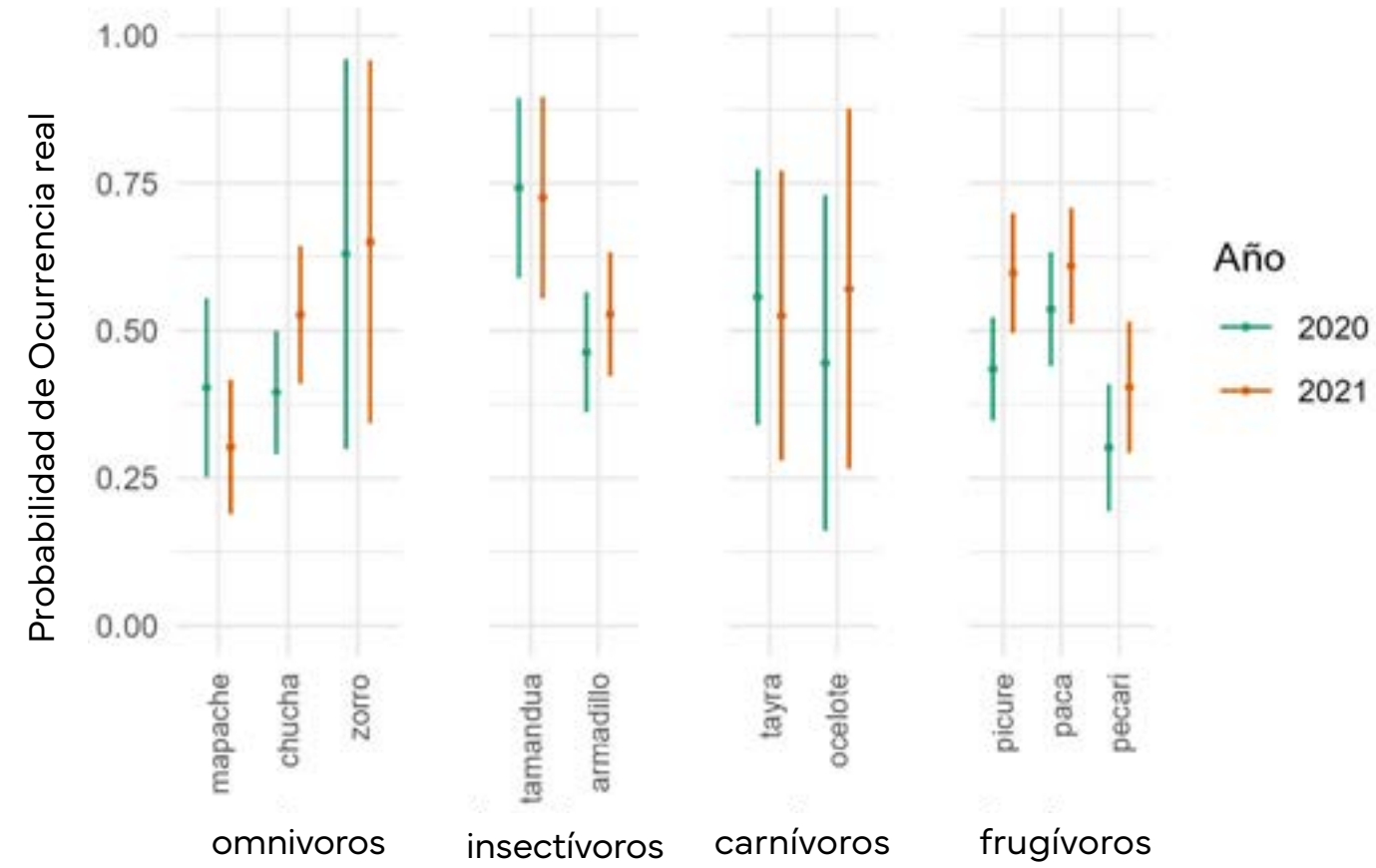
seis especies que mostraron un aumento en la ocupación. (figura 5).

Es importante mencionar que para un correcto diagnóstico y predicciones robustas de las tendencias poblacionales de las especies silvestres, es necesario tener al menos cinco años de monitoreo, ya que en la naturaleza las poblaciones suelen fluctuar naturalmente dependiendo de muchas circunstancias, por lo que diferenciar entre cambios naturales y aquellos productos de las actividades humanas es un proceso más complejo que solo puede ser verificado con estudios a largo plazo.

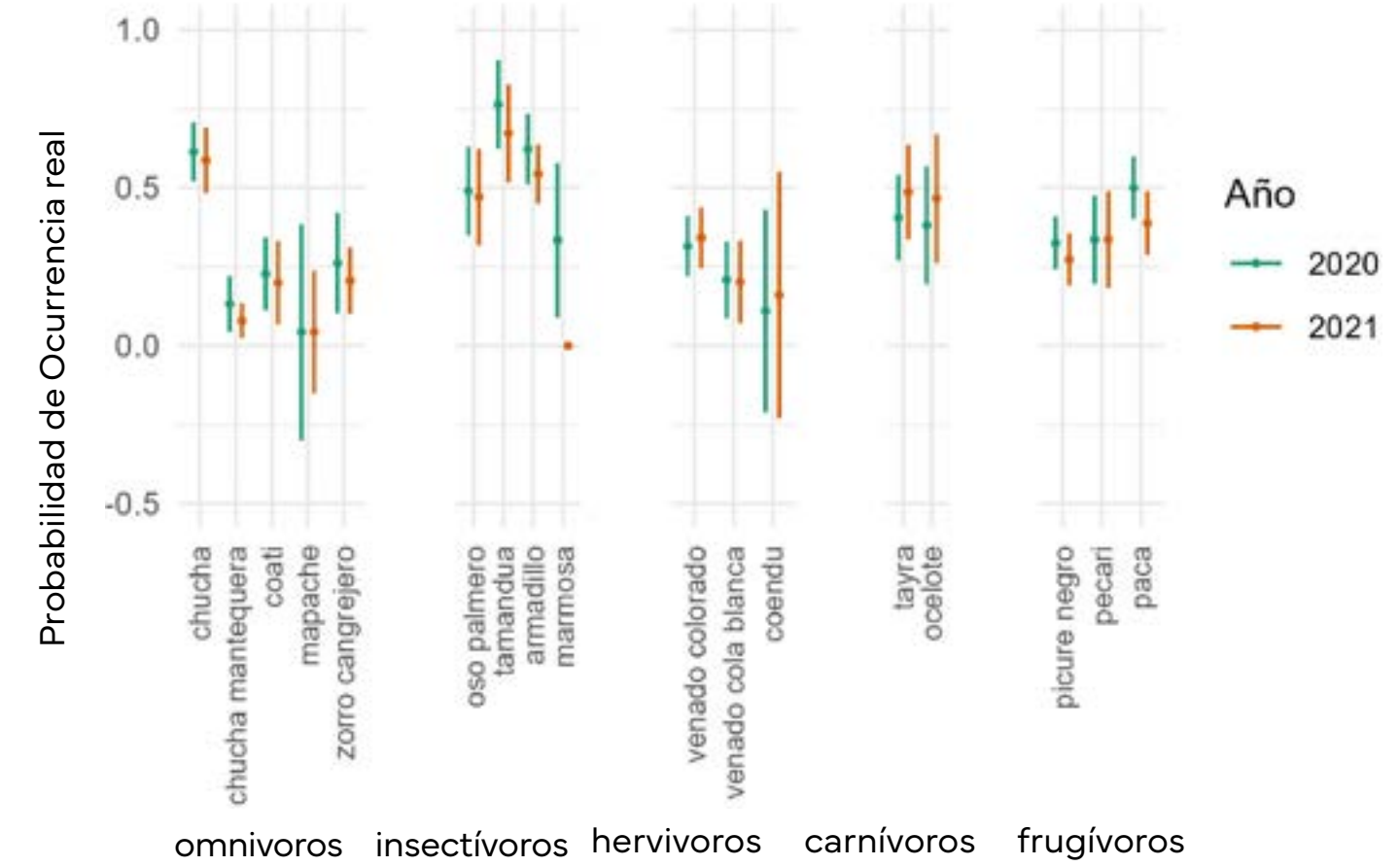
▼ Resultado de las cámara trampa



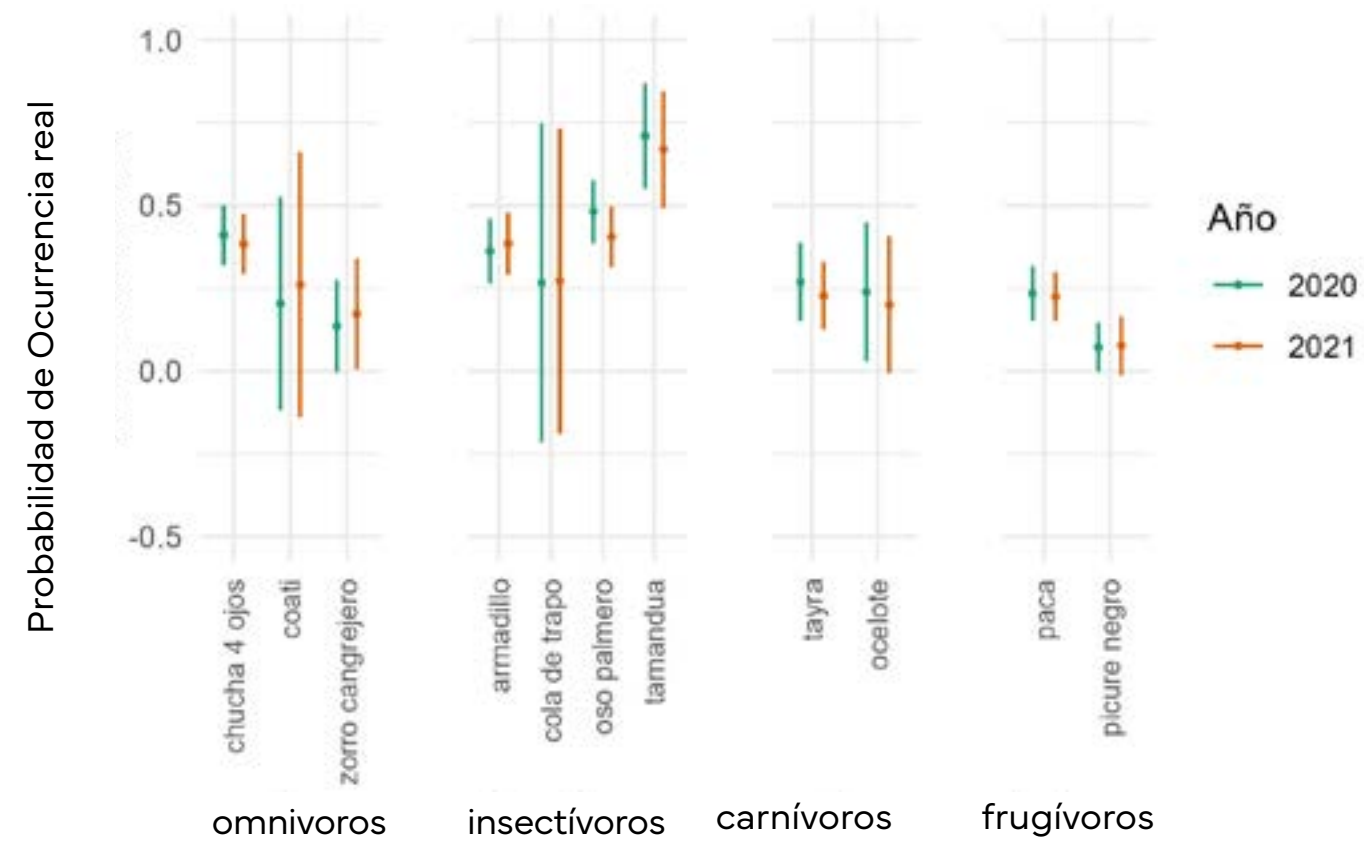
**Magdalena medio**



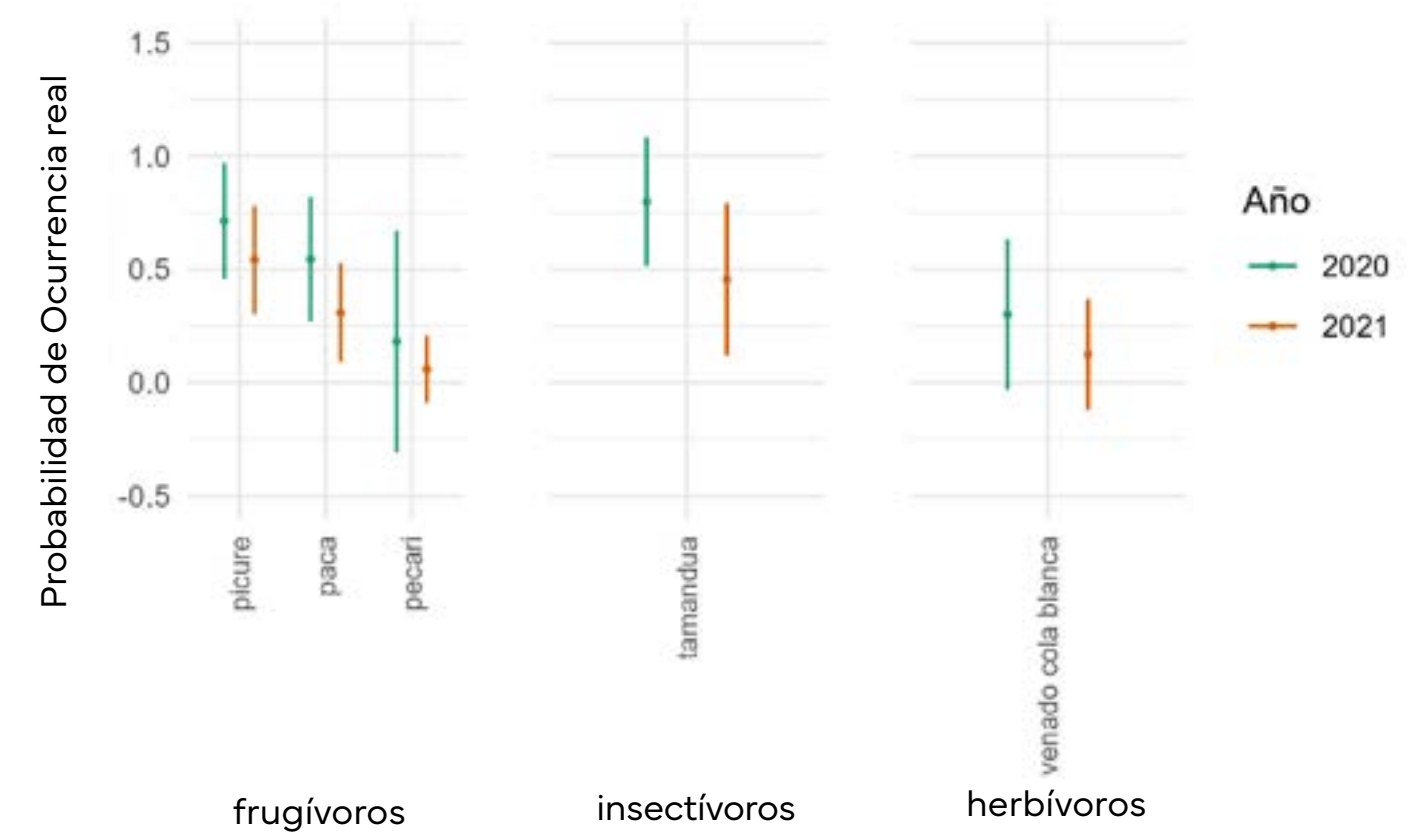
**Piedemonte Meta**



**Piedemonte Casanare**



**Río Tillavá**



**Figura 5.** Cambios en la probabilidad de ocurrencia de mamíferos entre los años 2020 y 2021

### Identificación de umbrales de cambio de biodiversidad

La pérdida y fragmentación del hábitat alteran la biodiversidad y función del ecosistema de diferentes maneras (Crooks et al., 2017; Laurance et al., 2014). La intensidad de estos efectos depende de la estructura de los paisajes, entre ellos los usos del suelo, la configuración, la presencia humana, la disponibilidad potencial de nuevos recursos, etc. (Cosentino et al., 2011; Franklin & Lindenmayer, 2009; Prugh et al., 2008).

Identificar la existencia de umbrales en las respuestas de las poblaciones o comunidades silvestres ante la estructura del paisaje es clave para identificar potenciales eventos adversos y planear acciones de manejo anticipadamente. Principalmente, los análisis de umbrales han sido empleados para medir cómo la pérdida de bosque, por ejemplo, puede desencadenar disminuciones dramáticas en las poblaciones y comunidades (Muylaert et al., 2016; Roque et al., 2018) o, cómo el aumento de una cobertura antrópica puede resultar en cambios drásticos no graduales (Pardo et al., 2018b).

Para determinar los umbrales de cambio en la respuesta de las poblaciones

estudiadas frente a las variables de paisajes se utilizó el paquete de R, TITAN -Threshold Indicator Taxa Analysis (Baker & King, 2010), el cual permite identificar cambios drásticos para cada especie donde hay evidencia significativa de un quiebre en la relación lineal con las variables. Por otro lado, para la identificación de umbrales de cambio en las comunidades de aves y mamíferos se empleó una técnica de aprendizaje automático llamado *Boosted Regression Trees* y se siguió la metodología de Elith et al., (2008) para parametrizar el modelo, e incluir y analizar seis métricas de diversidad, agrupadas en dos categorías: diversidad funcional y diversidad filogenética (tabla 1).

En general, todas las especies analizadas respondieron a los atributos ecológicos y bióticos del paisaje asociados, a su vez, con la disponibilidad de recursos para el mantenimiento de las poblaciones de aves y mamíferos. El 64 % de las especies de mamíferos y el 89 % de aves evidenciaron umbrales de pérdida en el Magdalena Medio, el Piedemonte Casanare y el Piedemonte Meta, con respuestas diferentes entre áreas, lo cual indica que las acciones de manejo deben contemplar los contextos territoriales de cada región. Por ejemplo,

**Tabla 1.** Métricas de diversidad seleccionadas para analizar los umbrales de cambio a nivel de comunidades

Categoría	Variable	Descripción
Filogenética	1. Índice de Diversidad filogenética (PD)	Representa la diversidad funcional y ecológica de un grupo de especies usando una filogenia como proxy. La PD de las especies registradas con las cámaras trampa se obtuvo sumando la longitud de las ramas que componen el árbol filogenético de la comunidad en análisis (Faith, 1992)
	2. Distancia filogenética media (MPD)	Describe las relaciones evolutivas dentro de la comunidad registrada en cada cámara trampa, teniendo en cuenta la intensidad de la relación y el grado de diferenciación. Representan si la comunidad está compuesta por linajes cercanos o emparentados (menor valor) que, a su vez, indican una zona con radiación adaptativa temprana o lejanamente emparentados (mayor índice) (Webb et al., 2002)
	3. Variabilidad filogenética de especies (PSV)	Mide el grado de relación evolutiva entre las especies de la comunidad registrada en cada cámara trampa, representado en el grado de agrupamiento de las especies en la comunidad (variabilidad filogenética). Entre mayor sea el índice, menor agrupamiento (menor relación) y viceversa (menor índice, mayor grado de agrupamiento)
	4. Riqueza filogenética de especies (PSR)	Ajusta el valor de la variabilidad filogenética de acuerdo con el número de especies presentes en la comunidad registrada en cada cámara trampa
	5. Similitud filogenética de especies (PSE)	Ajusta el valor de la variabilidad filogenética con las abundancias de las especies, permitiendo medir la proporción en la que cada linaje está siendo representado (Helmus et al., 2007)
Funcional	6. Diversidad Funcional (FD)	Representada por la sumatoria de longitud de las ramas del dendrograma construido con la distancia de Gower entre pares de especies con base en caracteres continuos y categóricos compilados funcionales (Cooke et al., 2020).  Caracteres funcionales empleados: <ul style="list-style-type: none"> <li>· Media de masa corporal del adulto</li> <li>· Tamaño de camada: número de crías o número de huevos</li> <li>· Actividad diaria: diurno, nocturno</li> <li>· Amplitud de hábitat: número de hábitats definidos por UICN.</li> <li>· Capacidad de vuelo: volador, no volador.</li> <li>· Categoría de dieta: semillas y plantas, frutas y néctar, vertebrado incluido carroña, invertebrados, omnívoros</li> </ul>

para el armadillo (*Dasypus novemcinctus*) se detectó un umbral de cambio positivo para Magdalena Medio pero negativo para el Piedemonte Meta, asociado a la altura de dosel en ambos casos.

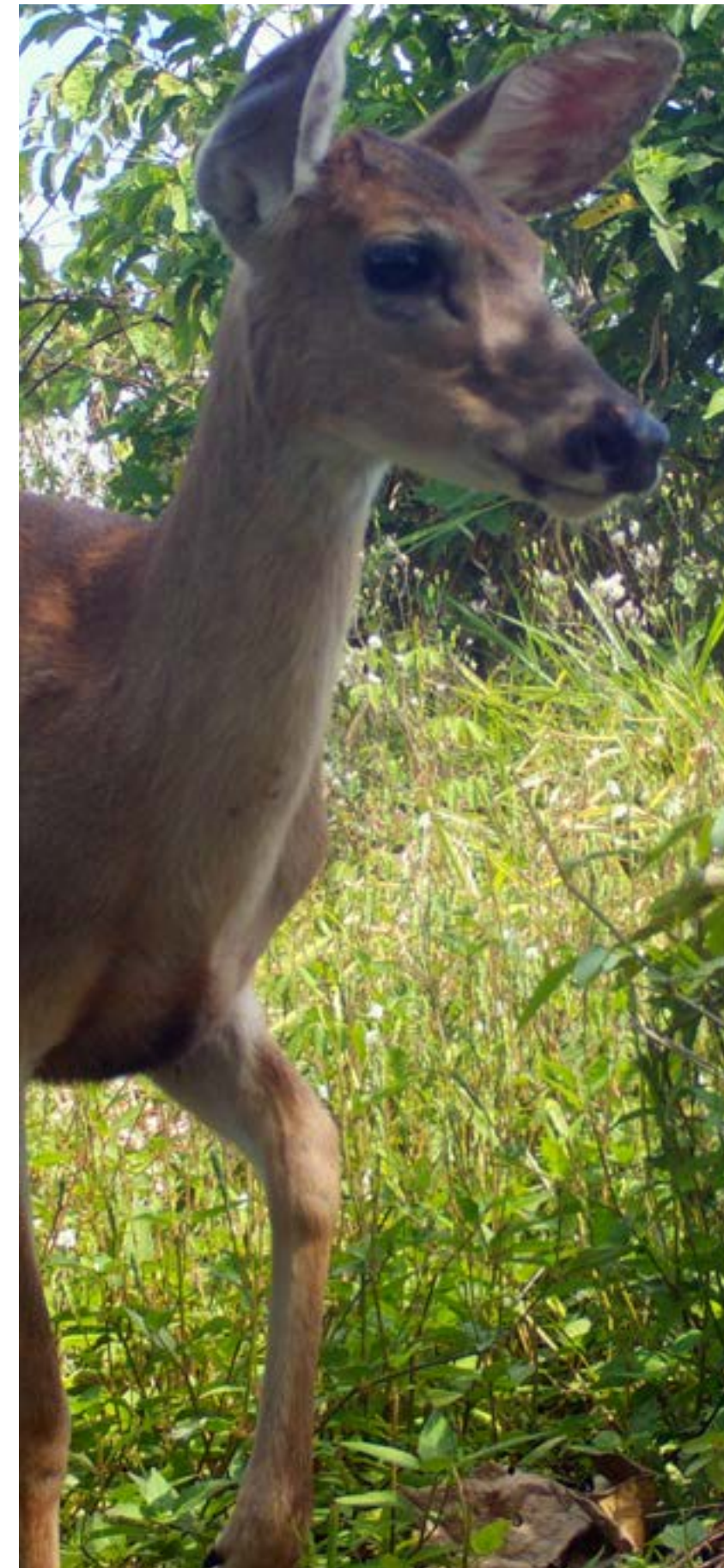
Las dificultades presentadas en la región del río Tillavá ya se describieron anteriormente. En cambio, en la región del Magdalena Medio se contó con un conjunto de datos de entrenamiento amplio que permitió un mejor desempeño de los modelos ( $R^2 > 0,7$ ), lo cual se traduce en una mayor confianza en la tendencia de las métricas de biodiversidad.

El 14 % de los umbrales críticos de cambio y estructura de la biodiversidad estuvieron ligados a la cercanía a vías, lo cual genera una alerta hacia el atropellamiento de fauna entre los 1000 y 5000 metros de distancia, rango promedio de mayor estructuración de las métricas de biodiversidad bajo está variable, además de efectos de la perturbación asociados a ruido, contaminación y la dispersión de especies exóticas, todos factores de riesgo asociados a la infraestructura vial, entre otros.

Los resultados sugieren la importancia de mantener áreas naturales en buen estado (p.e. bosques con buena altura, con buena proporción de cobertura y

cercanía a áreas naturales) reflejado en umbrales de cambio crítico en el Índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI), en altura del dosel entre 10 y 15 metros y en el índice de integridad del bosque. La implementación de acciones que generan cambio en estas variables son ideales para disminuir los efectos negativos de las actividades humanas y, así, mantener varios de los caracteres funcionales y las relaciones filogenéticas complejas, que dependen del contexto paisajístico de la región. Por ejemplo, los umbrales de integridad de bosques para Magdalena Medio, así como las distancias a vías tomaron gran importancia en la estructuración de las comunidades. Entre tanto, en Piedemonte Casanare la diversidad aumentó proporcionalmente a la huella espacial humana, un patrón al parecer inesperado, pero que desde una perspectiva regional, evidencia la confluencia de las zonas agrícolas con el aumento de la biodiversidad propio del piedemonte, zonas que representan los principales reservorios evolutivos y funcionales de la región; generando una alerta sobre el impacto de estas intervenciones antrópicas más allá de la ventana temporal evaluada en este estudio.

▼ Ciervo gravado en cámara trampa



### **Biomodelos Regionalizados**

Los mapas de distribución de las especies basadas en el cálculo del nicho ecológico, aquí denominados BioModelos regionalizados, son una representación de las condiciones ambientales donde la especie está o puede estar presente, con base en la relación de los registros y variables ambientales (Peterson & Soberon, 2012). Los BioModelos son herramientas útiles para evaluar posibles promotores antrópicos de cambio (Mcowen et al., 2016; Velásquez-Tibatá et al., 2019), al ser una representación basada en la interacción de las especies con su ambiente.

Particularmente, los BioModelos regionalizados presentan ventajas sobre los modelos de nicho tradicionales obtenidos con variables climáticas, ya que tienen una resolución espacial grande y pueden ser representados en varios periodos de tiempo -BioModelos multitemporales, cuando los datos usados provienen de monitoreos sistemáticos relacionados con datos de sensores remotos. Estos modelos permiten proponer sistemas de seguimiento a los cambios temporales en las distribuciones de las especies, a partir del desarrollo de sistemas interoperables (Hoffmann et al., 2014) y dinámicos.

En el Convenio FIBRAS, los BioModelos regionalizados fueron generados con registros de cámaras trampa de especies de mamíferos, aves y reptiles. Mientras que las bandas del sensor MODIS y un modelo de elevación digital disponibles en Google Earth Engine (GEE: catálogo de varias imágenes satelitales y datos geospaciales, Gorelick et al., 2017) fueron usadas como variables predictoras o ambientales. En cada área de estudio se implementó un buffer de 30 km para obtener polígonos que fueron usados para recortar las variables ambientales buscando tener una mirada amplia de las características ecológicas, topográficas, y/o ambientales de áreas vecinas a las zonas de intervención del proyecto, sin que esto generará recargos económicos o logísticos

El flujo de trabajo para la obtención y posprocesamiento de los modelos implicó las siguientes cinco fases (figura 6): 1. Preparación de los datos (magenta), 2. Preparación de los insumos para la construcción de los modelos (naranja), 3. Entrenamiento y desarrollo de los modelos (amarillo), 4. Evaluación de los modelos (verde) y 5. Postprocesamiento de los modelos para la obtención de indicadores (azul).

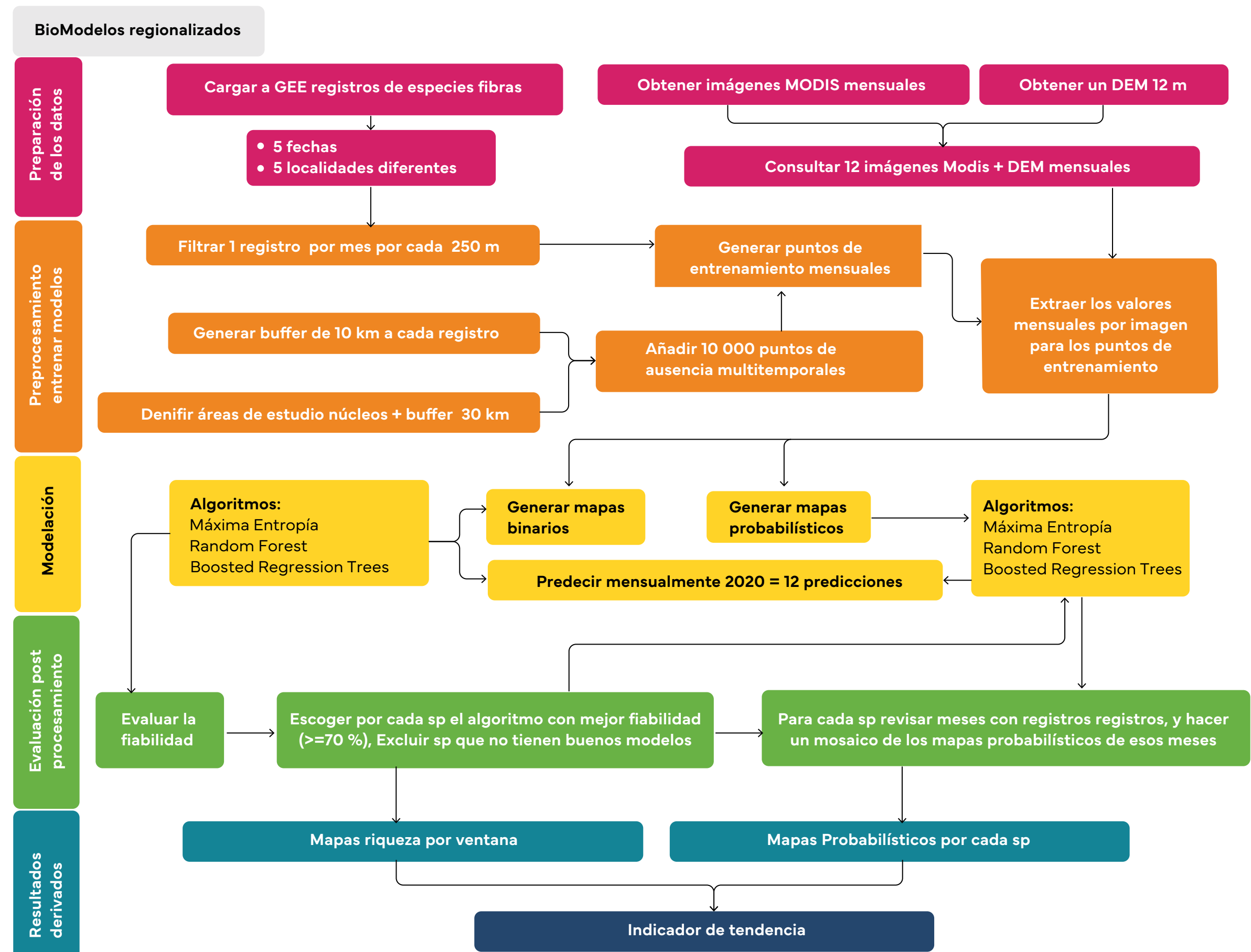
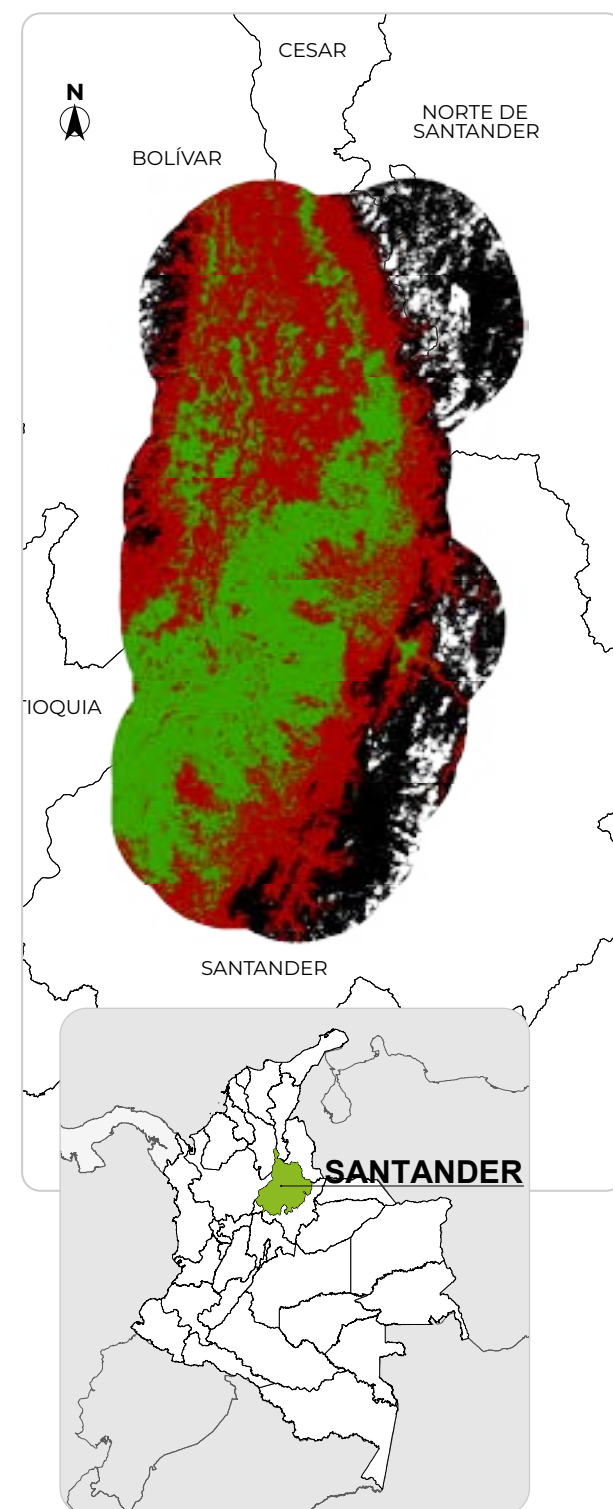
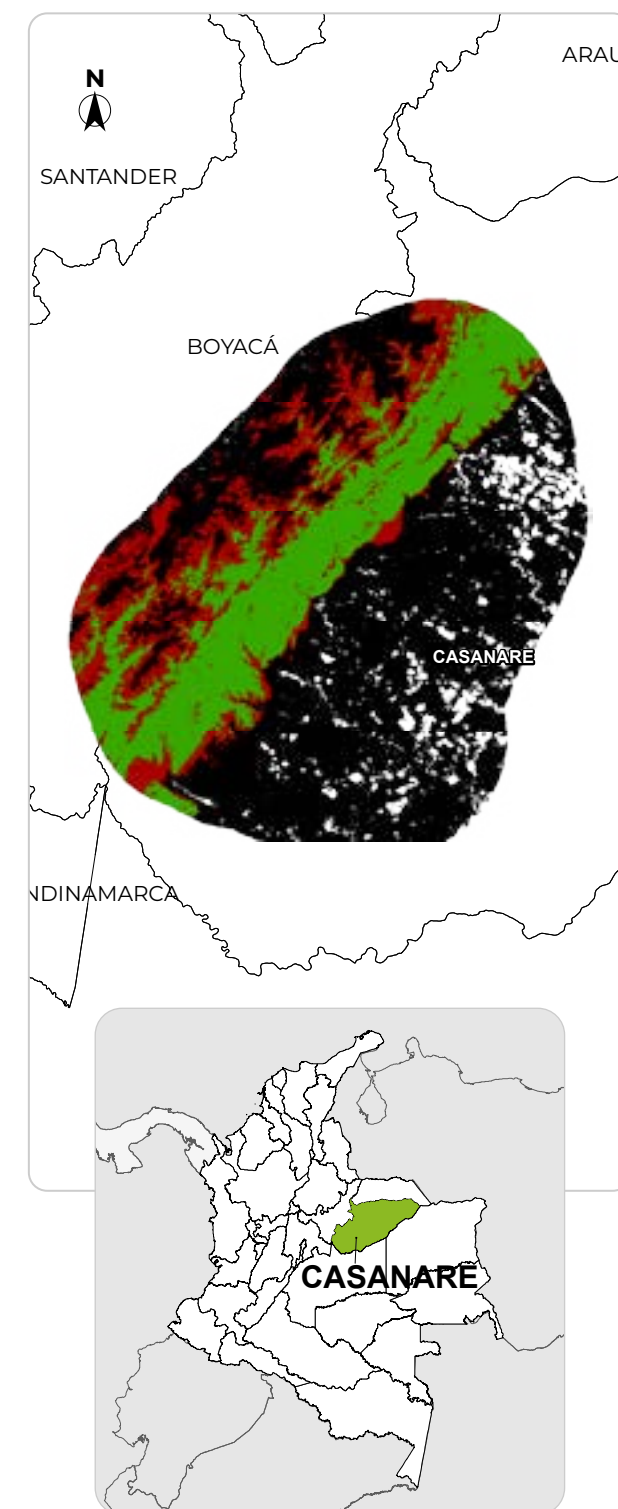


Figura 6. Metodología empleada para la obtención de BioModelos regionalizados

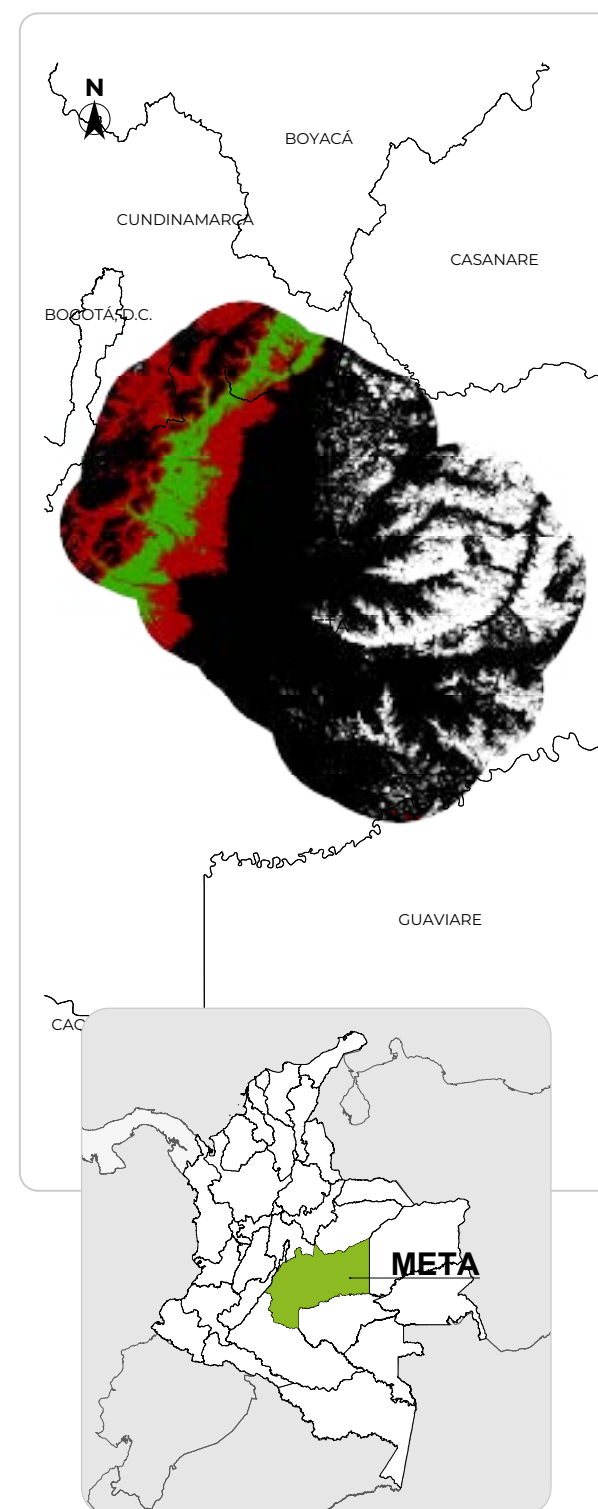
**Magdalena Medio**



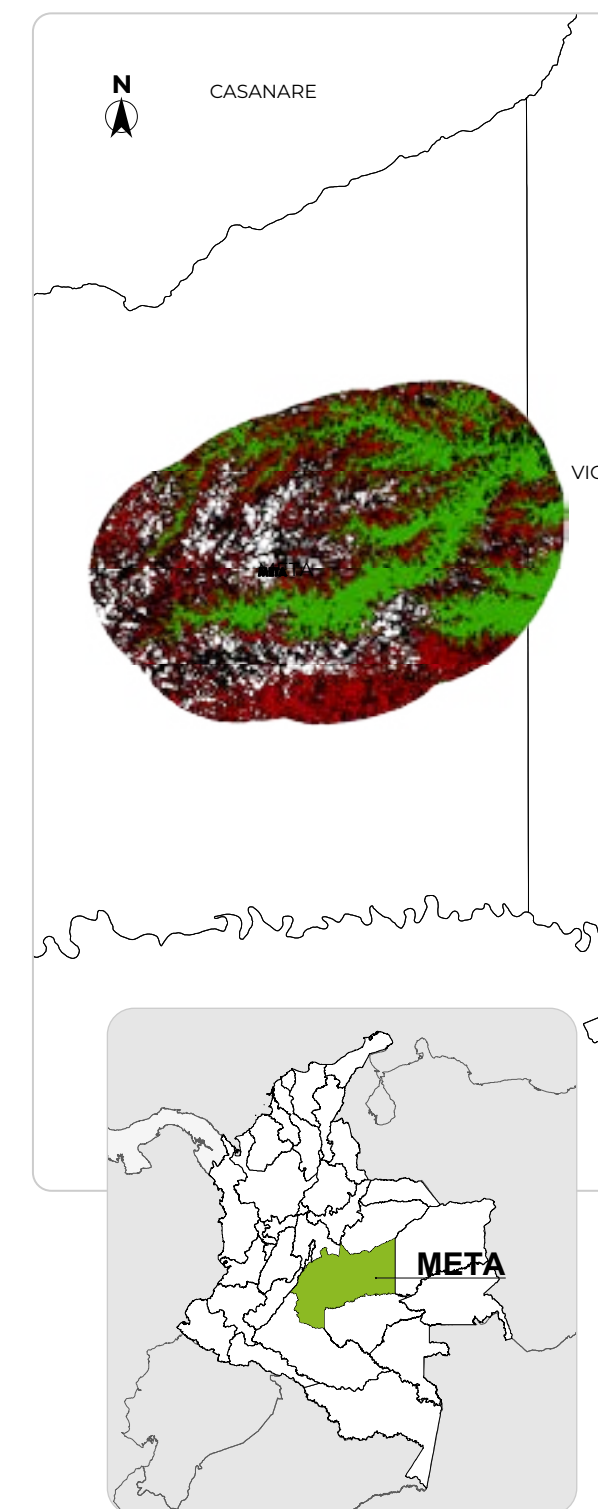
**Piedemonte Casanare**



**Piede Meta**



**Río Tillavá**



■ Baja Riqueza 1 spp   ■ Media Riqueza 27 spp   ■ Alta Riqueza 54 spp

**Figura 7.** BioModelos regionalizados representando la riqueza de especies en las áreas de estudio. Los sitios en verde presentan mayor riqueza de especies, el valor rojo es riqueza intermedia, mientras que los sitios oscuros son aquellos caracterizados por la riqueza baja. Los valores de riqueza pueden variar para cada área de estudio

La mayor riqueza de especies fue representada en los BioModelos regionalizados del Piedemonte Meta con 69 especies, Piedemonte Casanare con 58 especies y Magdalena Medio con 56 especies, mientras que en Río Tillavá se analizaron las distribuciones de 11 especies. Adicionalmente, se estimó la riqueza a partir de la sumatoria de los BioModelos regionalizados en cada área de estudio (figura 7). Los modelos se ajustan a los registros usados, de modo que las áreas de mayor idoneidad representan las áreas donde las especies analizadas prefieren habitar. Además, muchas especies pueden ser lo suficientemente adaptables para ocupar otras áreas del paisaje, especialmente en las dos áreas de piedemonte, donde casi ninguna especie hace uso de las planicies bajas y la altillanura de la Orinoquia subestimando su área de distribución, como ocurrió con el zorro (*Cerdocyon thous*), el tinamú (*Crypturellus cinereus*), la paca (*Cuniculus paca*), el picure negro (*Dasyprocta fuliginosa*), la chucha (*Didelphis marsupialis*), el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y la tamandúa (*Tamandua tetradactyla*).

Respecto a la cantidad de hábitat disponible sólo hay diferencias significativas (p-valor de  $0.01 < 0.05$ ) entre los meses de



▼ Tipo de cámara usada en la investigación



noviembre y enero en Río Tillavá, posiblemente porque enero es climáticamente más seco y hay menos disponibilidad de hábitat. Entre noviembre y diciembre (p-valor de  $0.008 < 0.05$ ) en Piedemonte Casanare, posiblemente porque diciembre tiene más registros de modo que los BioModelos predijeron mejor el área que ocupan las especies en dicho mes. En ambos casos se sugiere incrementar el número de datos para determinar las causas que explican las diferencias entre los meses de muestreo. Sin embargo no hubo diferencias estadísticamente significativas en cuanto a calidad de hábitat (p-valor  $< 0.5$  usando una prueba de T-student de dos colas) entre temporadas de muestreo para ningún área.

Un índice de hábitat compuesto por la riqueza de especies, equitatividad e integridad de la vegetación fue calculado con el propósito de caracterizar la calidad del hábitat. El índice oscila entre 0 y 100, en este caso todas las áreas mantienen valores relativamente bajos (0-30), debido a que el índice está castigando la diferencia entre riqueza total y riqueza modelada. Por tanto, en la medida que se instalen más cámaras trampa (espacial y temporalmente) y se mantenga un monitoreo en el tiempo,

la cantidad de especies que satisfacen el criterio de modelación se acercará a la cantidad total de especies identificadas por cámaras trampa y, en esa medida, la dimensión de riqueza de hábitat mejorará notoriamente, lo que significa la mejoría considerable del índice.

En virtud de lo anterior, es necesario continuar el monitoreo sistemático en el mediano y largo plazo, preferiblemente abarcando todo el año para poder determinar con certeza las tendencias estacionales de hábitat y, aún más, para evaluar el efecto del manejo de las mismas. Por el momento, los BioModelos regionalizados nos aportan información descriptiva y casi todos los cambios en cantidad y calidad de hábitat pueden ser atribuidos al clima y el verdor de la vegetación e indirectamente la disponibilidad de agua. Al incrementar la temporalidad y espacialidad también se aumentarán los datos para los análisis de resiliencia y estado de la biodiversidad en las áreas de interés.

### **Análisis de conectividad**

La conectividad del paisaje es uno de los aspectos importantes en la planeación de los territorios dentro de un ideal ambientalmente sostenible, es por ese motivo que se planteó un desarrollo metodológico

desde la ecología del paisaje, el cual permite obtener de manera espacialmente explícita, información acerca de los lugares que resultan más relevantes para la conectividad de las especies.

La metodología para construir los modelos de conectividad ecológica funcional comprendió la búsqueda, obtención y procesamiento de información espacial que permitiera generar una representación de la resistencia del paisaje frente a los flujos de las especies, para posteriormente aplicar modelos que permitieran identificar zonas relevantes para la conectividad (figura 8).

Con el fin de generar la matriz de resistencia se identificaron variables que representarán elementos que inciden de manera efectiva en la movilidad de las especies a través del paisaje. En este sentido se identificó un componente biofísico, en el que se incluyen variables comúnmente usadas en este tipo de análisis como la cobertura de la tierra y la pendiente (Correa Ayram et al., 2017, McGarigal et al., 2018, Zeller, McGarigal & Whiteley, 2012), se incluyó también en este componente la densidad de drenajes, dada la importancia del componente hídrico en las diferentes áreas, en el Magdalena Medio por la influencia del río Magdalena, ciénagas

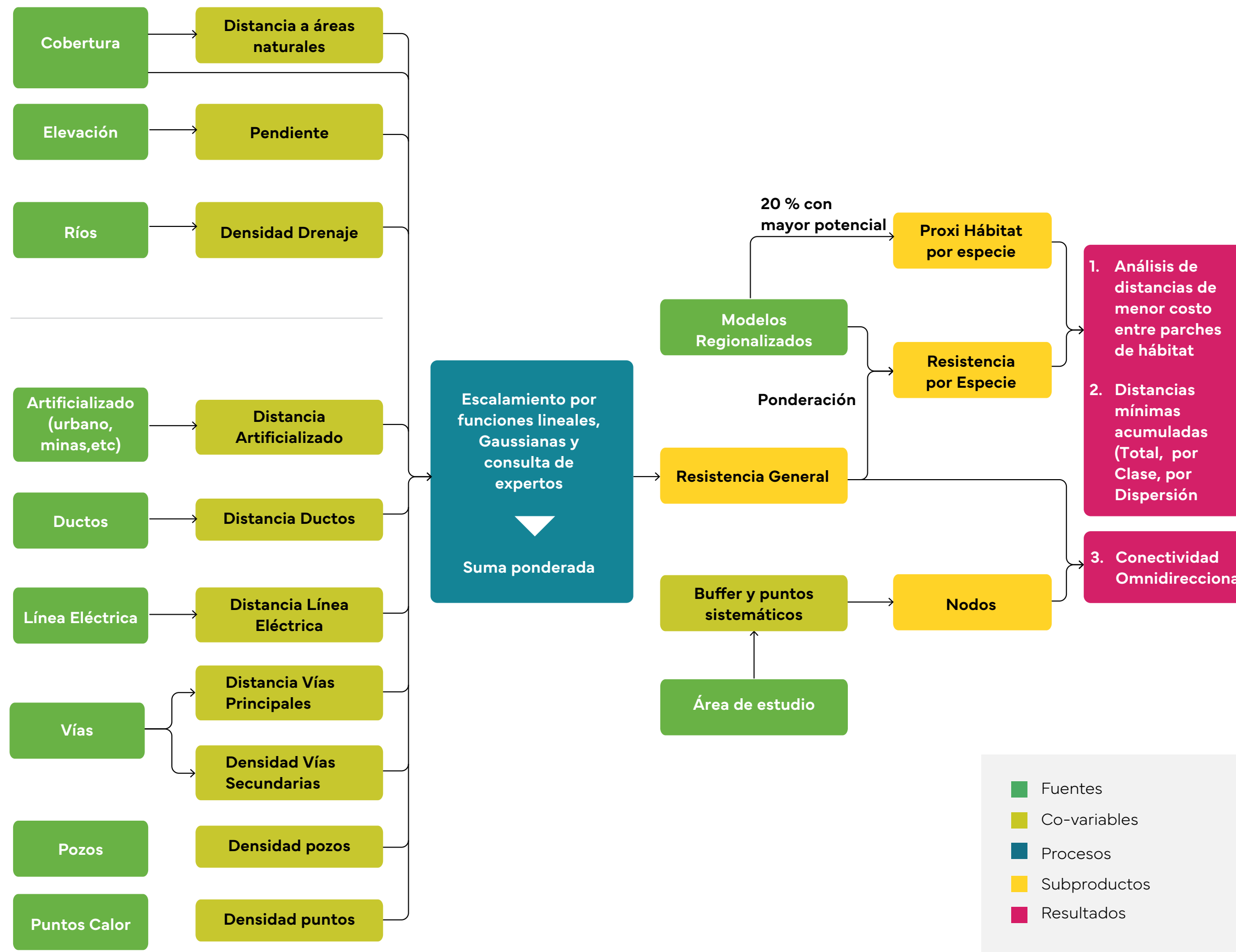


Figura 8. Metodología empleada para construir los modelos de conectividad ecológica funcional en las áreas de estudio.

y afluentes; en las zonas de piedemonte por la alta riqueza hídrica representada por los ríos que descienden de la cordillera y aquellos que se forman en las zonas de disección de la altillanura, además de las depresiones inundables que forman humedales como los esteros, y en el área del río Tillavá por la influencia de los valles disectados de la altillanura.

Se identificó por otra parte un componente antrópico que comprende elementos de perturbación que inciden en la conectividad, entre ellos las distancias a vías o asentamientos y, adicionalmente, algunos de particular pertinencia para la zona como es el caso de los pozos petroleros, las redes de distribución de energía y de combustibles y los incendios forestales.

La resistencia acumulada obtenida fue ponderada por los BioModelos regionalizados de cada especie, teniendo en consideración las distancias de dispersión de cada una consultadas en información secundaria, que es un parámetro relevante en los modelos de conectividad. Finalmente, se realizaron análisis de distancia costo en el programa Linkage Mapper (McRae & Kavanag, 2011), el cual permite identificar los corredores por los cuales las especies encuentran menores

limitaciones para su movilidad. Este procedimiento se llevó a cabo para cada una de las especies, sin embargo, con el fin de obtener una visión sintética del amplio volumen de datos, se generaron resultados acumulados.

Los resultados obtenidos, permitieron identificar que los limitantes en la conectividad estuvieron asociados con el cambio de uso de la tierra, en especial por coberturas como pastos y plantaciones de palma y en Casanare y Meta se identificó una incidencia importante del cultivo de arroz. Así mismo se identificó una alta incidencia de vías y centros urbanos donde sobresalen: Barrancabermeja (Magdalena Medio), Yopal (Piedemonte Casanare), Villavicencio, Acacías y Puerto López (Piedemonte Meta). En particular, en el área del río Tillaavá la resistencia se relaciona con las actividades de explotación, almacenamiento y transporte de los hidrocarburos que hacen parte de Campo Rubiales, una de las áreas más importantes para la generación de hidrocarburos en el país (figura 9).

Los resultados sugieren la posibilidad de emplear las redes de drenaje para fortalecer la conectividad, también la necesidad de reducir la resistencia a partir de herramientas de manejo del paisaje para

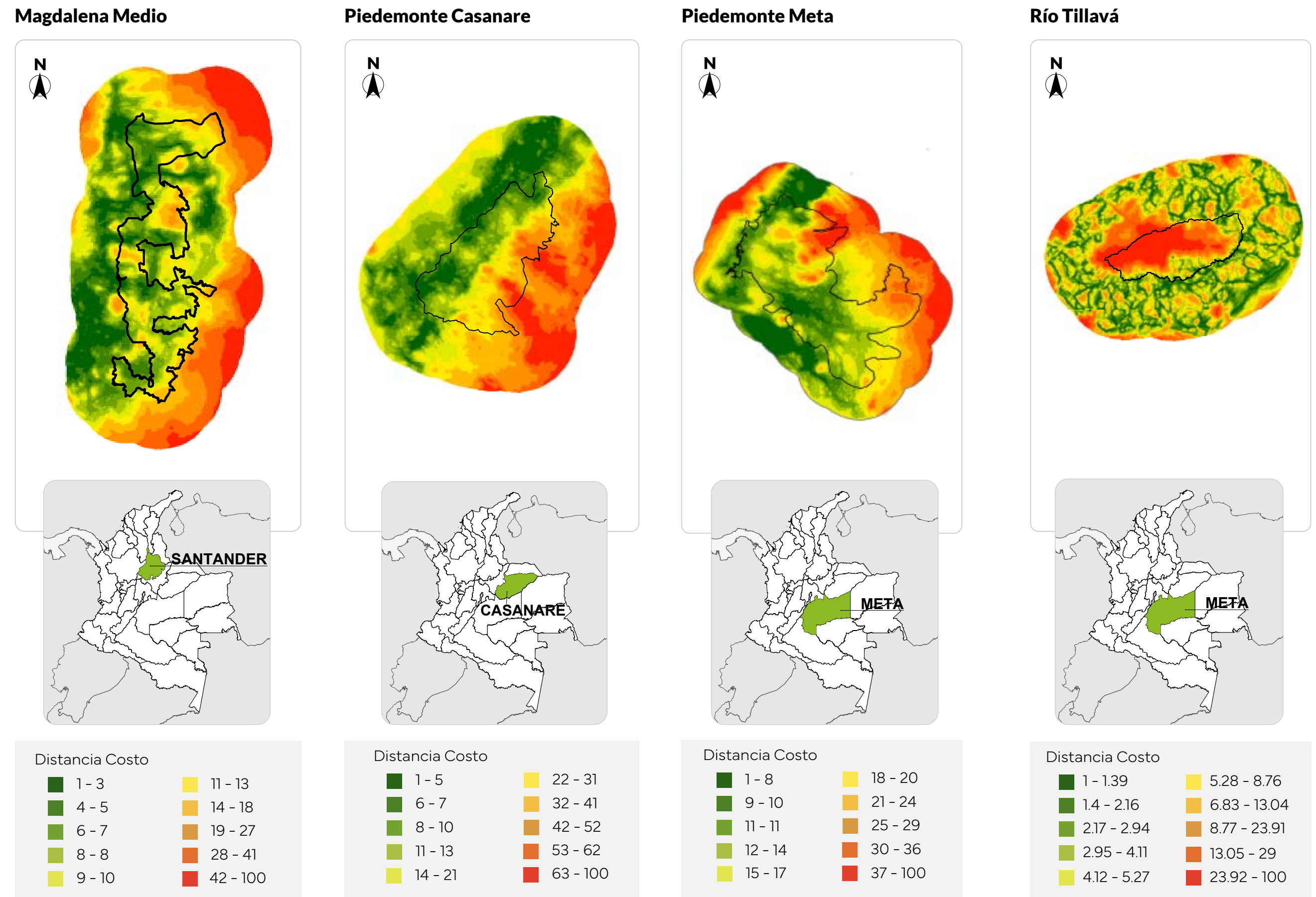
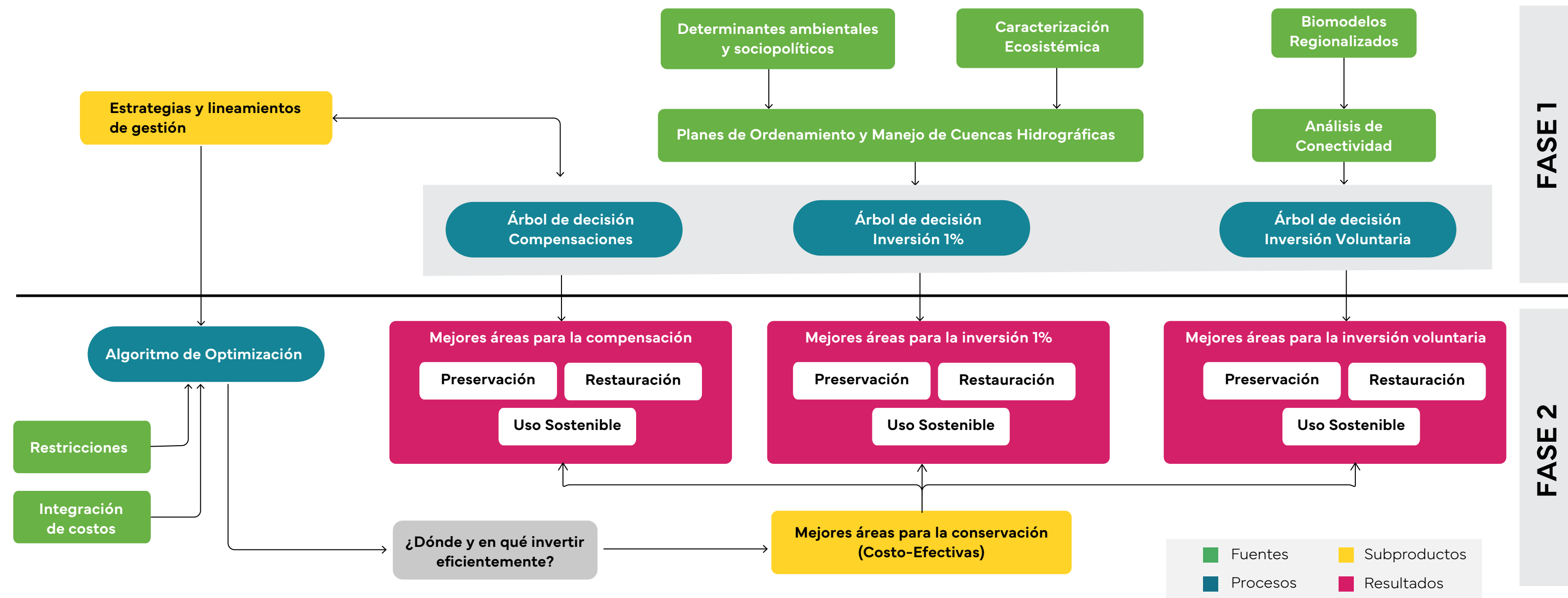


Figura 9. Modelos de conectividad ecológica funcional en las áreas de estudio



**Figura 10.** Metodología empleada para evaluar la costo-efectividad de las inversiones en conservación de biodiversidad

lo cual es importante la articulación con otros actores (autoridad ambiental, entes territoriales, organizaciones de apoyo, etc.).

**Análisis de costo-efectividad**

El análisis de costo-efectividad busca garantizar la eficiencia de las inversiones para la conservación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos y comprendió dos fases generales (figura 10).

La primera consistió en generar estrategias y lineamientos de gestión a partir de indicadores espacialmente explícitos de biodiversidad, determinantes ambientales y sociopolíticos, caracterización ecosistémica (coberturas de la tierra) y el análisis de conectividad junto con los BioModelos Regionalizados. Basado en lo anterior, se construyeron árboles de decisión para

acciones de compensación por pérdida de biodiversidad, obligación forzosa no menor al 1%, e inversión voluntaria, junto con sus estrategias asociadas: preservación, restauración y uso sostenible.

En la segunda fase se definieron las mejores áreas para la conservación con la implementación de un algoritmo de optimización. En este análisis se

definieron características de conservación y costos asociados a cada estrategia de conservación (preservación, restauración y uso sostenible), para priorizar los predios donde resultan más costo-efectivas las inversiones en conservación, es decir, donde se maximiza la conservación de la biodiversidad y se minimiza el área requerida y

los costos de inversión de cada acción (compensación, inversión no menor al 1 % e inversión voluntaria). Por último, las acciones de conservación se priorizaron únicamente sobre los predios seleccionados en los árboles de decisión.

En las áreas de estudio se localizaron 104 247 (10 528 409 ha) predios, de los cuales el 30 % (n=31 347) fueron seleccionados para preservación, el 71 % (n=74 367) para restauración y el 80 % (n=83 104) para uso sostenible. De manera particular, en el Magdalena medio y el Piedemonte Meta el plan con mayor costo-efectividad fue el de implementar acciones de compensación dirigidas a estrategias de restauración; en el Piedemonte Casanare acciones de inversión forzosa no menor al 1 % enfocadas en estrategias de uso sostenible; y en el río Tillavá también acciones de inversión forzosa no menor al 1 %, esta vez asociadas a estrategias de restauración (tabla 2). Cabe anotar que en un predio priorizado pueden realizarse más de una estrategia y más de una acción, por lo que en ningún caso los porcentajes suman 100 %. En el *Anexo 3* se pueden observar los predios priorizados por el análisis de costo-efectividad, de acuerdo con las acciones y estrategias definidas, en las cuatro áreas de estudio.

**Tabla 2.** Área y proporción de las acciones y estrategias analizadas para cada área de estudio

<b>Magdalena Medio</b>			
<b>Acciones/Estrategias</b>	<b>Preservación</b>	<b>Restauración</b>	<b>Uso Sostenible</b>
<b>Compensaciones</b>	285 333 ha (45 %)	314 760 ha (50 %)	260 945 ha (41 %)
<b>Inversión 1 %</b>	201 213 ha (32 %)	233 496 ha (37 %)	181 065 ha (29 %)
<b>Inversión voluntaria</b>	116 858 ha (18 %)	214 059 ha (34 %)	115 034 ha (18 %)
<b>Piedemonte Casanare</b>			
<b>Acciones/Estrategias</b>	<b>Preservación</b>	<b>Restauración</b>	<b>Uso Sostenible</b>
<b>Compensaciones</b>	26 039 (8 %)	5998 (2 %)	87 671 (26 %)
<b>Inversión 1%</b>	66 991 (20 %)	44 092 (13 %)	93 598 (28 %)
<b>Inversión voluntaria</b>	23 057 (7 %)	20 156 (6 %)	47 049 (14 %)
<b>Piedemonte Meta</b>			
<b>Acciones/Estrategias</b>	<b>Preservación</b>	<b>Restauración</b>	<b>Uso Sostenible</b>
<b>Compensaciones</b>	261 977 (3 %)	3 129 327 (33 %)	203 373 (2 %)
<b>Inversión 1%</b>	141 986 (1 %)	1 514 835 (16 %)	1 051 019 (11 %)
<b>Inversión voluntaria</b>	1 042 842 (11 %)	756 335 (8 %)	1 392 362 (15 %)
<b>Río Tillavá</b>			
<b>Acciones/Estrategias</b>	<b>Preservación</b>	<b>Restauración</b>	<b>Uso Sostenible</b>
<b>Compensaciones</b>	6082 (8 %)	13 235 (18 %)	9435 (13 %)
<b>Inversión 1%</b>	6082 (8 %)	19 574 (26 %)	19 059 (25 %)
<b>Inversión voluntaria</b>	332 (0 %)	80 (0 %)	1096 (1 %)

### **Incidencia del monitoreo de la biodiversidad en las políticas ambientales**

El monitoreo pasivo y los cinco productos generados a partir de la información obtenida tienen incidencia en cuatro políticas ambientales: 1. Objetivos de Desarrollo Sostenible -ODS, 2. Gestión de la biodiversidad y servicios ecosistémicos, 3. Gestión Sostenible del Suelo y, 4. Humedales interiores de Colombia.

De manera particular, los análisis sobre el estado y las tendencias de la biodiversidad registrada con cámaras trampa utilizando índices de ocupación, la identificación de umbrales de cambio a nivel poblacional y de comunidades, la construcción de modelos regionales para reconocer hábitats idóneos y los escenarios de conectividad ecológica funcional, aportan en la política nacional “Gestión de la biodiversidad y servicios ecosistémicos”, específicamente a la Meta 19 que hace referencia al avance “en los conocimientos, la base científica y las tecnologías referidas a la diversidad biológica, sus valores y funcionamiento, su estado y tendencias y las consecuencias de su pérdida, y tales conocimientos y tecnologías serán ampliamente compartidos, transferidos y aplicados”.

## Equipo de trabajo

---

Entre tanto, el instrumento de planificación territorial para las inversiones en conservación con criterios de costo-efectividad y gestión enfocados en preservación, restauración o uso sostenible, incide concretamente en el Objetivo 15 de los ODS “Vida de ecosistemas terrestres” aportando a las metas que buscan administrar de manera sostenible todos los bosques, conservar y restaurar los ecosistemas terrestres y de agua dulce, integrar el ecosistema y la biodiversidad en la planeación gubernamental y proteger la biodiversidad y los hábitats naturales. También aporta en la política “Gestión Sostenible del Suelo”, específicamente para el objetivo de “Fortalecimiento de instrumentos de planificación ambiental y sectorial” y la Meta 6 “Instrumentos de planificación que incluyen criterios de gestión sostenible del suelo”. Y, por último, provee información en la política de “Humedales interiores de Colombia”, puntualmente a la Estrategia 1 “Manejo y Uso Sostenible” y la meta que busca “Incluir criterios ambientales sobre los humedales en todos los procesos de planificación de uso de la tierra, los recursos naturales y el ordenamiento del territorio”.

**Angélica Díaz Pulido.** Investigadora Análisis y Modelamiento, Programa de Evaluación y Monitoreo, Instituto Humboldt.

**Adriana Restrepo.** Investigadora Análisis y Modelamiento, Programa de Evaluación y Monitoreo. Instituto Humboldt.

**Elkin Noguera.** Investigadora Análisis y Modelamiento, Programa de Evaluación y Monitoreo. Instituto Humboldt.

**Gabriel Alejandro Perilla.** Investigador Análisis y Modelamiento, Programa de Evaluación y Monitoreo, Instituto Humboldt

**Héctor Manuel Arango.** Investigadora Análisis y Modelamiento, Programa de Evaluación y Monitoreo, Instituto Humboldt

**Lain E. Pardo.** Investigadora Análisis y Modelamiento, Programa de Evaluación y Monitoreo, Instituto Humboldt

**Maria Camila Díaz.** Investigadora Indicadores y Escenarios, Programa de

Evaluación y Monitoreo de la Biodiversidad del Instituto Humboldt.

**Jaime Burbano Girón.** Investigador Indicadores y Escenarios, Programa de Evaluación y Monitoreo de la Biodiversidad del Instituto Humboldt.

**Julián Díaz-Timote.** Investigador Indicadores y Escenarios, Programa de Evaluación y Monitoreo de la Biodiversidad del Instituto Humboldt y Universidad del Rosario.

**Sergio Enrique Rojas.** Investigador Análisis y Modelamiento, Programa de Evaluación y Monitoreo de la Biodiversidad del Instituto Humboldt

**María Helena Olaya Rodríguez.** Investigadora Análisis y Modelamiento, Programa de Evaluación y Monitoreo de la Biodiversidad del Instituto Humboldt

**Angélica Benítez.** Profesional Junior Análisis y Modelamiento, Programa de Evaluación y Monitoreo Instituto Humboldt.

## Productos relacionados

**Biótica Consultores.** Empresa de consultoría ambiental con sede en Bucaramanga (Colombia), especialista en caracterizaciones del medio biótico y todas las medidas de manejo derivadas de este componente.

**Fundación Cunaguaro.** Organización ambiental conformada por profesionales en el campo de las ciencias humanas, biológicas y ambientales; enfocada en la conservación y valoración de los recursos naturales, la biodiversidad, las expresiones culturales y el mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades

**Asociación Gaica.** ONG de carácter ambiental sin ánimo de lucro que lidera procesos de investigación y conservación de la biodiversidad.

**Micrositio de monitoreo Fibras:** <http://humboldt.org.co/fibras/componente3.html>

**Monitoreo pasivo de fauna silvestre con cámaras trampa en el Río Tilla-vá, Meta, Colombia** - Proyecto FIBRAS [http://i2d.humboldt.org.co/ceiba/resource.do?r=fototrampeo\\_riotillava\\_2021](http://i2d.humboldt.org.co/ceiba/resource.do?r=fototrampeo_riotillava_2021)

**Monitoreo pasivo de fauna silvestre con cámaras trampa en el Piedemonte Meta, Colombia** - Proyecto FIBRAS [http://i2d.humboldt.org.co/ceiba/resource.do?r=fototrampeo\\_piedemonte\\_2021](http://i2d.humboldt.org.co/ceiba/resource.do?r=fototrampeo_piedemonte_2021)

**Monitoreo pasivo de fauna silvestre con cámaras trampa en el Magdalena Medio, Santander y Cesar, Colombia** - Proyecto FIBRAS [http://i2d.humboldt.org.co/ceiba/resource.do?r=fototrampeo\\_magdalena-medio\\_2021](http://i2d.humboldt.org.co/ceiba/resource.do?r=fototrampeo_magdalena-medio_2021)

**Monitoreo pasivo de fauna silvestre con cámaras trampa en el Piedemonte Casanare, Colombia** - Proyecto FIBRAS [http://i2d.humboldt.org.co/ceiba/resource.do?r=fototrampeo\\_casanare\\_2021](http://i2d.humboldt.org.co/ceiba/resource.do?r=fototrampeo_casanare_2021)

## Referencias

Ahumada, J. A., Hurtado, J. y Lizcano, D. (2013). Monitoring the status and trends of tropical forest terrestrial vertebrate communities from camera trap data: a tool for conservation. *PloS one*, 8(9), e73707. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0073707>

Baker, M.E. y King, R. S. (2010). A new method for detecting and interpreting biodiversity and ecological community thresholds. *Methods in Ecology and Evolution*, 1(1), 25–37. <https://doi.org/10.1111/j.2041-210X.2009.00007.x>

Ceballos, G., Ehrlich, P.R. y Dirzo, R., (2017). Biological annihilation via the ongoing sixth mass extinction signaled by vertebrate population losses and declines. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 114(30), E6089–E6096. <https://doi.org/10.1073/pnas.1704949114>

Cooke, R. S. C., Eigenbrod, F. y Bates, A. E. (2020). Ecological distinctiveness of birds and mammals at the global

scale. *Global Ecology and Conservation*, 22, e00970. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e00970>

Correa Ayram, C. A., Mendoza, M. E., Etter, A. y Pérez Salicrup, D. R. (2017). Anthropogenic impact on habitat connectivity: A multidimensional human footprint index evaluated in a highly biodiverse landscape of Mexico. *Ecological Indicators*, 72, 895–909. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.09.007>

Cosentino, B.J., Schooley, R.L. y Phillips, C.A. (2011). Connectivity of agroecosystems: dispersal costs can vary among crops. *Landscape Ecology*, 26, 371–379. <https://doi.org/10.1007/s10980-010-9563-1>

Crooks, K. R., Burdett, C. L., Theobald, D. M., King, S. R. B., Di Marco, M., Rondinini, C. y Boitani, L. (2017). Quantification of habitat fragmentation reveals extinction risk in terrestrial mammals. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of*

- America, 114(29), 7635–7640. <https://doi.org/10.1073/pnas.1705769114>
- Donlan, C. J., Tershy, B.R., Campbell, K. y Cruz, F. (2003). Research for requiems: the need for more collaborative action in invasive species management and conservation. *Conservation Biology*, 17(69), 1850–1851. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2003.00012.x>
- Dufrêne, M. y Legendre, P. (1997). Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs*, 67, 345–366. [https://doi.org/10.1890/0012-9615\(1997\)067\[0345:SAAIST\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9615(1997)067[0345:SAAIST]2.0.CO;2)
- Etter, A., McAlpine, C.A., Seabrook, L. y Wilson, K. A. (2011). Incorporating temporality and biophysical vulnerability to quantify the human spatial footprint on ecosystems. *Biological Conservation*, 144(5), 1585–1594. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2011.02.004>
- Faith, D. P. (1992). Conservation evaluation and phylogenetic diversity. *Biological Conservation*, 61(1), 1-10 [https://doi.org/10.1016/0006-3207\(92\)91201-3](https://doi.org/10.1016/0006-3207(92)91201-3)
- Franklin, J. F. y Lindenmayer, D. B. (2009). Importance of matrix habitats in maintaining biological diversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106(2), 349–350. <https://doi.org/10.1073/pnas.0812016105>
- Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D. y Moore, R. (2017). Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment*, 202, 18-27. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.06.031>
- Helmus, M. R., Bland, T. J., Williams, C. K. y Ives, A. R. (2007). Phylogenetic measures of biodiversity. *The American naturalist*, 169(3), E68–E83. <https://doi.org/10.1086/511334>
- Hoffmann, A., Penner, J., Vohland, K., Cramer, W., Doubleday, R., Henle, K. y Penev, L. (2014). Improved access to integrated biodiversity data for science, practice, and policy the European Biodiversity Observation Network (EU BON). *Nature Conservation*, 6, 49-66. <http://doi.org/10.3897/natureconservation.6.6498>
- Laurance, W.F., Sayer, J., Cassman, K.G. (2014). Agricultural expansion and its impacts on tropical nature. *Trends Ecol. Evol.* 29, 107–16. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2013.12.001>
- Mackenzie, D.I. y Royle, J.A. (2005). Designing occupancy studies: General advice and allocating survey effort. *Journal of Applied Ecology*, 42(6), 1105–1114. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2005.01098.x>
- McGarigal, K., Compton, B. W., Plunkett, E. B., DeLuca, W. V., Grand, J., Ene, E. y Jackson, S. D. (2018). A landscape index of ecological integrity to inform landscape conservation. *Landscape Ecology*, 33(7), 1029–1048. <https://doi.org/10.1007/s10980-018-0653-9>
- Mcowen, C. J., Ivory, S., Dixon, M. J., Regan, E. C., Obrecht, A., Tittensor, D. P. ... y Chenery, A. M. (2016). Sufficiency and suitability of global biodiversity indicators for monitoring progress to 2020 targets. *Conservation Letters*, 9(6), 489-494. <https://doi.org/10.1111/conl.12329>
- Muylaert, R. L., Stevens, R. D., Ribeiro, M. C. (2016). Threshold effect of habitat loss on bat richness in cerrado-forest landscapes. *Ecological Applications*, 26(6), 1854–1867. <https://doi.org/10.1890/15-1757.1>
- Pardo, L. E., Roque, F. de O., Campbell, M. J., Younes, N., Edwards, W. y Laurance, W. F. (2018b). Identifying critical limits in oil palm cover for the conservation of terrestrial mammals in Colombia. *Biological Conservation*. 227, 65–73. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.08.026>
- Peterson, A. T. y Soberón, J. (2012). Species distribution modeling and ecological niche modeling: getting the concepts right. *Natureza & Conservação*, 10(2), 102-107. <https://doi.editoracubo.com.br/10.4322/natcon.2012.019>
- Prugh, L. R., Hodges, K. E., Sinclair, A. R. y Brashares, J. S. (2008). Effect of habitat



area and isolation on fragmented animal populations. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105(52), 20770–20775. <https://doi.org/10.1073/pnas.0806080105>

Rojano, C., Chacón Pacheco, J., Polo, F. (2016). El oso melero (*Tamandua mexicana*) en el Caribe colombiano: aportes sobre su ecología y amenazas. *Edentata*, 17, 17–24. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2016.EDENTATA-17-1.4.en>

de Oliveira Roque, F., Menezes, J. F. S., Northfield, T., Ochoa-Quintero, J. M., Campbell, M. J. y Laurance, W. F. (2018). Warning signals of biodiversity collapse across gradients of tropical forest loss. *Scientific reports*, 8(1), 1622. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-19985-9>

Rovero, F., Ahumada, J., Jansen, P.A., Sheil, D., Alvarez, P., Boekee, K., Espinosa, S., Lima, M.G.M., Martin, E.H., O'Brien, T.G., Salvador, J., Santos, F., Rosa, M., Zvoleff, A., Sutherland, C. y Tenan, S. (2019). A

standardized assessment of forest mammal communities reveals consistent functional composition and vulnerability across the tropics. *Ecography*, 43(1), 75–84. <https://doi.org/10.1111/ecog.04773>

Sánchez-Clavijo, L. M. y Diaz-Pulido, A. (2021). Lineamientos para el monitoreo de la biodiversidad en Colombia. En: Moncada-Rasmussen, D. M., Diaz-Pulido, A., Mora-Rodríguez, D., Sánchez-Clavijo, L. M., Velásquez, A., Valenzuela, L. y Espinosa, J. A. (Eds.). *Experiencias público-privadas de monitoreo, seguimiento y reporte de la biodiversidad en contextos andino-amazónicos: contribución de la iniciativa Biodiversidad y Desarrollo por el Putumayo al monitoreo y reporte de la biodiversidad*. (pp. 14-21). ANDI, SINCHI, IAvH y WCS.

Santos, P. M., Bailey, L. L., Ribeiro, M. C., Chiarello, A. G. y Paglia, A. P. (2019). Living on the edge: Forest cover threshold effect on endangered maned sloth occurrence in Atlantic Forest. *Biological Conservation*, 240, 108264. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.108264>

Velásquez-Tibatá, J., Olaya-Rodríguez, M. H., López-Lozano, D., Gutiérrez, C., González, I. y Londoño-Murcia, M. C. (2019). BioModelos: A collaborative online system to map species distributions. *PLoS ONE* 14(3): e0214522. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0214522>

Webb, C. O., Ackerly, D. D., McPeck, M. A. y Donoghue, M. J. (2002). Phylogenies and community ecology. In *Annual Review of Ecology and Systematics*. 33, 475–505. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.33.010802.150448>

Zeller, K. A., McGarigal, K. y Whiteley, A. R. (2012). Estimating landscape resistance to movement: A review. *Landscape Ecology*, 27(6), 777–797. <https://doi.org/10.1007/s10980-012-9737-0>



## Capítulo 08

# Resiliencia socioecológica en ambientes asociados a hidrocarburos

## Autores

—

María Cecilia Londoño<sup>1</sup>, Jeimy Andrea García García<sup>1</sup>, Jorge A. Amador<sup>1</sup>, Talía Waldrón Henríquez<sup>1</sup>, María Kamila Góngora Manrique<sup>1</sup>, Leidy Tatiana Silva<sup>1</sup>, María Helena Olaya-Rodríguez<sup>1</sup>, María Camila Díaz<sup>1</sup>, Erika Suárez<sup>1</sup>, Manuel Fernando Gálvez<sup>1</sup> y Daniel Fernando López<sup>1</sup>, Lorena Ortiz<sup>2</sup> y Xiomara Sanclemente<sup>2</sup>

**Instituciones:** 1. Instituto Humboldt; 2. Ecopetrol.

◀ *Iguana iguana*

# Introducción

Mediante un trabajo científico interdisciplinar, se generó una novedosa herramienta para la comprensión de la resiliencia socioecológica en las áreas operativas de Ecopetrol. Esta herramienta, que incluye un modelo conceptual y un simulador, constituye una oportunidad para entender y analizar las relaciones entre dinámicas ambientales y sociales de las que depende la resiliencia, ya que representa de manera unificada la complejidad de los sistemas socioecológicos. En este texto se describe su construcción conceptual y metodológica.

En los últimos 60 años las actividades humanas han alterado los ecosistemas del mundo más rápido y ampliamente que en cualquier otro momento de la historia. De este hecho se desprende la necesidad de comprender cómo gestionar, hacer frente y adaptarse a los cambios actuales (Resilience Alliance, 2010). Por ello, desde el Instituto Humboldt se plantea el concepto de Transiciones Socioecológicas hacia la Sostenibilidad (TSS), el cual prioriza una gestión de la biodiversidad que mantenga la viabilidad social, ecológica y económica del

territorio (Andrade et al., 2018). En este contexto, y para impulsar modificaciones de las trayectorias de cambio, resulta útil la evaluación de la resiliencia de sistemas socioecológicos donde actores sectoriales realicen actividades y produzcan transformaciones.

## ¿Qué es la resiliencia?

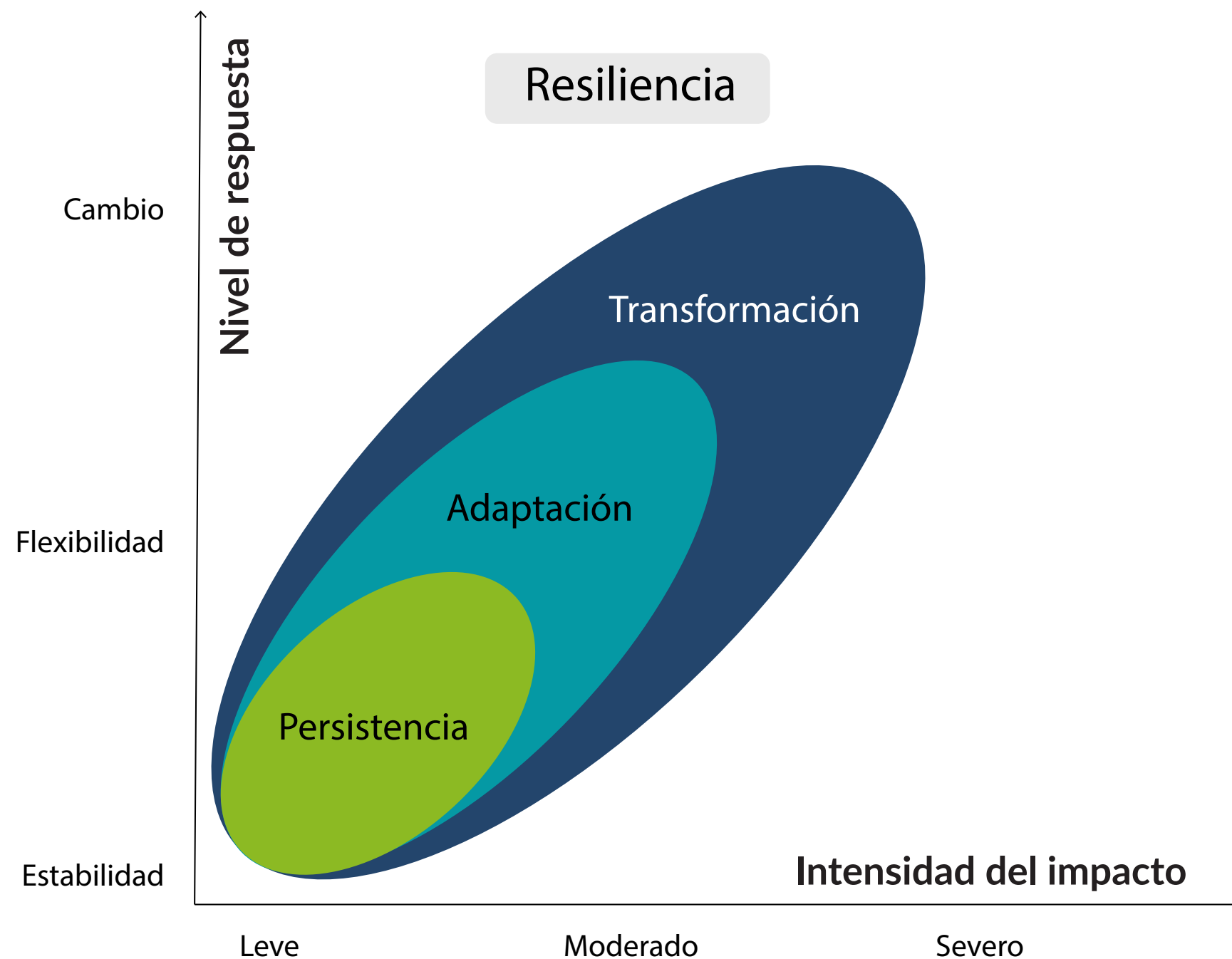
Es la capacidad del sistema socioecológico para absorber o resistir disturbios o factores estresantes y reorganizarse para mantener esencialmente las mismas funciones, estructura, identidad y procesos de retroalimentación (Holling, 1973; Gunderson y Holling, 2002; Walker et al., 2004), en un proceso que involucra cambios, adaptaciones y transformaciones en respuesta a las perturbaciones (Quinlan et al., 2016).

Ecoreserva La Docella ▶

A partir de esta definición, es posible identificar que cualquier sistema socioecológico resiliente puede *persistir, reorganizarse, adaptarse o transformarse* según la intensidad del impacto que recibe y su capacidad de respuesta (Figura 1). Esta última depende de una serie de propiedades agrupadas en principios (Tabla 1). Por un lado, los principios de a) diversidad y redundancia y b) conectividad, que proveen al sistema opciones para responder a los cambios y disturbios. Y, por otro lado, los de c) aprendizaje y experimentación, d) participación para la equidad y e) gobernanza policéntrica, que le permiten al sistema aprender y ser dinámico (Biggs et al., 2012; González-Quintero y Avila-Foucat, 2019).

Además de las propiedades del sistema, también es importante identificar los estresores y *shocks* que lo afectan para responder a la pregunta ¿resiliencia a qué? (Carpenter et al., 2001; Walker y Salt, 2012). Los *shocks* son perturbaciones caracterizadas por una intensidad mayor al rango normal de variabilidad en el que opera el sistema (Turner et al., 2003). Se trata de eventos poco frecuentes, repentinos y

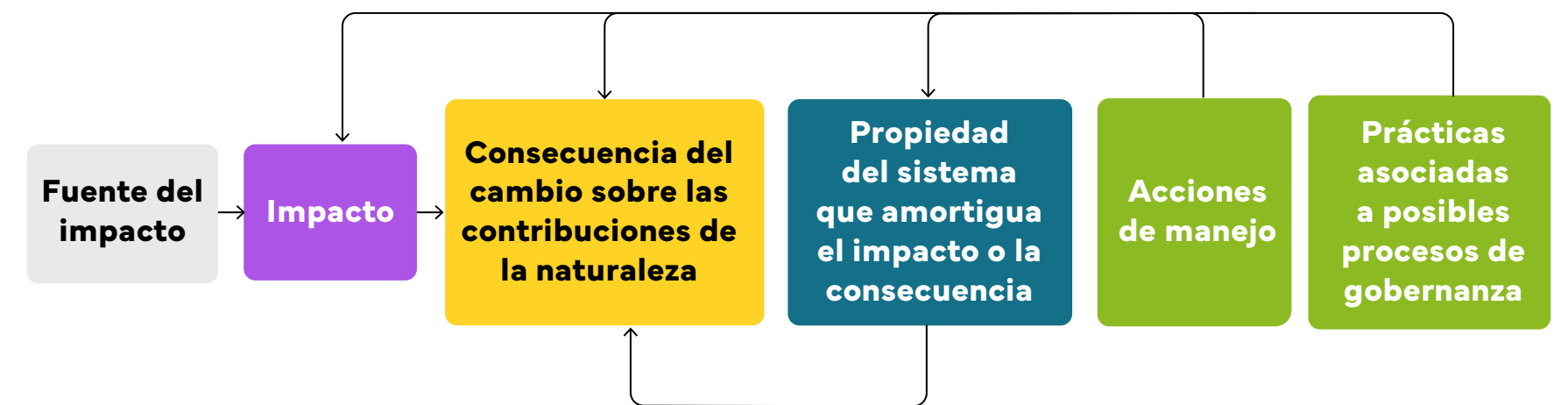




**Figura 1.** Características de los sistemas resilientes. **Nota.** Adaptada de Bené (2016).

usualmente impredecibles que, de manera general, inician de forma intensa y provocan efectos dramáticos (Marschke y Berker, 2006; Salvia et al., 2015). Los estresores, por el contrario, son presiones constantes que con frecuencia incrementan gradualmente

dentro del rango normal de variabilidad que reside en el sistema, pero tienen efectos acumulativos que generan cambios en el sistema (Turner et al., 2003; Tyler & Moench, 2012). En esta investigación se desarrolló un método para evaluar la resiliencia



**Figura 2.** Tipos de elementos para la descripción de las relaciones en los sistemas socioecológicos a evaluar

a los estresores a partir de la identificación sus fuentes y los impactos producidos por las actividades productivas presentes en cada área de estudio.

Para estudiar el sistema socioecológico desde esta perspectiva, se identificaron las relaciones que lo caracterizan a partir de seis elementos (Figura 2): 1) la **fuentes del impacto**, que se refiere al proceso o actividad que genera el cambio en el sistema socioecológico; 2) el **impacto**, o el cambio específico sobre el componente social o ecológico del sistema en un atributo, proceso o dinámica; 3) las **consecuencias del cambio en las contribuciones de la naturaleza**, entendidas como los efectos sobre los servicios ecosistémicos culturales, de provisión y regulación y sobre los “regalos de la naturaleza”, desde una visión de las personas (Díaz et al.,

2018); 4) las **propiedades del sistema que amortiguan el impacto o consecuencias del impacto** (Biggs et al., 2015; González y Avila, 2019); 5) las **acciones de manejo**, que corresponden a alguna de las categorías de decisión ambiental (prevenir, compensar, preservar, minimizar, rehabilitar, restaurar, reparar, rectificar, mejorar, ampliar, desarrollar y diversificar) (MADS, 2002); y 6) las **prácticas asociadas a posibles procesos de gobernanza** que posibilitan la acción colectiva (uso, cuidado, extracción, comercialización, etc.). Estos dos últimos elementos pueden actuar sobre el impacto, la consecuencia, las contribuciones de la naturaleza o la propiedad identificada.

A partir de esta conceptualización (Figura 2) se desarrolló la metodología que se describe a continuación.

# Metodología

La herramienta para la evaluación de la resiliencia consta de dos elementos: un modelo matemático —alojado en un simulador— que genera tendencias en el comportamiento de las variables asociadas a las propiedades de resiliencia a partir de datos de entrada (estas tendencias son analizadas con el índice de resiliencia) y un conjunto de servicios web que recoge los datos de entrada, los envía al simulador, recibe los datos de salida y los emite. Para el desarrollo del modelo matemático y el índice de resiliencia se implementaron las siguientes actividades:

## 01. Identificación de las relaciones que caracterizan el sistema socioecológico

La evaluación de la resiliencia de los sistemas socioecológicos debe ser participativa e incluyente. Por ello, se utilizaron insumos científicos desarrollados por el Instituto Humboldt en las áreas de interés, insumos técnicos publicados por otras instituciones (como Planes de Manejo de Cuencas), reuniones con Ecopetrol —para un entendimiento general de sus estrategias de desarrollo, etapas y actividades— y salidas

de campo al Magdalena Medio, piedemonte del Casanare, piedemonte del Meta y al río Tillavá, para construir las matrices de relaciones entre los elementos del sistema socioecológico en cada área de interés.

## 02. Priorización de relaciones y variables a incorporar en el modelo matemático

Se utilizó el programa Gephi (Bastian et al., 2009) para graficar y analizar las relaciones identificadas calculando dos métricas: *grados de salida* (número de relaciones generadas desde una variable en particular. Por ejemplo, para las fuentes de impacto, entre mayor es el grado de salida más impactos diferentes son causados por la misma fuente) y *grados de entrada* (da cuenta del número de elementos que afectan una variable en particular. Por ejemplo, para los impactos, entre mayor es el grado de entrada más fuentes generan este impacto). Estas métricas ofrecen información sobre la estructura de la red de relaciones y permiten identificar aquellas variables que resultan más importantes para la estructura de relaciones.

## 03. Realización de diagramas causales de los sistemas socioecológicos

Habiendo establecido las variables con mayor número de relaciones, se realizaron diagramas causales entre ellas para ayudar a comprender las dinámicas socioecológicas que giran alrededor de las propiedades del sistema. Estos diagramas, que permiten visibilizar realimentaciones y multicausalidades, fueron revisados y ajustados con

expertos y actores locales. Para facilitar el entendimiento de las relaciones, los diagramas fueron abordados por módulos que incluyen las variables que dan cuenta de la resiliencia del sistema (Tabla 1).

## 04. Elaboración del modelo matemático

Para el desarrollo del modelo matemático se utilizó la dinámica de sistemas (la cual tiene un enfoque determinista). A partir de diagramas causales, se construyen los

Ecoreserva La Tribuna ▼



**Tabla 1.** Principios y propiedades consideradas en el modelo matemático que generan resiliencia en los sistemas socioecológicos

Principio	Propiedad	Módulo	Variable
<b>Diversidad y redundancia</b>	Diversidad del paisaje	Cobertura	Diversidad del paisaje
			Áreas degradadas
			Áreas naturales
			Áreas agrícolas heterogéneas
	Diversidad y redundancia funcional	Hábitat y diversidad de funciones ecológicas	Persistencia de especies
Diversidad de actividades productivas	Diversidad de actividades productivas	Diversidad de funciones ecológicas	
Diversidad de modos de vida	Salud	Diversidad de actividades productivas	
<b>Conectividad</b>	Polinización	Hábitat y diversidad de funciones ecológicas	Diversidad del sistema alimentario local
	Dispersión de semillas	Hábitat y diversidad de funciones ecológicas	Presencia de las especies polinizadoras/riqueza de especies polinizadoras
	Presencia de corredores y redes de vida silvestre	Hábitat y diversidad de funciones ecológicas	Presencia de las especies dispersoras/riqueza de especies dispersoras
	Regulación hídrica	Agua	Conectividad de áreas naturales
	Tejido social fuerte y comunicación	Tejido social	Retención hídrica
	Movilidad	Salud	Tejido social
<b>Aprendizaje y experimentación</b>	Innovación y experimentación	Diversidad de actividades productivas	Condiciones de acceso
		Tejido social	Personas fortalecidas en habilidades de emprendimiento
	Transmisión de conocimiento-entrenamiento	Diversidad de actividades productivas	Suma de programas y proyectos, prácticas de cuidado de agua, prácticas de cuidado de fauna y prácticas de cuidado del bosque
<b>Participación para la equidad</b>	Colaboración entre actores	Tejido social	Personas fortalecidas en diversidad e inclusión
	Condiciones de acceso		Conflictos socioambientales
	Asimetrías de poder		Interés común
<b>Gobernanza policéntrica</b>	Enfoque integrado	Variables abióticas	ICA agua
			Ruido ambiental de día
			Ruido ambiental de noche

diagramas de niveles y flujos en los que se generan los sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias dependientes del tiempo. Los niveles son las variables de estado. Estos representan las variables a través de las cuales se visualiza y comprende todo el sistema, es decir, aquellas cuya evolución temporal es significativa en el sistema de interés, ya que en ellas aparecen sus acumulaciones (de información o material). A cada variable de nivel se le pueden asociar flujos de entrada y de salida. Por su parte, los flujos son razones de cambio del sistema, es decir, aquellas que producen la acumulación o desacumulación en las variables de estado, dependiendo si es de entrada o de salida. Una vez se definió el modelo matemático, este se escribió en el lenguaje de programación Python y se alojó en un simulador.

### 05. Generación del índice de resiliencia

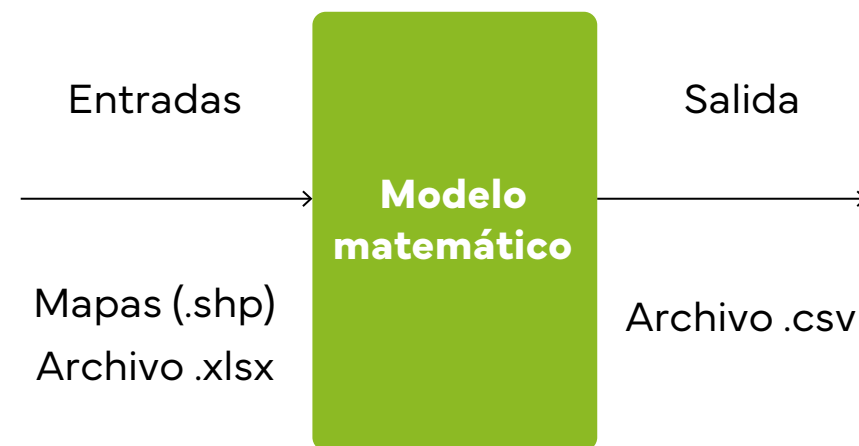
Las variables representadas en los niveles se agruparon en las diferentes propiedades y principios de resiliencia (Tabla 1). Luego, con base en la tendencia de cada variable (aumenta, disminuye o se mantiene estable), se les asignó un valor entre 1 y 0, siendo 1 indicativo

de una tendencia que incrementa la resiliencia (por ejemplo, un aumento en la conectividad de las coberturas naturales) y 0 de una tendencia que reduce la resiliencia (por ejemplo, una tendencia en el aumento de conflictos socioambientales). Posteriormente, se promediaron los valores de las variables para las propiedades, los principios y el sistema en su conjunto, de manera jerárquica. Estos valores promedio también tuvieron un rango de 1 a 0, donde 1 se interpreta como un aumento en la resiliencia (puesto que todas las variables asociadas muestran una tendencia que mejora la capacidad de respuesta del sistema) y 0 como una disminución en la capacidad de resiliencia.

### 06. Simulación de escenarios

El simulador se puede imaginar como una caja en la que el usuario carga información de entrada en los formatos requeridos: capas en formato .shp y un archivo en formato .xlsx que contienen todos los datos necesarios. Luego de correr el modelo, el simulador arroja un único archivo en formato .csv que contiene las series de tiempo de las variables que permiten calcular el índice para evaluar la resiliencia (Figura 3).

# Resultados



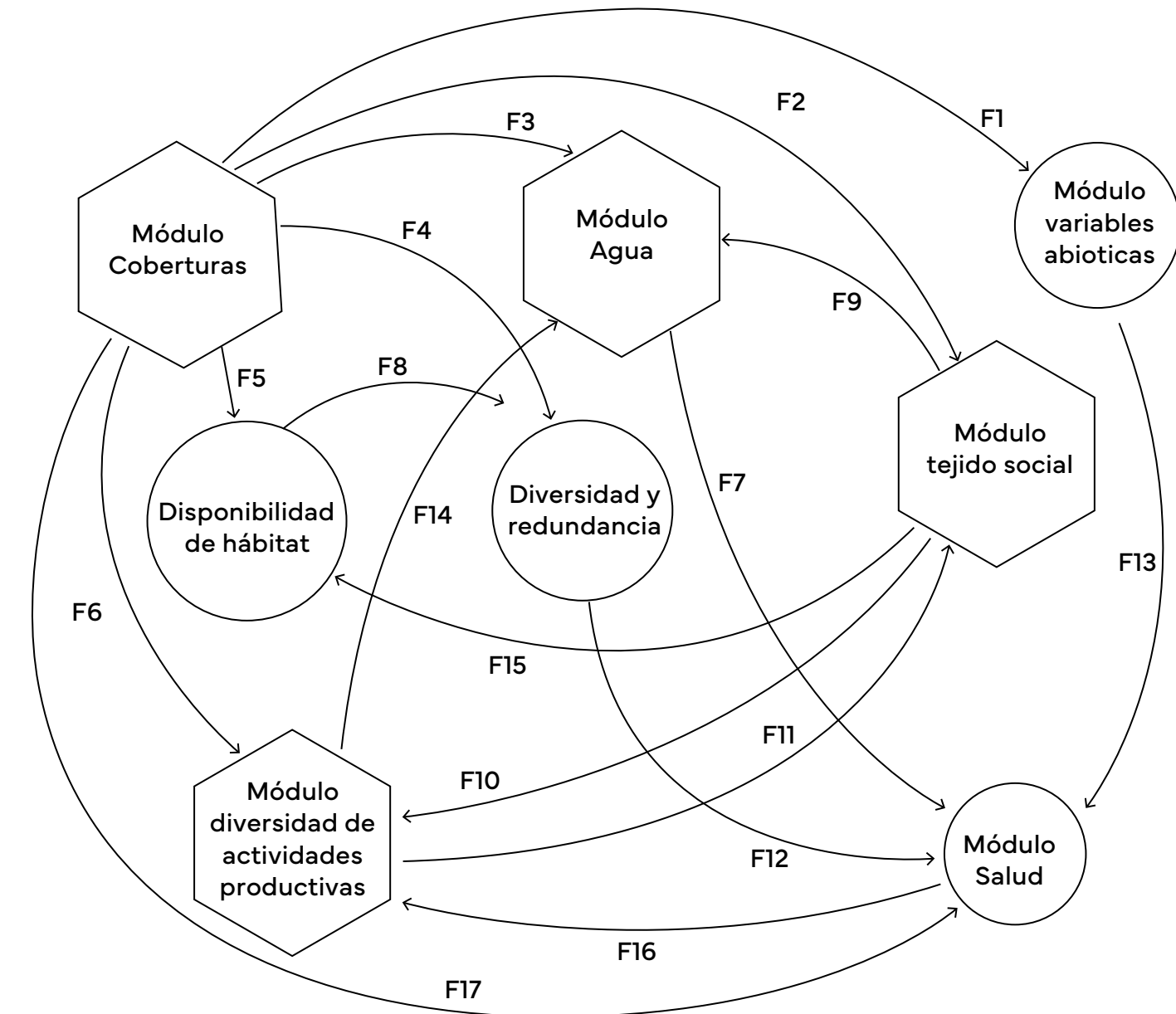
**Figura 3.** Diagrama de caja que muestra las entradas y salidas del simulador

Cada vez que se usa el simulador, el resultado son series de tiempo que describen el comportamiento de las variables asociadas a la resiliencia del sistema a partir de unas condiciones de entrada. Los datos de entrada deben ser entendidos como aquellos que describen unas condiciones particulares que configuran el sistema socioecológico y bajo las cuales se va a evaluar la resiliencia. En este sentido, los datos de entrada representan un escenario particular y pueden ser modificados por los usuarios. De esta manera, diferentes escenarios se pueden simular de forma independiente para luego contrastar sus resultados.

## Representación de la dinámica de los sistemas socioecológicos

En este trabajo se produjo un solo modelo matemático para representar las relaciones entre las variables identificadas en cuatro áreas de estudio: el piedemonte de Casanare, el piedemonte del Meta, Tíllavá en la Orinoquia y el Magdalena Medio. Es importante aclarar que no todas las variables del modelo se encuentran en todos los núcleos. Es decir, el modelo “apaga” o “enciende” variables según el contexto socioecológico que se quiera modelar. Esta generalización del modelo permite que el tomador de decisiones pueda usar los resultados de este trabajo en otras áreas de análisis con características socioecológicas similares a las ya estudiadas, sin requerir el desarrollo de modelos particulares o independientes.

El modelo obtenido presenta una estructura con ocho módulos (Figura 4): 1) **coberturas**, que simula la transformación entre diferentes tipos de coberturas; 2) **agua**, que evalúa la disponibilidad y calidad del agua desde el balance hídrico a nivel regional; 3) **variables abióticas**, que calcula un índice de presión



**Figura 4.** Estructura general del modelo: módulos y sus conexiones

sonora y un índice de calidad de aire; 4) **disponibilidad de hábitat**, que evalúa la presencia o no de especies dependiendo de la disponibilidad de hábitat asociada a las coberturas naturales; 5) **diversidad y redundancia**, que evalúa la presencia

o no de funciones ecológicas de acuerdo a la disponibilidad de hábitat de las especies; 6) **diversidad de actividades productivas**, que evalúa que el sistema cuente con diferentes opciones en su productividad que generen ocupación

y salud por medio de la diversidad en el sistema alimentario; 7) **tejido social**, que evalúa el fortalecimiento del tejido social al relacionarlo con la colaboración entre diversos actores y diferentes formas de conocimiento (Osejo et al., 2019) que cooperan y coordinan sus intereses y acciones en torno a un interés común (Osejo et al., 2020), entendido este como un enfoque integrado (Chaffin et al., 2014; Ros-Tonen et al., 2014) en el que las acciones por parte de diversos actores sociales propenden por la conservación al momento de la producción y el desarrollo social; y 8) **salud**, que evalúa la salud de forma concreta desde dos aspectos fundamentales: la calidad de las condiciones ambientales (Twery y Gottschalk, 1996) y la capacidad de obtener alimento.

### Uso de la herramienta

La herramienta fue diseñada para uso de Ecopetrol. El alcance actual no tiene una interfaz gráfica, considerando que los servicios web la conectarán con otras interfaces usadas por los funcionarios de la empresa en diferentes instancias (tableros de control, plataformas SIG, etc.). Esto atribuye a la herramienta una enorme flexibilidad para ser utilizada en los procesos de diferentes dependencias.



Ecoreserva La Tribuna ▼

Quienes deseen evaluar la resiliencia de un territorio deben preparar los siguientes datos, que representan un escenario de intervención: 1) las tasas de transformación de las coberturas para al menos dos momentos en el tiempo (uno de estos momentos puede ser un estado futuro deseado y el otro momento la cobertura actual) y 2) un archivo con el valor de los parámetros y variables iniciales que entran a cada uno de

los módulos. Una vez preparados los datos, se cargan a la herramienta y se corre el modelo. Como resultado, el usuario recibirá un archivo con las series de tiempo de las variables que se relacionan con los principios y propiedades de la resiliencia.

### Interpretación de los resultados (índice de resiliencia)

Para la interpretación de los resultados presentamos como ejemplo la evaluación

de tres escenarios en un mismo territorio y su interpretación para el principio de diversidad y redundancia, por medio del uso de la herramienta.

#### Escenario 1 (BAU):

Las dinámicas del sistema socioecológico siguen las tendencias actuales de intervención.

#### Escenario 2 (Restauración):

Las dinámicas del sistema socioecológico se ven afectadas por intervenciones de restauración que generan transformaciones hacia coberturas boscosas.

#### Escenario 3 (Conservación):

Las dinámicas del sistema socioecológico se ven afectadas por intervenciones de preservación que evitan la transformación de las coberturas naturales de bosques y sabanas a coberturas transformadas.

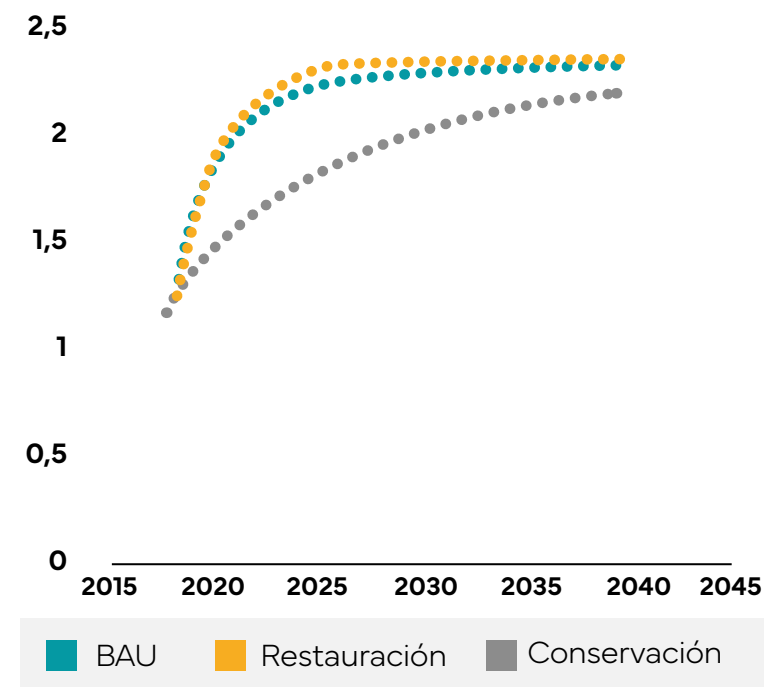
### Principio de diversidad y redundancia

Este principio está representado por cuatro propiedades: diversidad del paisaje, diversidad y redundancia funcional, diversidad de actividades productivas y diversidad de modos de vida.

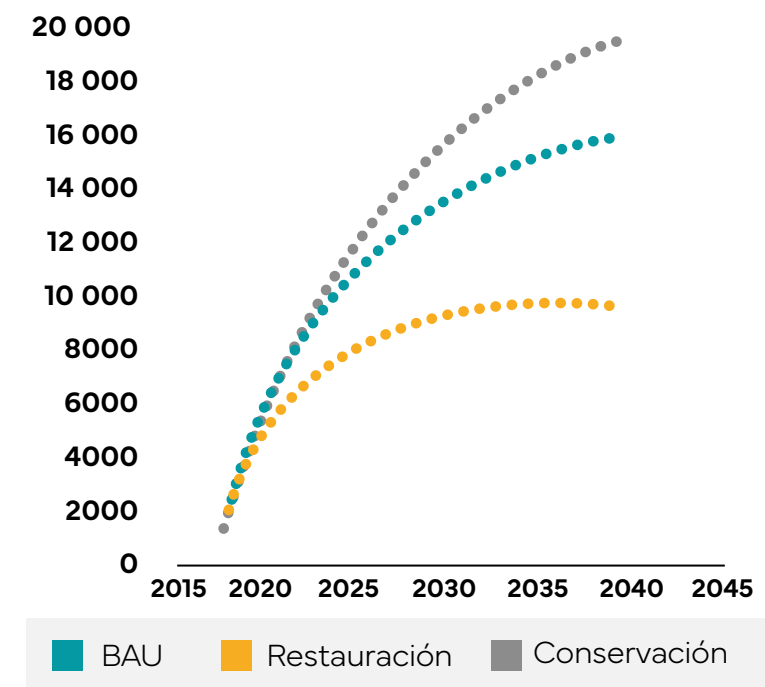


La diversidad del paisaje es una propiedad representada por cuatro variables:

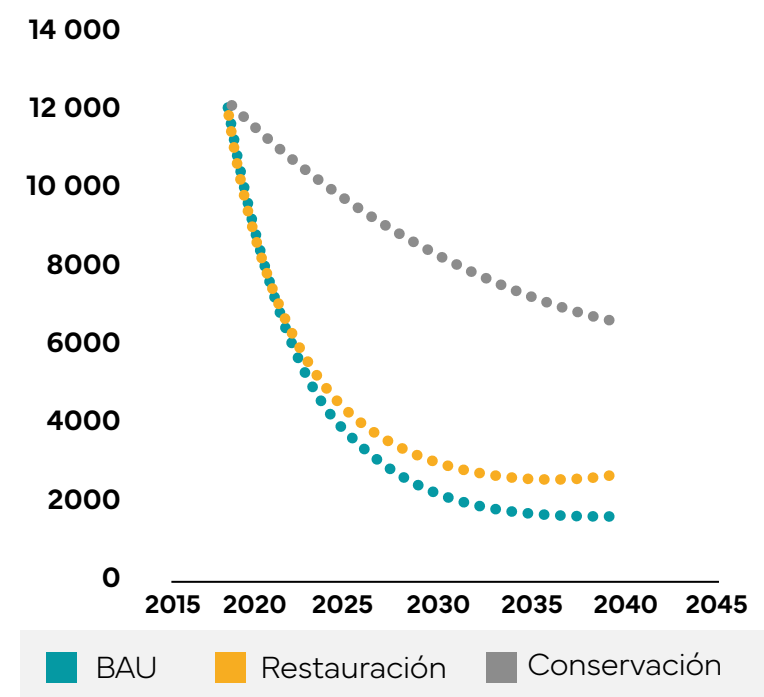
**a) Diversidad del paisaje**



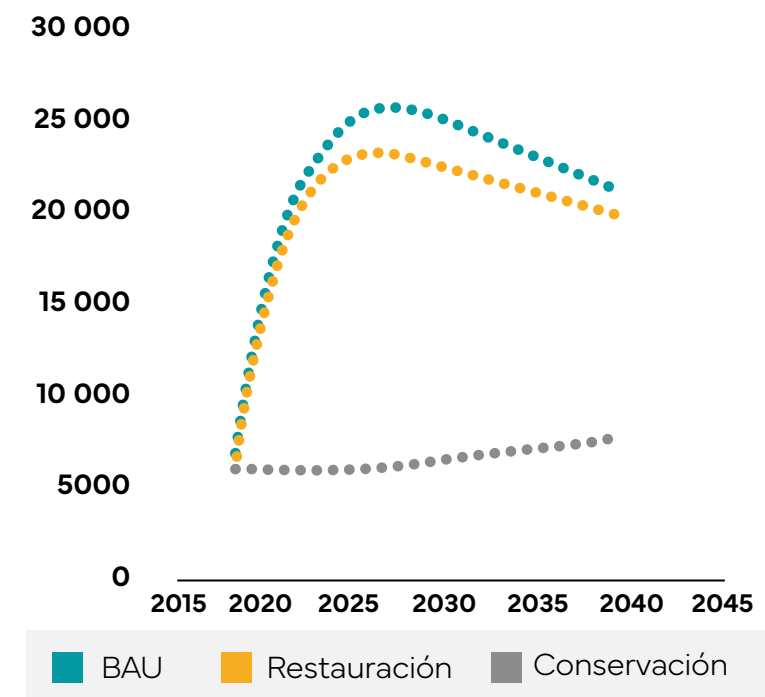
**b) Áreas degradadas**



**c) Cobertura áreas naturales**



**d) Agropecuario heterogéneo**



**Figura 5.** Representación de las tendencias de las variables asociadas a la propiedad “diversidad del paisaje”.  
**Nota.** El eje “x” presenta los años para los cuales se evalúa la variable. El eje “y” representa a) índice de Shannon, b – e) área en hectáreas de cada uno de los tipos de cobertura

A su vez, estas propiedades están representadas por diferentes variables (Tabla 1). En el caso de “diversidad del paisaje”, por ejemplo, podemos identificar cuatro de ellas: diversidad del paisaje, cobertura de áreas degradadas, coberturas de áreas naturales y coberturas agropecuarias heterogéneas.

La variable “diversidad del paisaje” es calculada usando el índice de Shannon a partir de las proporciones de las diferentes coberturas de la tierra. Como se puede observar en la Figura 5a, el índice responde diferencialmente a los escenarios evaluados. Para el escenario de conservación (línea gris), este disminuye en comparación con el escenario de tendencia actual (línea azul), mientras que para el escenario de restauración (línea naranja) el índice es ligeramente mayor. Esto se debe a que en el escenario de conservación las áreas naturales no se transformarán en otras, por lo que la cantidad de categorías de cobertura no aumentan tanto como en los demás escenarios.

En la variable de coberturas de áreas degradadas (Figura 5b) se observa un aumento en el escenario de conservación. Es posible que esto suceda debido a que las áreas agropecuarias o de

extracción atraviesan procesos de degradación ambiental y están sujetas a la intensificación de su uso debido a las restricciones que hay sobre las áreas naturales por motivos de conservación. Por el contrario, en el escenario de restauración, la tasa de degradación de áreas disminuye en el tiempo ya que aborda coberturas que están o estuvieron bajo algún tipo de uso (Figura 5b).

La Figura 5c revela que las coberturas naturales disminuyen en todos los casos. En el escenario de conservación, estas coberturas mantienen considerablemente más área que en los otros. También se observa que, aunque los escenarios BAU y de restauración presentan trayectorias similares, la restauración favorece ligeramente más el mantenimiento de las coberturas naturales.

Por último, las coberturas agropecuarias heterogéneas (Figura 5d) presentan un gran aumento en los escenarios BAU y restauración, mientras que en el escenario de conservación el área resultante de coberturas agropecuarias heterogéneas es considerablemente menor en el tiempo al impedir el uso de coberturas naturales.

Una vez analizada la tendencia de cada una de las variables, se genera

el índice de resiliencia para cada propiedad y para el principio. En un escenario ideal, esperaríamos que la diversidad del paisaje, las coberturas naturales y las áreas agrícolas heterogéneas aumenten y que las áreas degradadas disminuyan. En el ejemplo, para la propiedad “diversidad del paisaje” todas las variables tienen tendencias similares en los tres escenarios, exceptuando las áreas agropecuarias heterogéneas en el escenario de conservación, que se mantienen estables (Figura 5).

La Tabla 2 muestra los resultados para el principio de “diversidad y redundancia” y sus cuatro propiedades en los tres escenarios ya mencionados. Allí se encuentran consignados los valores de tendencia de la variable y unas flechas que corresponden al valor del indicador. El primer escenario está relacionado con la tendencia actual y arroja resultados negativos, lo cual denota una tendencia decreciente de las variables asociadas a las propiedades de diversidad y redundancia funcional, diversidad de actividades productivas y diversidad de los modos de vida. En los escenarios de restauración

y conservación se observa una mejora generalizada en los índices. En ambos se mantiene estable la condición inicial de algunas variables y, en el escenario de conservación, incluso se observan tendencias positivas para la diversidad del sistema alimentario local.

Este enfoque permite identificar elementos claves en las regiones estudiadas, por ejemplo, aquellas variables que deben ser atendidas para que una propiedad mejore o aquellas que inciden en la capacidad de resiliencia de un sistema socioecológico. Además, evidencia que restaurar o conservar con el único propósito de aumentar la cobertura boscosa es insuficiente y que, en cambio, es necesario tener una mirada integral a la dinámica del sistema para poder generar estrategias de manejo que propendan por la conservación del estado adecuado de todas las variables. Estimar la capacidad de resiliencia bajo diferentes condiciones que representen cambios en las perturbaciones y acciones de manejo resulta de gran utilidad para el desarrollo de escenarios prospectivos que guíen la planificación estratégica de cualquier empresa con visión de sostenibilidad ambiental.

Ecoreserva ASA La Guarupaya ▼



**Tabla 2.** Índice de resiliencia para el principio de diversidad y redundancia bajo tres escenarios: BAU, restauración y conservación. **Nota.** La tabla presenta valores de 0 a 1. El valor 1 se interpreta como un aumento en la tendencia de las variables que confieren resiliencia al sistema; 0,5 como una tendencia que se mantiene estable; y 0 como una disminución en la tendencia de las variables que confieren resiliencia al sistema.

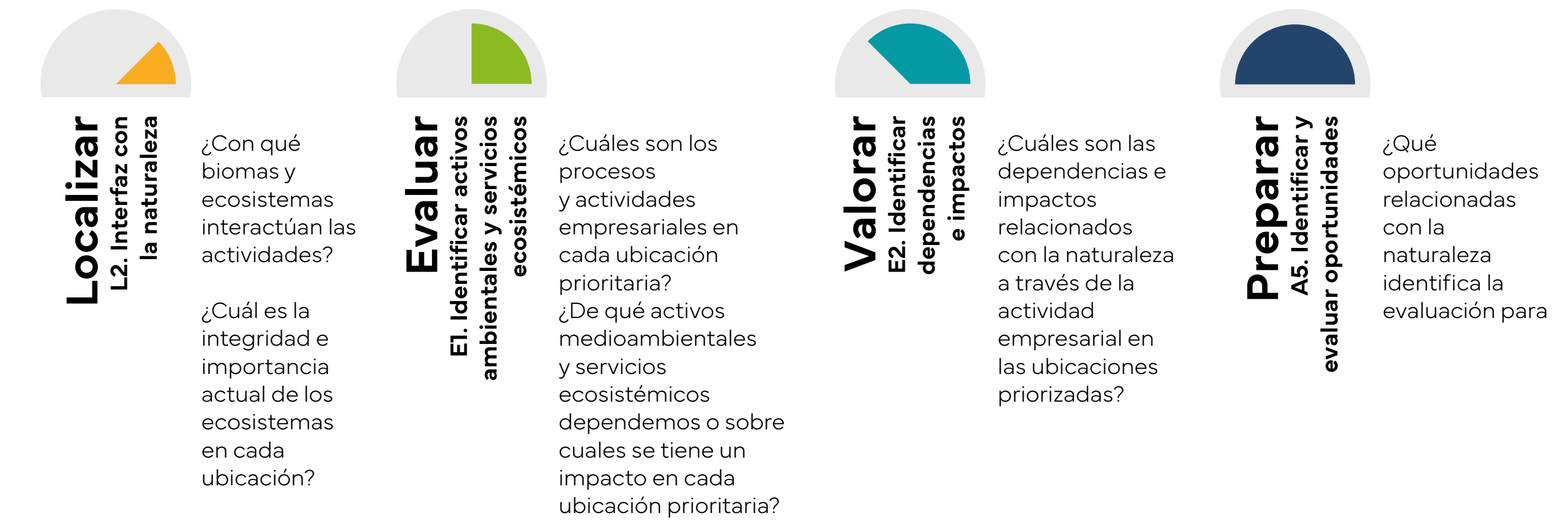
Principio	Propiedad	Variable	Valor Variable	Índice Propieda	índice principio	Valor Variable	Índice Prodieda	índice principio	Valor Variable	ndice Prodieda	índice principio
Diversidad y redundancia	Diversidad del paisaje	Diversidad del paisaje	1	→ 0,5	↓ 0,25	1	→ 0,5	↓ 0,4375	1	↓ 0,375	↑ 0,59375
		Áreas degradadas	0			0			0		
		Areas Naturales	0			0			0		
		Agrícola Heterogéneo	1			1			0,5		
	Diversidad y redundancia funcional	Persistencia de especies	0	↓ 0		0	↓ 0,5		0,5	→ 0,5	
		Diversidad funciones ecológicas	0			0,5			0,5		
	Diversidad de actividaes productivas (Max 1)	Diversidad de actividades productivas	0	↓ 0		0,5	→ 0,5		0,5	→ 0,5	
	Diversidad de los modos de vida (Max 1)	Diversidad del sistema alimentario local	0	↓ 0		0,5	→ 0,5		1	↑ 1	

# Incidencia

## Caso de uso para el fortalecimiento del marco Taskforce on Nature-related Financial Disclosures (TNFD)

Gracias al desarrollo de esta innovadora herramienta de análisis, el modelo de resiliencia se encuentra en evaluación para ser articulado con el marco TNFD, una iniciativa aplicada globalmente con el fin de desarrollar un sistema de reporte, gestión y divulgación de los riesgos y oportunidades asociados con la naturaleza, desde la mirada empresarial, mediante la aplicación de la metodología LEAP (Localizar, Evaluar, Asesorar y Preparar) (TNFD, 2022) (Figura 6).

Vistos en conjunto, los elementos que componen el modelo (identificación y priorización de las relaciones que caracterizan a un sistema socioecológico y las tendencias de las variables evaluadas) sirven de base para contestar las preguntas de las fases de localización y evaluación de esta metodología (Figura 6), al permitir la identificación de posibles dependencias de la empresa con la naturaleza. Gracias a ellos, por ejemplo, se hace posible determinar los tipos y el estado de los ecosistemas que se relacionan con los impactos



**Figura 6.** Alcances del modelo de resiliencia en la aplicación de la metodología LEAP. Adaptado de TNFD (2021)

del proceso productivo o que pueden generar dependencias para la provisión de servicios ecosistémicos o contribuciones de la naturaleza que, de no existir, ponen el riesgo la estabilidad el negocio desde una perspectiva ambiental y social. Mediante el índice de resiliencia también se pueden identificar las oportunidades que tiene la empresa para mejorar las condiciones de las variables, propiedades y principios que confieren resiliencia al sistema. Estas

oportunidades pueden ser representadas mediante escenarios posibles de intervención en acciones de manejo específicas para las cuales se puede modelar la respuesta del sistema. Así, mediante el convenio FIBRAS y la herramienta de resiliencia se identifican oportunidades y soluciones basadas en el conocimiento interdisciplinario, para que los ecosistemas sean más resilientes y se logren beneficios directos para su funcionamiento ambiental y social.

### Acciones futuras, retos y oportunidades en la evaluación de resiliencia

Entender las relaciones que determinan la dinámica de un sistema socioecológico es un reto que implica no solo un abordaje desde diversas áreas de conocimiento, técnicas, especialidades y roles en el territorio, sino también desde múltiples escalas espaciales y temporales, que permitan identificar los cambios que se pueden esperar

## Equipo



**María Cecilia Londoño** Bióloga e investigadora del Programa de Evaluación y Monitoreo de la Biodiversidad del Instituto Humboldt.

**María Helena Olaya Rodríguez.** bióloga e investigadora en el Programa de Evaluación y Monitoreo de la Biodiversidad del Instituto Humboldt.

**Jorge Armando Amador Moncada.** Investigador del Programa de Evaluación y Monitoreo de la Biodiversidad del Instituto Humboldt.

**Jeimy Andrea García García.** Ingeniera ambiental e investigadora del Programa de Gestión Territorial de la Biodiversidad del Instituto Humboldt.

**Leidy Tatiana Silva Ruiz.** Ingeniera ambiental e investigadora de la línea de Gestión Ambiental Sectorial del Programa de Gestión Territorial de la Biodiversidad del Instituto Humboldt.

**María Camila Díaz.** Ecóloga e investigadora del programa de Evaluación

a partir de la valoración de la capacidad que tienen estos sistemas para enfrentar disturbios específicos.

En últimas, la metodología para la evaluación de la resiliencia es una oportunidad para entender y tomar decisiones sobre los sistemas socioecológicos, y debe seguirse poniendo a prueba en escenarios de gestión ambiental empresarial. Si bien las contribuciones teóricas en este campo fueron determinantes para el desarrollo de la metodología, se requiere un planteamiento capaz de determinar la resiliencia socioecológica como una herramienta adaptable, flexible y adecuada a las necesidades de los territorios.

y Monitoreo de la Biodiversidad del Instituto Humboldt.

**Talía Waldrón Henríquez.** Bióloga e investigadora en el Programa de Ciencias Sociales y Saberes de la Biodiversidad del Instituto Humboldt.

**Maria Kamila Góngora Manrique.** Trabajadora social e investigadora en el Programa de Ciencias Sociales y Saberes de la Biodiversidad del Instituto Humboldt.

**Erika Suárez.** Ingeniera de sistemas e investigadora del Programa de Evaluación y Monitoreo de la Biodiversidad del Instituto Humboldt.

**Manuel Fernando Gálvez.** Ingeniero electrónico e investigador del Programa de Evaluación y Monitoreo de la Biodiversidad del Instituto Humboldt.

**Daniel Fernando López.** Ingeniero de sistemas e investigador del Programa de Evaluación y Monitoreo de la Biodiversidad del Instituto Humboldt.

## Productos relacionados

**Avance de documento basado en información secundaria:** relaciones entre los elementos sociales y ecológicos que componen los núcleos de interés analizados. Londoño, M. C., García García, J. A., Amador Moncada, J., y Waldrón Henríquez, T. (2020). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

**Productos XLV - Relaciones entre los elementos sociales y ecológicos que componen los núcleos de interés analizados.** García García, J. A., Amador Moncada, J., Ibarra Vega, D., Góngora Manrique, M. K., Silva Ruiz, L. T., Osejo Varona, A., Arce Plata, M. I., Rodríguez, A., y Londoño Murcia, M. C. (2021). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

**Informe diagnóstico de la gobernanza en cada una de las regiones.** Góngora Manrique, M. K., y Silva Ruiz, L. T. (2021). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

**Producto LVIII - Análisis de los umbrales de cambio que permiten estimar la resiliencia del sistema socio ecológico**

**realizado.** Amador Moncada, J., Ibarra Vega, D., García García, J. A., Waldrón Henríquez, T., Góngora Manrique, M. K., Silva Ruiz, L. T., Corzo, G. A., Díaz Corzo, M. C., Molina, M. A., y , M. C. (2022). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

**Producto LXXV - Herramienta web para la simulación de escenarios desarrollada y en implementación - manual de usuario.** Amador Moncada, J., García García, J. A., Waldrón Henríquez, T., Góngora Manrique, M. K., Silva Ruiz, L. T., Díaz Corzo, M. C., Olaya, M. H., Londoño Murcia, M. C., Suárez, E., Devia, A., López, D., y , M. (2022). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

**Producto XCIII - Escenarios de desarrollo y resiliencia proyectados para los cuatro núcleos definidos.** Amador Moncada, J., García García, J. A., Waldrón Henríquez, T., Góngora Manrique, M. K., Silva Ruiz, L. T., Díaz Corzo, M. C., Olaya, M. H., Suárez, E., Gálvez, M., López, D., y Londoño Murcia, (2022). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

## Referencias

Andrade-Pérez, G. I., Avella Rodríguez, C., Baptiste-Ballera, B. L. G., Bustamante Zamudio, C., Chaves, M. E., Corzo, G., Galvis-Hernández, M., Giraldo R., A. M., Jaramillo Villa, Ú., Matallana-Tobón, C. L., Montoya, J., Mosquera, S. L., Osejo Varona, A., Pastás Cuastumal, E. M., Ramírez Hernández, W., Rinaudo Mannucci, M. E., Rubio Torgler, F., Tapia Caicedo, C., y Trujillo, M. (2018). Transiciones socioecológicas hacia la sostenibilidad: Gestión de la biodiversidad en los procesos de cambio de uso de la tierra en el territorio colombiano. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/35145>

Bastian, M., Heymann, S., y Jacomy, M. (2009). Gephi: An Open Source Software for Exploring and Manipulating Networks. Proceedings of the International AAAI Conference on Web and

Social Media, 3(1), 361-362. <https://doi.org/10.1609/icwsm.v3i1.13937>

Biggs, R., Schlüter, M., Biggs, D., Bohensky, E. L., BurnSilver, S., Cundill, G., Dakos, V., Daw, T. M., Evans, L. S., Kotschy, K., Leitch, A. M., Meek, C., Quinlan, A., Raudsepp-Hearne, C., Robards, M. D., Schoon, M. L., Schultz, L., y West, P. C. (2012). Toward Principles for Enhancing the Resilience of Ecosystem Services. Annual Review of Environment and Resources, 37(1), 421-448. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-051211-123836>

Biggs, R., Schlüter, M., y Schoon, M. (2015). Principles for building resilience: Sustaining ecosystem services in social-ecological systems. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781316014240>

Carpenter, S., Walker, B., Anderies, J. M., y Abel, N. (2001). From Metaphor to Measurement: Resilience of What to What? Ecosystems, 4(8), 765-781. <https://doi.org/10.1007/s10021-001-0045-9>

- Chaffin, B., Gosnell, H., y Cosens, B. (2014). A decade of adaptive governance scholarship: Synthesis and future directions. *Ecology and Society*, 19(3). <https://doi.org/10.5751/ES-06824-190356>
- Díaz, S., Pascual, U., Stenseke, M., Martín-López, B., Watson, R. T., Molnár, Z., Hill, R., Chan, K. M. A., Baste, I. A., Brauman, K. A., Polasky, S., Church, A., Lonsdale, M., Larigauderie, A., Leadley, P. W., van Oudenhoven, A. P. E., van der Plaats, F., Schröter, M., Lavorel, S., ... Shirayama, Y. (2018). Assessing nature's contributions to people. *Science*, 359(6373), 270-272. <https://doi.org/10.1126/science.aap8826>
- González-Quintero, C., y Avila-Foucat, V. S. (2019). Operationalization and Measurement of Social-Ecological Resilience: A Systematic Review. *Sustainability*, 11(21), 6073. <https://doi.org/10.3390/su11216073>
- Holling, C. S. (1973). Resilience and Stability of Ecological Systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4, 1-23.
- Holling, C. S. (2001). Understanding the Complexity of Economic, Ecological, and Social Systems. *Ecosystems*, 4(5), 390-405. <https://doi.org/10.1007/s10021-001-0101-5>
- Holling, C. S., y Gunderson, L. H. (2002). Resilience and adaptive cycles. Island Press. <https://vtechworks.lib.vt.edu/handle/10919/67621>
- Marschke, M. J., y Berkes, F. (2006). Exploring Strategies that Build Livelihood Resilience: A Case from Cambodia. *Ecology and Society*, 11(1). <https://www.jstor.org/stable/26267795>
- Mouthon, A. F., Blanco, A. R. C., Acevedo, G. A. C., y Miller, J. (2002). Manual de evaluación de estudios ambientales: criterios y procedimientos. CAB.
- Osejo, A., Garrido, A. M., Álvarez, J., Martínez, S., Lara, D., Ruíz, O., y Posada, B. (2019). Guía para la caracterización de la gobernanza en paisajes rurales. Repositorio Institucional de Documentación Científica Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/35455>
- Osejo Varona, A., Góngora, M. K., Garrido, A. M., Martínez Medina, S., Cajigas, J. C., Lara, D. M., Bernal Galeano, S., y Piratova Silva, M. R. (2020). Análisis de la relación entre gobernanza, conflictos socioecológicos y conservación de la biodiversidad en la alta montaña. Repositorio Institucional de Documentación Científica Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/35677>
- Quinlan, A. E., Berbés-Blázquez, M., Haider, L. J., y Peterson, G. D. (2016). Measuring and assessing resilience: Broadening understanding through multiple disciplinary perspectives. *Journal of Applied Ecology*, 53(3), 677-687. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12550>
- Resilience Alliance. (2007). Assessing and managing resilience in social-ecological systems: A practitioners workbook. <https://toolkit.climate.gov/reports/assessing-resilience-social-ecological-systems-workbook-practitioners>
- Ros-Tonen, M. A. F., Derkyi, M., e Insaído, T. F. G. (2014). From Co-Management to Landscape Governance: Whither Ghana's Modified Taungya System? *Forests*, 5(12), 2996-3021. <https://doi.org/10.3390/f5122996>
- Salvia, R., y Quaranta, G. (2015). Adaptive Cycle as a Tool to Select Resilient Patterns of Rural Development. *Sustainability*, 7(8), 8. <https://doi.org/10.3390/su7081114>
- TNFD (Taskforce on Nature-related Financial Disclosures). (2021). TNFD. El alcance de la naturaleza. Un resumen de la propuesta de alcance, gobernanza, plan de trabajo, comunicación y plan de recursos para el TNFD. <https://tnfd.global/wp-content/uploads/2021/10/TNFD-Nature-in-Scope-Spanish.pdf>
- TNFD (Taskforce on Nature-related Financial Disclosures). (2022). El marco de gestión y divulgación de riesgos y oportunidades relacionados

con la naturaleza del TNFD. Versión Beta 0.3. [https://framework.tnfd.global/wp-content/uploads/2022/11/TNFD\\_Management\\_and\\_Disclosure\\_Framework\\_v0-3\\_B.pdf](https://framework.tnfd.global/wp-content/uploads/2022/11/TNFD_Management_and_Disclosure_Framework_v0-3_B.pdf)

TNDF (Taskforce on Nature-related Financial Disclosures). (2022). The LEAP Nature Risk Assessment Approach. <https://framework.tnfd.global/the-leap-nature-risk-assessment-process/>  
Turner, B. L., Kasperson, R. E., Matson, P. A., McCarthy, J. J., Corell, R. W., Christensen, L., Eckley, N., Kasperson, J. X., Luers, A., Martello, M. L., Polsky, C., Pulsipher, A., y Schiller, A. (2003). A framework for vulnerability analysis in sustainability science. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 100(14), 8074-8079. <https://doi.org/10.1073/pnas.1231335100>

Twery, M., y Gottschalk, K. (1996). Forest health: Another fuzzy concept. *Journal of Forestry*, 94(8), 20.

Tyler, S., y Moench, M. (2012). A framework for urban climate resilience. *Climate and Development*, 4(4), 311-326. <https://doi.org/10.1080/17565529.2012.745389>

Walker, B., Holling, C. S., Carpenter, S., y Kinzig, A. (2004). Resilience, Adaptability and Transformability in Social-ecological Systems. *Ecology and Society*, 9(2). <https://doi.org/10.5751/ES-00650-090205>

Walker, B., y Salt, D. (2012). *Resilience Practice: Building Capacity to Absorb Disturbance and Maintain Function*. Island Press.



## Capítulo 09

# Fibras, Tejiendo Comunicación para la Conservación de la Biodiversidad

## Autores

---

Diego F. González<sup>1</sup>, Juan Felipe Araque<sup>1</sup>, Catherine Villamil Robles<sup>2</sup>, Andrea Paola Alfaro<sup>2</sup>,  
Luis Angel Alvaréz<sup>1</sup>, Johana P. Fajardo<sup>1</sup> y Laura Naranjo<sup>1</sup>

**Instituciones:** 1. Instituto Humboldt; 2. Ecopetrol.

◀ Ecoreserva La Tribuna

# Introducción

La comunicación debe contribuir estratégicamente a la apropiación social del conocimiento y al posicionamiento y visibilidad no sólo del quehacer institucional sino de las comunidades y las partes interesadas en los proyectos. Por lo que esta, se debe entender como el marco para implementar acciones que difundan conocimientos, sensibilicen y creen conciencia a públicos generales y específicos.

Comunicar no es sólo la transmisión de información por diferentes canales, sino que es un proceso que implica nuevas dimensiones, donde se integran otras categorías de valor como la democratización del conocimiento, que promueve el acceso abierto a los recursos de investigación y fomenta y promueve la participación ciudadana, permitiendo la opinión informada en temas de interés público (Jiménez, 2019).

La Estrategia de Comunicación de FIBRAS, adoptó metodologías de la Comunicación para el Desarrollo, entendida esta como el proceso social basado en el diálogo y en el que se emplea una gran variedad de herramientas y métodos. También tiene que ver con la búsqueda de cambio significativo y

sostenible a diferentes niveles, incluyendo la generación de confianza, el intercambio de conocimientos y destrezas, la creación de políticas, la escucha a los demás y el debate y el aprendizaje. (FAO & World Bank 2007). Bajo este enfoque metodológico y comunicativo, el Instituto Humboldt, con el apoyo de su Oficina de Comunicaciones, desarrolló acciones que contribuyeron a la democratización y regionalización del conocimiento científico producido en el marco de este convenio, evaluando el estado y tendencias de la biodiversidad colombiana y sus servicios ecosistémicos, incluyendo diferentes dimensiones como el estudio

de los recursos genéticos, para entregar así información relevante en la toma de decisiones sostenibles sobre la misma.

Bajo esta línea conceptual, la estrategia enfocó sus objetivos en la divulgación del conocimiento disponible de las regiones priorizadas del proyecto a través de los diálogos, la participación ciudadana y la movilización de saberes, aportando significativamente a espacios para la gobernanza ambiental, mediante la generación de una serie de productos de comunicación de alto impacto para el público objetivo y el apoyo a las actividades en campo para la visibilización de todo el proyecto (figura 1).

<p><b>Alcance</b></p> <p>Contribuir a las necesidades comunicativas del plan general del trabajo, los públicos objetivos y los ocho componentes del trabajo</p>	<p><b>Objetivo General</b></p> <p>Divulgar, visibilizar y posicionar el avance y resultado de las actividades realizadas por ocho componentes de trabajo</p>	<p><b>Público experto</b></p> <p>Academia, los centros de investigación, autoridades ambientales, del sector público y organizaciones privadas del ámbito local, regional, nacional e internacional</p>
<p><b>Públicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>» Público experto en temas asociados a biodiversidad y bienestar</li> <li>» Público NO experto y general</li> </ul>	<p><b>Objetivos Específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>» Diseñar una marca propia</li> <li>» Publicaciones digitales e impresas</li> <li>» Divulgar, visibilizar y posicionar el programa</li> <li>» Apoyos a la investigación</li> </ul>	<p><b>Público No experto</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>» Distintas disciplinas y áreas del conocimiento, nacionalidades, ocupaciones y niveles académicos y económicos diversos</li> </ul>

Figura 1. Estrategia de Comunicación para el Convenio Fibras



# Metodología y Resultados

La estrategia abarcó las áreas de comunicación digital, prensa, audiovisual, editorial, gráfica, publicitaria, eventos, fotografía, talleres, entre otros. Para esto se plantearon acciones comunicativas que brindaron una respuesta oportuna gracias al equipo interdisciplinario conformado por profesionales en fotografía, realizadores audiovisuales, videógrafos, periodistas, diseñadores gráficos, community manager, webmaster y editores, los cuales articularon bajo un enfoque informativo, pedagógico y periodístico, productos como entrevistas, videos institucionales, reportería gráfica y comunicados informativos, entre otros. (figura 2). De los ejercicios realizados, a continuación se muestran los principales resultados obtenidos en las diferentes áreas a lo largo de la duración del convenio.

## Comunicación Digital

Como parte de la estrategia se planteó una propuesta de comunicación digital que incluyó la estructuración de un ecosistema digital, el cual permitió la conexión entre las diferentes redes sociales, el micrositio web, y la gran diversidad de contenidos multimedia (vídeo, audio,

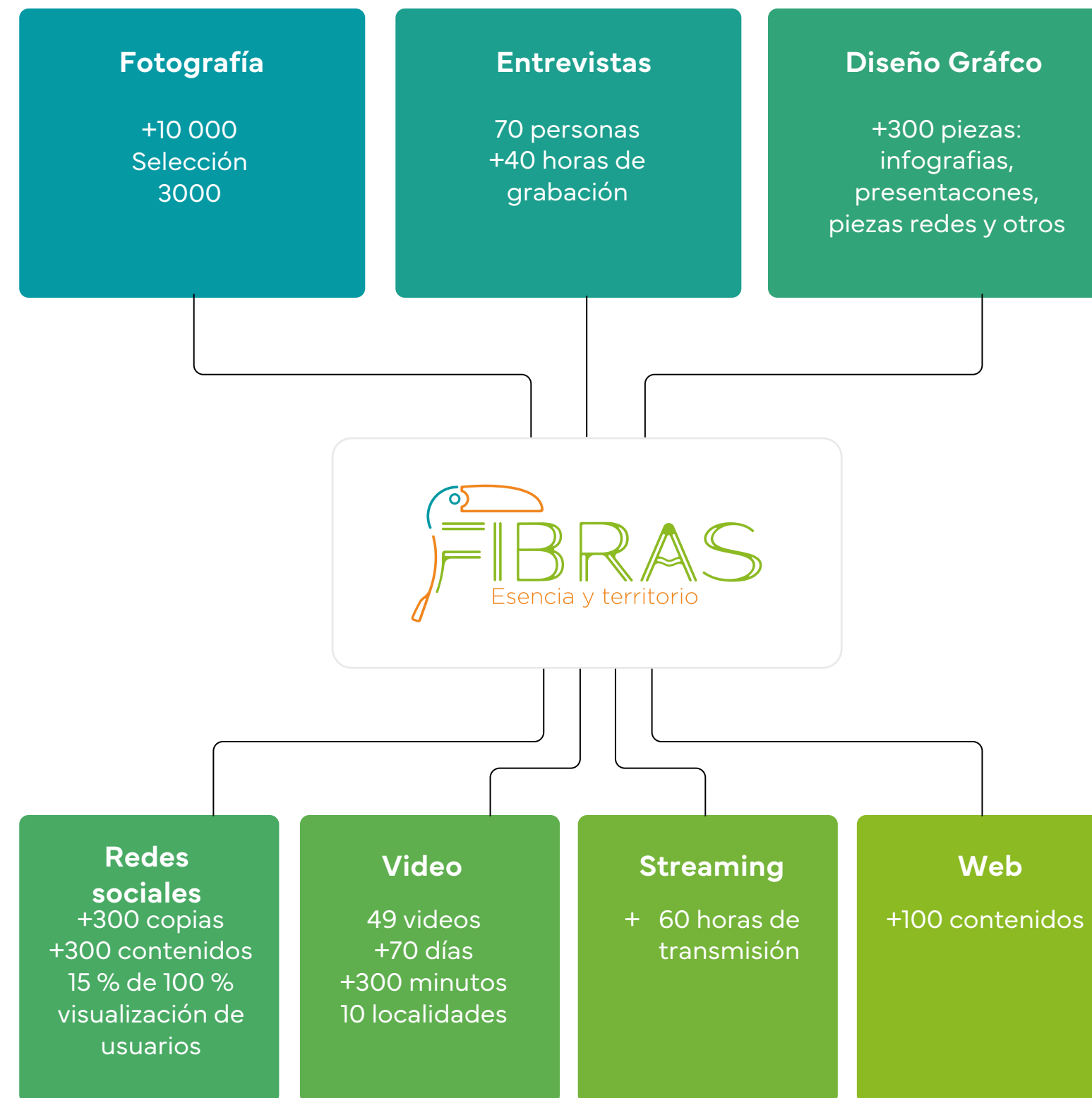


Figura 2. Productos de comunicación elaborados en la estrategia FIBRAS

imagen estática, texto), generando la movilización de usuarios de una plataforma a otra para enriquecer el tráfico de cada canal de comunicación. A continuación, se evidencian los principales resultados:

## Micrositio Web

Se desarrolló un micrositio web dentro de la página oficial del Instituto Humboldt, para dar a conocer los diferentes avances de cada componente de investigación.

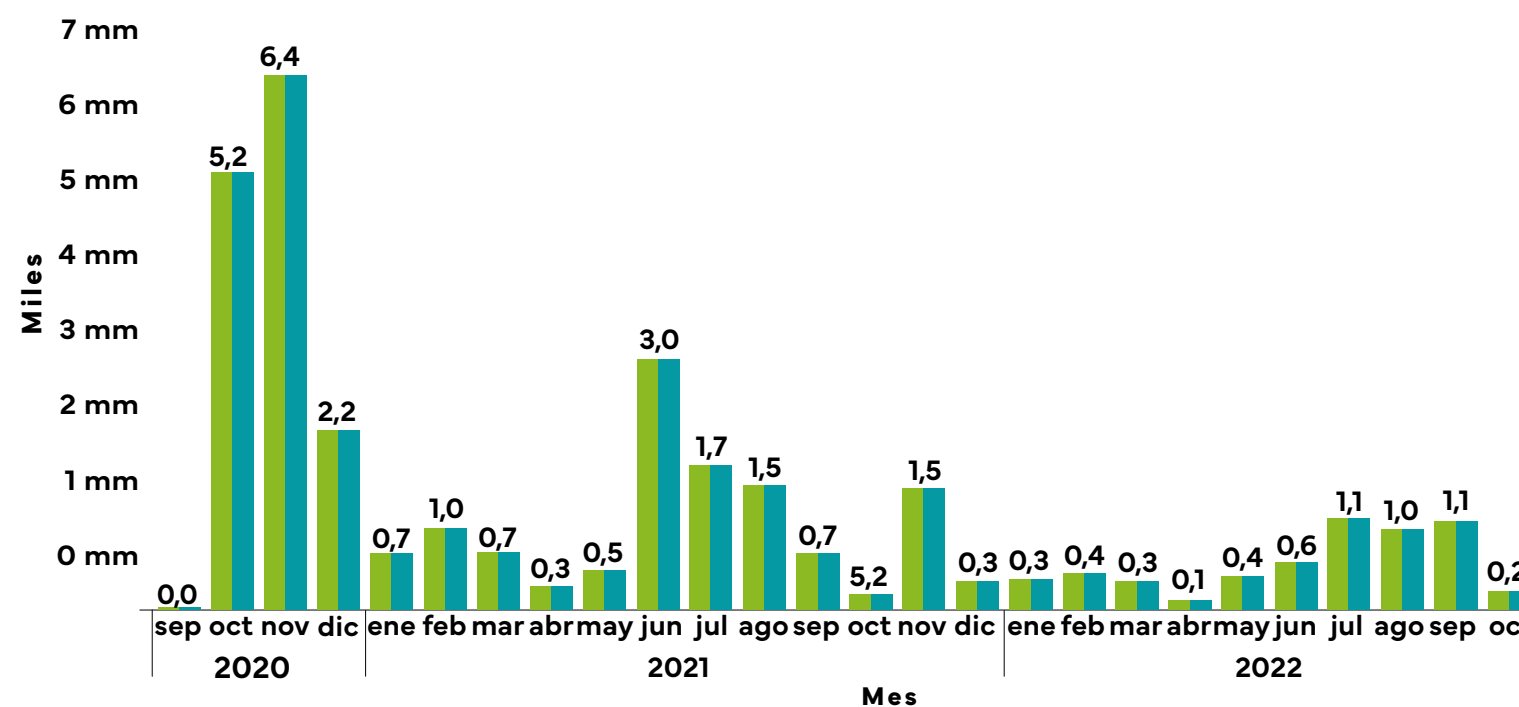
Las sesiones o visitas al micrositio web <http://humboldt.org.co/fibras/prensa.html> por parte de los usuarios, representan más de 31 mil visitas (figura 3), las cuales a la fecha siguen en aumento debido a la exposición de la marca FIBRAS, su reputación y presencia digital. La variación en la oferta de contenidos en el tiempo de ejecución del convenio se debe a la implementación de la estrategia basada en los resultados obtenidos de herramientas de análisis y medición de audiencias web como Google analytics, la cual nos permite entender y conocer qué contenidos y fechas son las más relevantes para el consumo de información por parte de los usuarios,

contribuyendo de esta manera a la oferta eficaz de contenidos hacia el receptor de la información.

El micrositio web a la fecha logró un alcance geográfico en más de 25 países y 700 ciudades del mundo. De este avance obtenido se destacan los usuarios en países de habla no hispana, la indexación oportuna del micrositio <http://humboldt.org.co/fibras/prensa.html> en motores de búsqueda como Google, la implementación de acciones de posicionamiento orgánico web (no pago) a través de la optimización para motores de búsqueda, la oferta de contenidos informativos de calidad para los usuarios y la implementación de una estrategia de ecosistema digital donde las fuentes de tráfico como redes sociales, página web, enlaces web, entre otros están interconectadas.

### Redes sociales

Se han realizado publicaciones periódicas en redes sociales como Instagram, Facebook, Twitter, LinkedIn y Youtube, generando un importante flujo de contenidos que lograron un alto posicionamiento de los contenidos de la estrategia Fibras en las diferentes comunidades digitales. Entre el 2020 y 2022 se alcanzaron un total



**Usuarios y sesiones por año y mes:** ■ Suma de Usuarios ■ Suma de Sesiones

**Figura 3.** Usuarios y sesiones por año y mes. Se registraron más de 31 mil visitas al micrositio web. Para finales del 2020, se registraron 13 849 sesiones o visitas; para el 2021, más de 11 000 y para el corte de 2022 se han registrado más de 5400

AÑO	Suma de Sesiones	Suma de Usuarios
<b>2020</b>	<b>13849</b>	<b>13849</b>
septiembre	40	40
octubre	5248	5248
noviembre	6411	6411
diciembre	2150	2150
<b>2021</b>	<b>11971</b>	<b>11971</b>
enero	674	674
febrero	979	979
marzo	687	687
abril	281	281
mayo	475	475
junio	3000	3000
julio	1727	1727
agosto	1499	1499
septiembre	682	682
octubre	189	189
noviembre	1450	1450
diciembre	328	328
<b>2022</b>	<b>5498</b>	<b>5498</b>
enero	348	348
febrero	414	414
marzo	337	337
abril	109	109
mayo	402	402
junio	557	557
julio	1098	1098
agosto	968	968
septiembre	1054	1054
octubre	211	211
<b>Total</b>	<b>31318</b>	<b>31318</b>

País	Suma de Usuarios
Argentina	10
Brasil	13
Canadá	7
Chile	4
China	21
Colombia	1340
Costa Rica	9
Chequia	1
Ecuador	48
El salvador	1
Etiopía	1
Francia	3
Alemania	8
Grecia	1
Granada	1
Guatemala	1
Honduras	2
Hong konk	2
Italia	2
México	16
Paises Bajos	7
Nicaragua	1
Paraguay	5
Perú	162
Puerto Rico	2
Rusia	7
Seychelles	2
Singapore	3
Sudáfrica	2
España	20
(not set)	8
<b>Total</b>	<b>31 318</b>

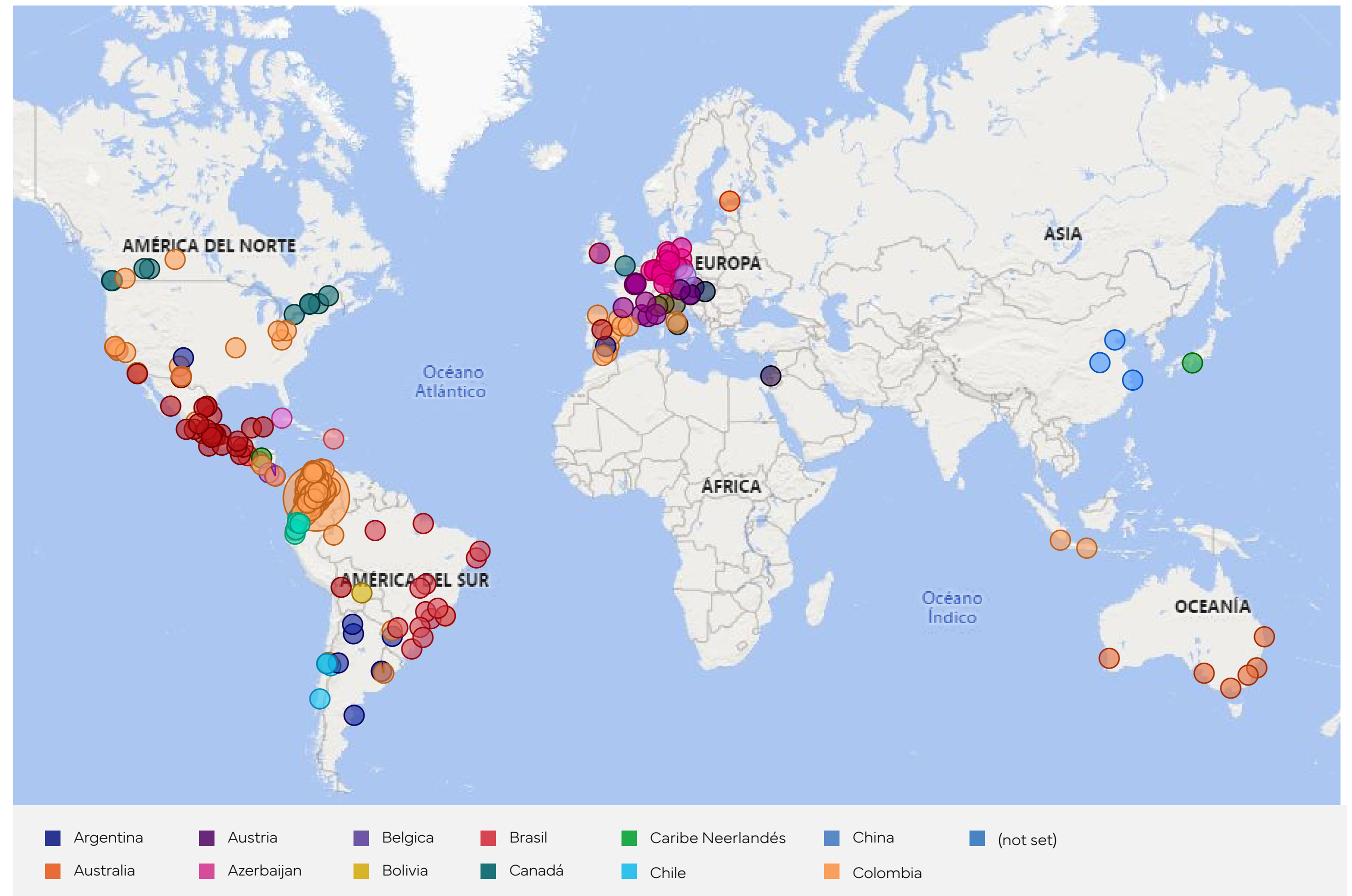
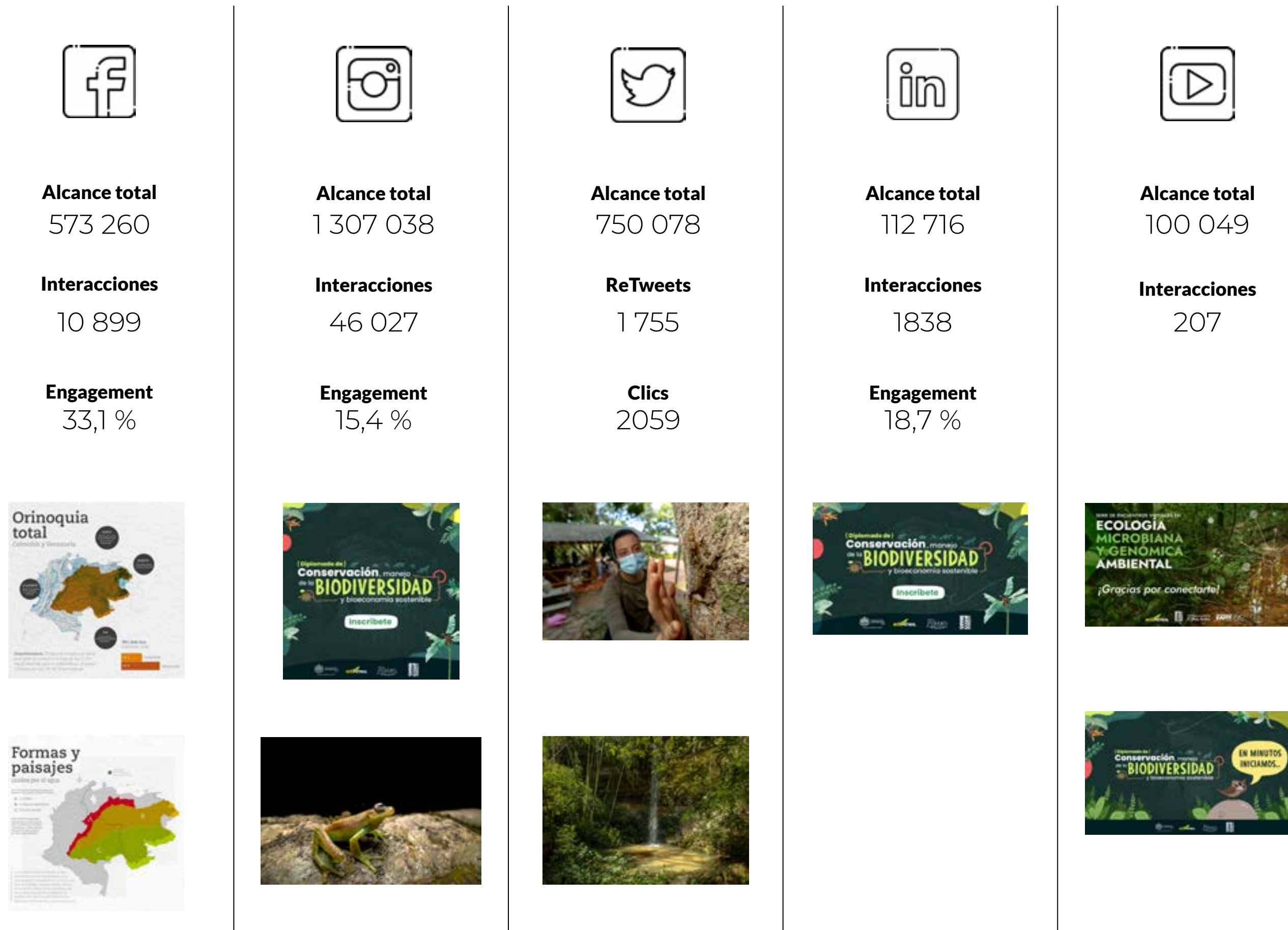


Figura 4. Usuarios del micrositio web Fibras por ciudad y país (métricas web Google Analytics)



de 2 843 141 usuarios de todas las redes sociales del Instituto y en promedio se realizaron más de 150 publicaciones por cada red social. En la figura 5 se presentan los tres contenidos más destacados para cada red social ya que presentaron un mejor desempeño por su alcance, visualizaciones e interacciones, resultados suministrados por Metricool, herramienta de gestión de contenidos para redes sociales y medición de audiencias.

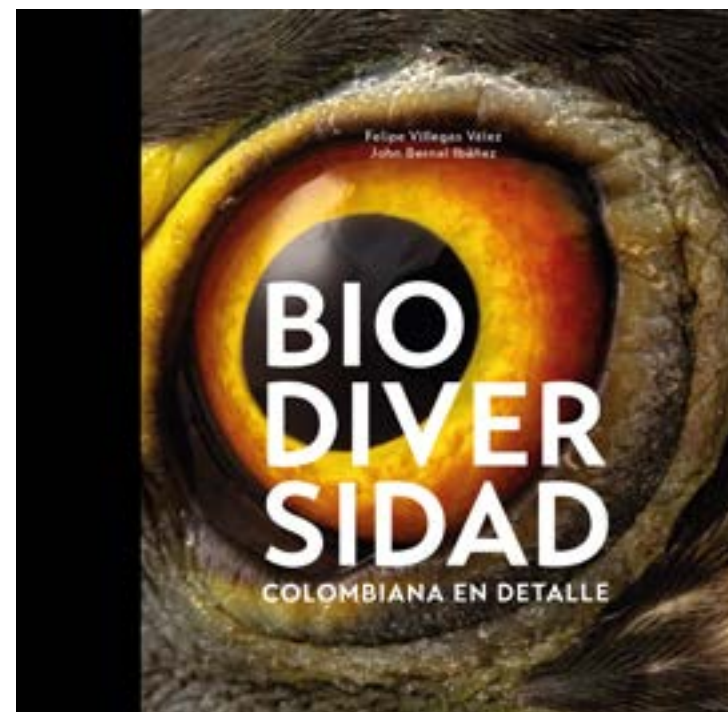
### Editoriales

Desde el ámbito editorial es importante destacar los contenidos que se desarrollaron durante el convenio para lograr el posicionamiento, visibilidad y difusión del mismo. Se realizaron dos publicaciones que se encuentran en el repositorio del Instituto: Biodiversidad y petróleo: retos para transformar el futuro (<http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/35864>), y Biodiversidad colombiana en detalle (<http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/36124>) (figura 6).

Figura 5. Top publicaciones en redes sociales y los alcances obtenidos

**Biodiversidad Colombiana en detalle**

El registro de aproximadamente 3000 fotografías de diversos grupos biológicos como anfibios, aves, insectos, mamíferos, peces, plantas vasculares y reptiles, en las 6 Ecoreservas, gestaron creativamente el desarrollo de una publicación que exalta a través de retratos, tramas y texturas, la diversidad de especies de fauna y flora. Esta es una oportunidad para dar a conocer de manera creativa y disruptiva a su vez, un contenido de alto valor científico.



**Biodiversidad y petróleo**

De acuerdo con las cifras reportadas del informe de redes sociales se obtuvo un alcance total de visualización de 24 288 usuarios y 341 visitas en página web, para el periodo comprendido entre octubre 2020 a octubre 2022.



**Figura 7.** Cuadernillos guía para la investigación en el territorio

**Figura 6.** Publicaciones del convenio

**Cuadernillos Fibras, algunos resultados de intervenciones en el territorio**

Se elaboraron nueve cuadernillos con información técnica que describen las principales actividades y líneas metodológicas de investigación implementadas. Los documentos sirven como guías

de consulta para conocer las acciones realizadas por parte de cada uno de los componentes de trabajo. Desde la Oficina de Comunicaciones se aportó al diseño y unificación del formato de los contenidos (<http://humboldt.org.co/fibras/prensa/cuadernillos-fibras.html>) (figura 7).

## Cartillas

Como aporte a la generación de conocimiento de la dinámica de la biodiversidad y sus interacciones en la Ecoreserva La Tribuna en el Huila, se desarrollaron seis cartillas divulgativas con la información obtenida del Programa de monitoreo de grupos biológicos como Hemiptera, Mamíferos y Lepidoptera (adultos). Contenidos realizados por estudiantes del Programa Apoyos a la Investigación, con la participación de los Biomonitores de la Ecoreserva. Las publicaciones brindan orientaciones metodológicas e informativas sobre los ejercicios de muestreo realizados en el área de estudio (Figura 8).

- » *Mariposas de la Ecoreserva La Tribuna*
- » *Observaciones biológicas de inmaduros en cría, orden Lepidoptera. Bosque Seco Tropical*
- » *Mariposas. Otro tesoro de la Ecoreserva La Tribuna*
- » *Mamíferos de la Ecoreserva La Tribuna*
- » *Notas de Campo. El cuaderno como instrumento de aprendizaje*



**Figura 8.** Cartillas divulgativas sobre procesos de caracterización y monitoreo de la Biodiversidad



### Catálogos de imágenes y sonidos

De la investigación realizada por el equipo de colecciones biológicas del Instituto se destaca la realización de seis catálogos digitales de imágenes y sonidos de diversas especies y grupos biológicos como: anfibios, aves, insectos, mamíferos, peces, plantas vasculares y reptiles. Los contenidos cuentan con una alta riqueza visual y auditiva que alude a las especies registradas en las seis ecoreservas: La Tribuna, El Tucán, La Pacora, La Doncella, La Danta y ASA La Guarupaya (<http://humboldt.org.co/fibras/prensa/catalogo-imagenes-y-sonidos.html>) (figura 9).



Figura 9. La Riqueza Audiovisual de las Ecoreservas

### Comunicación publicitaria

El diseño y producción de material publicitario es indispensable cuando se trata de visibilizar y posicionar en distintos públicos y espacios una marca. Fibras es el sello de la gestión socioecológica para el desarrollo de los territorios a través de la investigación y los encuentros con comunidades para la toma de decisiones concertadas.

Con el fin de visibilizar la marca se concibió un concepto de diseño versátil, con texturas, trazos, y materiales rústicos que faciliten a cualquier persona su utilización en cualquier escenario.

### Encuentros con el Conocimiento, Ciencia y Biodiversidad

A través de la realización de seminarios, diplomado virtual, conferencias,

encuentros de aliados y talleres, se logró crear un espacio para el diálogo de saberes entre el Instituto, Ecopetrol, comunidad, estudiantes, investigadores, emprendimientos regionales, gobierno, instituciones académicas y expertos en temáticas relacionadas con la biodiversidad (figura 11). El aporte de la estrategia de comunicaciones desde el

área digital, garantizó el acceso a más de 100 mil usuarios que a través del canal de youtube participaron en los diferentes espacios de conocimiento propuestos en la Estrategia Fibras y que fomentaron el aprendizaje y la aplicación de diversas metodologías para la construcción conjunta de conocimiento del territorio.

### Algunos eventos

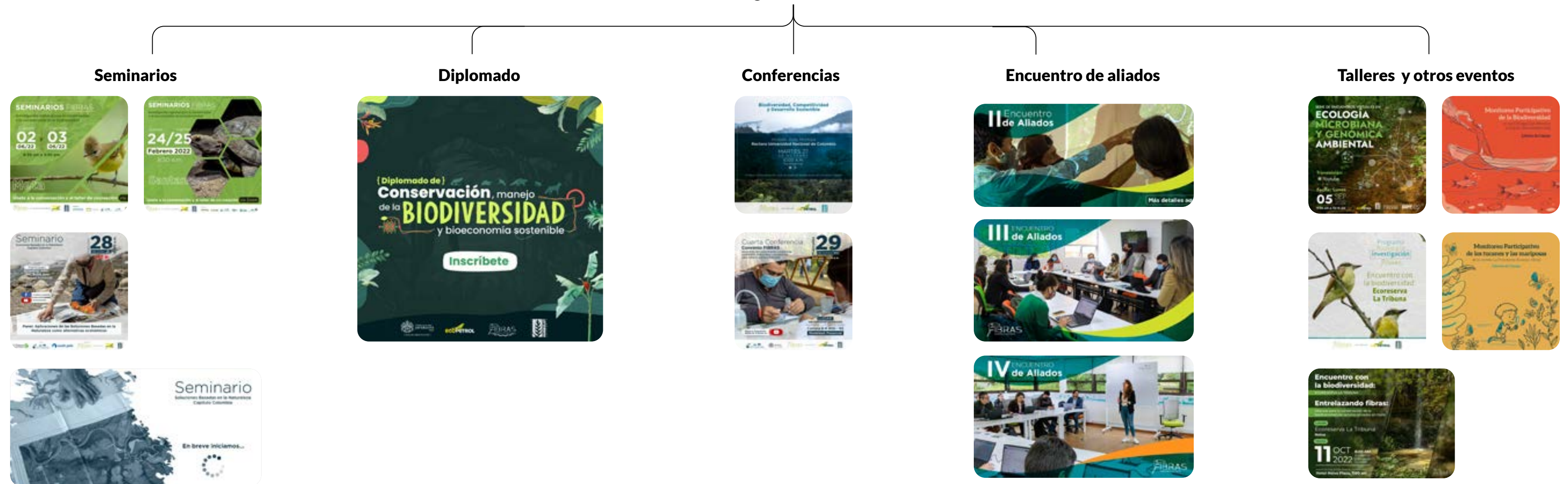


Figura 11. Espacios de participación

## Incidencia

### La necesidad de comunicar las Fibras del desarrollo sostenible

Plantear, diseñar y poner en marcha una Estrategia de Comunicación es un eje indispensable para lograr el éxito de iniciativas como el Convenio FIBRAS, donde los diferentes actores involucrados tienen un papel determinante. De esta manera, se vuelve necesario continuar con las acciones que lograron un impacto positivo en las diferentes áreas comunicativas, como la web y redes sociales, canales que representan una estrategia de alto valor de posicionamiento. Se ha evidenciado, de acuerdo a los resultados entregados, que los contenidos ofertados poseen una aceptación favorable por parte de los usuarios. No obstante, es importante continuar con el desarrollo de más eventos presenciales y los productos editoriales impresos, los cuales contribuyen al fortalecimiento de la imagen institucional, la visibilidad y recordación en los diferentes públicos objetivos.

## Equipo de Trabajo

**Diego Ochoa.** Director de Relacionamento. Experiencia en relacionamiento, comunicaciones y gestión en el área del medio ambiente y el clima. Instituto Humboldt.

**Felipe Villegas.** Profesional Senior, Oficina de Comunicaciones. Biólogo, Fotógrafo y Especialista en Comunicación Visual Ambiental. Instituto Humboldt.

**Esteban Giraldo González.** Profesional Senior, Oficina de Comunicaciones Comunicador Social – Periodista, Politólogo y Magíster en Escrituras Creativas. Estudiante del doctorado en Documentación: Archivos y Bibliotecas en el Entorno Digital. Instituto Humboldt.

**Gina Gaitán.** Profesional Senior, Oficina de Comunicaciones. Diseñadora Gráfica, Especialista en comunicación visual, el *branding*, la ilustración, el diseño editorial e interactivo. Instituto Humboldt.

**Diego Fernando González.** Profesional Junior, Oficina de Comunicaciones. Comunicador Social y Periodista, Productor

de Medios Audiovisuales y Especialista en Comunicación Estratégica. Instituto Humboldt.

**Laura Patricia Naranjo.** Profesional Junior, Oficina de Comunicaciones. Diseñadora Gráfica, Magister en Gestión del Diseño. Experiencia en el desarrollo de narrativas de storytelling y representación gráfica de datos. Instituto Humboldt.

**Paola Fajardo.** Profesional Junior, Oficina de Comunicaciones. Diseñadora Gráfica. Instituto Humboldt.

**Ximena Borré.** Profesional Junior, Oficina de Comunicaciones. Especialista en Comunicación y Narrativas Digitales del Politécnico Gran Colombiano. Social Media Manager. Instituto Humboldt.

**John Jairo Bernal.** Profesional Senior, Oficina de Comunicaciones. Biólogo y fotógrafo. Fotógrafo de colecciones biológicas y de publicaciones botánicas con énfasis en caracteres taxonómicos. Instituto Humboldt.

**Diego Armando Herrera.** Profesional Junior, Oficina de Comunicaciones. Ingeniero electrónico, desarrollador Webmaster. Instituto Humboldt.

**Juan Felipe Araque.** Profesional Senior. Comunicador social con énfasis en educación, con Maestría en Escritura Creativa, Literatura. Instituto Humboldt.

**Luis Ángel Álvarez.** Profesional Junior. Politólogo con experiencia en relaciones públicas, gestión comercial y estrategias de comunicación para centros de ciencia, educación y museos. Instituto Humboldt.

**Catherine Villamil Robles.** Especialista en Comunicación Corporativa y Marca Gerencia de Comunicaciones Corporativas. Ecopetrol S.A.

**Andrea Paola Alfaro** Líder de comunicación para transición energética y asuntos comerciales. Gerencia de Comunicaciones Corporativas. Ecopetrol S.A.

# Productos relacionados

**Micrositio Fibras.** Contenidos multimedia desarrollados en el marco del convenio. Incluye diversos formatos y piezas periodísticas e informativas sobre los diferentes eventos, avances de los componentes de trabajo. Página web fibras <http://humboldt.org.co/fibras/>

**Lista de reproducción del Convenio Fibras.** Contenidos audiovisuales desarrollados en el marco del convenio. Incluye material audiovisual como videos institucionales, promocionales, informativos, conferencias, streaming de eventos, entre otros YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=n-QqYwAL7r9Q&list=PLvgitOVkEvSqX0Tpc7QiNOT4lelw0rGWd>

**Ecología microbiana y genómica ambiental.** Contenido streaming destacado en el marco del convenio, el cual obtuvo un alcance de más de 40 mil visualizaciones por parte de usuarios provenientes de diferentes partes del mundo. <https://www.youtube.com/watch?v=9btAQp2psz4&t=7307s>

**Diplomado de conservación, manejo de la biodiversidad y bioeconomía sostenible.** Contenido streaming master class virtual, el cual se destacó en el marco del convenio. Obtuvo un alcance de más de 40 mil visualizaciones por parte de usuarios provenientes de diferentes partes del mundo (Master class). [https://www.youtube.com/watch?v=Zd8\\_3KgSGQ8&list=PLvgitOVkEvSqX0Tpc7QiNOT4lelw0rGWd&index=10](https://www.youtube.com/watch?v=Zd8_3KgSGQ8&list=PLvgitOVkEvSqX0Tpc7QiNOT4lelw0rGWd&index=10)

**Conferencia - Economías del conocimiento y economías sostenibles.** Contenido streaming virtual, y presencial destacado entre otras características por la socialización de temáticas como la utilización de microorganismos en la industria textil (IV Conferencia). <https://www.youtube.com/watch?v=oFrOu1SBI98>

**Editorial Publicaciones oficiales Biodiversidad y Petróleo.** Publicación que pretende contribuir a la renovación de un discurso de sostenibilidad, con énfasis en temas que surgen desde perspectivas ambientales y algunas

sociales, como reflexión para el sector de los hidrocarburos (Publicación digital). <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/35864>

**Biodiversidad colombiana en detalle.** Publicación que exalta a través de retratos, tramas y texturas, la diversidad de especies de fauna y flora (Publicación impresa).

## Publicaciones digitales no oficiales

Catálogos de imágenes y sonidos. Catálogos que registran la biodiversidad de 6 ecosistemas del Convenio Fibras. <http://humboldt.org.co/fibras/prensa/catalogo-imagenes-y-sonidos.html>

Cuadernillos Fibras: resultados de intervenciones en el territorio 9 cuadernillos que destacan los principales lineamientos y metodologías de procesos desarrollados en campo por parte de los componentes de investigación. <http://humboldt.org.co/fibras/prensa/cuadernillos-fibras.html>

## Periodístico / informativo

Encuentro con la biodiversidad de la Ecoreserva La Tribuna. Comunicado sobre entrega de resultados de los procesos de biomonitoreo realizado en la ecoreserva La Tribuna. (Comunicado de prensa). <http://humboldt.org.co/fibras/prensa/encuentro-biodiversidad.html>

Tucanes y mariposas. Los colores de nuestras veredas en el Meta. Galería de imágenes e información sobre cierre del proceso de Monitoreo y ciencia participativa en el Meta. (Monitoreo de tucanes y mariposas) <http://humboldt.org.co/fibras/prensa/tucanes-mariposas.html>

Cuidado y conservación de la biodiversidad, comunidad Campo Gala, Barrancabermeja. Galería de imágenes y comunicado sobre cierre de procesos adelantados en Barrancabermeja (Comunicado de cierre). <http://humboldt.org.co/fibras/prensa/socializacion-barrancabermeja.html>

Historias inspiradoras. Perfiles periodísticos de estudiantes y Biomonitores pertenecientes al Programa Apoyos a la Investigación de la Ecoreserva la Tribuna (Historias inspiradoras). <http://humboldt.org.co/fibras/Historiasinspiradoras.html>

### Algunos medios de comunicación externos

Ecopetrol recibe un reconocimiento por parte de la ONU por proyecto de Ecoreservas. Noticia sobre reconocimiento recibido por la gestión adelantada en las Ecoreservas objeto del convenio (La Republica.co Noticia Proyecto Ecoreservas). <https://www.larepublica.co/empresas/ecopetrol-recibe-un-reconocimiento-por-parte-de-la-onu-por-proyecto-de-ecoreservas-3432471>

¿Cómo funcionarán las nuevas eco-reservas que tendrá este año Colombia?. Anuncio de nuevas ecoreservas que hacen parte del Convenio fibras (Semana.com Noticia anuncio nuevas ecoreservas) <https://www.semana.com/economia/empresas/articulo/como-funcionaran-las-nuevas-eco-reservas-que-tendra-este-ano-colombia/202210/>

Ecopetrol y el Instituto Humboldt designan ecoreserva La Doncella. Noticia sobre anuncio sobre la Ecoreserva La Doncella (El Nuevo Siglo Anuncio ecoreserva la doncella). <https://www.elnuevosiglo.com.co/articulos/05-03-2022-ecopetrol-y-el-instituto-humboldt-designan-ecoreserva-la-doncella>

### Top Publicaciones destacadas del convenio en redes sociales

La Anaconda y el significado en la vida de los indígenas. Post que cuenta una de las historias sobre la anaconda (Facebook Publicación Gran Libro de la Orinoquia). <https://www.facebook.com/284712961596267/posts/5444790028921842>

Conoce a profundidad la Orinoquia Colombiana. Post que relata las formas y paisajes de la Orinoquia (Facebook Publicación Gran Libro de la Orinoquia). <https://www.facebook.com/284712961596267/posts/5444790028921842>

¿Monitoreo participativo para identificar tucanes y mariposas?. Video

informativo sobre el proceso de monitoreo participativo en el Meta (Facebook Monitoreo participativo en el Meta). <https://www.facebook.com/watch/?v=758771925239248>

¡Buscamos universitarios para monitorear la biodiversidad!. Convocatoria a estudiantes de pregrado o maestría para hacer parte del programa de apoyo a la investigación (Twitter Convocatoria estudiantes Programa de apoyo a la investigación). [https://twitter.com/inst\\_humboldt/status/1402354786318663689](https://twitter.com/inst_humboldt/status/1402354786318663689)

¿Sabías que la cuenca del Orinoco ocupa casi la cuarta parte de América del Sur?. Dato informativo sobre la Cuenca del Orinoco (Twitter Publicación Gran Libro de la Orinoquia). [https://twitter.com/inst\\_humboldt/status/1413168717089882123](https://twitter.com/inst_humboldt/status/1413168717089882123)

Seis predios en Orinoquia, Huila y Magdalena Medio, fueron seleccionados para una futura red de Ecoreservas. Anuncio sobre seis predios priorizados seleccionados para la futura red de red de Ecoreservas (Twitter Publicación red de

ecoreservas). [https://twitter.com/inst\\_humboldt/status/1401645083502514188](https://twitter.com/inst_humboldt/status/1401645083502514188)

El convenio #fibras abre la convocatoria para la segunda cohorte de estudiantes del programa apoyos a la investigación. Post para realizar convocatoria a estudiantes para el programa de apoyos a la investigación desarrollado en la ecoreserva la Tribuna (Instagram Convocatoria estudiantes apoyo a la investigación). [https://www.instagram.com/p/CPi4ZPHKT\\_j/](https://www.instagram.com/p/CPi4ZPHKT_j/)

Lanzamiento Gran Libro de la Orinoquia. Post informativo para invitar a streaming del lanzamiento de la publicación Gran Libro de la Orinoquia. (Instagram Lanzamiento Gran Libro de la Orinoquia) <https://www.instagram.com/p/CG5z9hRKWLi/>

Un tamborileo en el bosque, junto a la quebrada, llamó la atención. Post informativo que relata algunas de las experiencias vividas en campo por parte de los investigadores en el momento de realizar actividades en campo. (Instagram Video monitoreo de sonidos). <https://www.instagram.com/p/CL-N93jl5tc/>

## Referencias

---

Diplomado en conservación y manejo de la biodiversidad. Invitación a inscripción para hacer parte del diplomado en conservación y manejo de la biodiversidad. (Instagram Convocatoria inscripción diplomado) <https://www.instagram.com/p/CgWysAtq2NH/>

Inscripción para el diplomado en conservación y manejo de la biodiversidad. Post informativo para inscripción al diplomado en conservación y manejo de la biodiversidad. (Linkedin Inscripción diplomado en conservación y manejo de la biodiversidad) <https://www.linkedin.com/feed/update/urn:li:share:6955283197328814080>

Colombia cuenta con un portal en línea sobre hongos del país. Post informativo que anuncia el primer portal sobre información en hongos del país (Linkedin Portal en línea sobre hongos del país). <https://www.linkedin.com/feed/update/urn:li:share:6811403541291376640>

Jiménez, A. (2019). Democratizar el conocimiento, la agenda pendiente. *Estudios sobre las Culturas Contemporáneas*, 14(48), 5-8.

FAO & World Bank (2007). *World Congress on Communication for Development: lessons, challenges and the way forward*. Washington: The International Bank for Reconstruction and Development. <http://www.fao.org/3/a-a1143e.pdf>



# Anexos

# Anexo 1

## Listado de Especies MM

Clase	Orden	Familia	Género	Epíteto específico	Especie	Temporada	Número de Imágenes	Número de Estaciones de Muestreo	Registros Independientes	Categoría_MADS	Endemismo	CITES	Categoría_UICN	Domesticos
Mammalia	Primates	Atelidae	Alouatta	seniculus	<i>Alouatta seniculus</i>	2	3	1	1			II		FALSE
Aves	Caprimulgiformes	Trochilidae	Amazilia	cyanifrons	<i>Amazilia cyanifrons</i>	1	1	1	1		Endemica	II	LC	FALSE
Aves	Caprimulgiformes	Trochilidae	Amazilia	tzacatl	<i>Amazilia tzacatl</i>	2	5	1	3			II	LC	FALSE
Aves	Suliformes	Anhingidae	Anhinga	anhinga	<i>Anhinga anhinga</i>	2	4	1	1				LC	FALSE
Mammalia	Primates	Aotidae	Aotus	griseimembra	<i>Aotus griseimembra</i>	2	6	1	1	VU			VU	FALSE
Mammalia	Artiodactyla	Bovidae	Bos	taurus	<i>Bos taurus</i>	1	6662	25	182					TRUE
Mammalia	Cetartiodactyla	Bovidae	Bubalus		<i>Bubalus</i>	1	677	4	39					TRUE
Aves	Gruiformes	Rallidae	Aramides	cajaneus	<i>Aramides cajaneus</i>	1	2386	44	475				LC	FALSE
Aves	Gruiformes	Rallidae	Aramides	cajaneus	<i>Aramides cajaneus</i>	2	2993	42	356				LC	FALSE
Aves	Gruiformes	Aramidae	Aramus	guarauna	<i>Aramus guarauna</i>	2	6	1	2				LC	FALSE
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	Ardea	alba	<i>Ardea alba</i>	1	1211	16	114				LC	FALSE
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	Ardea	alba	<i>Ardea alba</i>	2	1823	12	136				LC	FALSE
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	Ardea	cocoi	<i>Ardea cocoi</i>	1	967	14	81				LC	FALSE
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	Ardea	cocoi	<i>Ardea cocoi</i>	2	1994	9	99				LC	FALSE
Aves	Passeriformes	Passerellidae	Arremon	aurantiiostris	<i>Arremon aurantiiostris</i>	1	157	11	68				LC	FALSE
Mammalia	Carnivora	Canidae	Canis	familiaris	<i>Canis familiaris</i>	1	52	18	22					TRUE
Aves	Passeriformes	Passerellidae	Arremon	aurantiiostris	<i>Arremon aurantiiostris</i>	2	123	9	34				LC	FALSE
Aves	Passeriformes	Passerellidae	Arremonops	conirostris	<i>Arremonops conirostris</i>	2	3	1	1				LC	FALSE
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	Bubulcus	ibis	<i>Bubulcus ibis</i>	1	725	11	42				LC	FALSE
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	Bubulcus	ibis	<i>Bubulcus ibis</i>	2	17	4	5				LC	FALSE
Aves	Charadriiformes	Burhinidae	Burhinus	bistriatus	<i>Burhinus bistriatus</i>	2	6	1	1			III	LC	FALSE
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	Buteo	platypterus	<i>Buteo platypterus</i>	1	3	1	1			II	LC	FALSE
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	Buteogallus	meridionalis	<i>Buteogallus meridionalis</i>	1	2	1	1			II	LC	FALSE
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	Butorides	striata	<i>Butorides striata</i>	1	296	5	63				LC	FALSE
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	Butorides	striata	<i>Butorides striata</i>	2	37	6	13				LC	FALSE
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	Butorides	virescens	<i>Butorides virescens</i>	2	3	2	2					FALSE



Clase	Orden	Familia	Género	Epíteto específico	Especie	Temporada	Número de Imágenes	Número de Estaciones de Muestreo	Registros Independientes	Categoría_MADS	Endemismo	CITES	Categoría_UICN	Domesticos
Mammalia	Cingulata	Chlamyphoridae	Cabassous	centralis	<i>Cabassous centralis</i>	1	61	12	19			III	DD	FALSE
Mammalia	Cingulata	Chlamyphoridae	Cabassous	centralis	<i>Cabassous centralis</i>	2	34	12	15			III	DD	FALSE
Aves	Passeriformes	Icteridae	Cacicus	cela	<i>Cacicus cela</i>	1	1	1	1				LC	FALSE
Reptilia	Crocodylia	Alligatoridae	Caiman	crocodilus	<i>Caiman crocodilus</i>	2	225	8	27			I/II	LR/LC	FALSE
Aves	Anseriformes	Anatidae	Cairina	moschata	<i>Cairina moschata</i>	2	193	2	8				LC	FALSE
Mammalia	Didelphimorphia	Didelphidae	Caluromys	lanatus	<i>Caluromys lanatus</i>	1	9	2	3				LC	FALSE
Aves	Passeriformes	Troglodytidae	Campylorhynchus	griseus	<i>Campylorhynchus griseus</i>	1	15	4	5				LC	FALSE
Aves	Passeriformes	Troglodytidae	Campylorhynchus	griseus	<i>Campylorhynchus griseus</i>	2	226	4	37				LC	FALSE
Aves	Falconiformes	Falconidae	Caracara	cheriway	<i>Caracara cheriway</i>	1	24	2	5				LC	FALSE
Aves	Falconiformes	Falconidae	Caracara	cheriway	<i>Caracara cheriway</i>	2	6	1	1				LC	FALSE
Aves	Cathartiformes	Cathartidae	Cathartes	aura	<i>Cathartes aura</i>	1	3	1	2				LC	FALSE
Aves	Cathartiformes	Cathartidae	Cathartes	aura	<i>Cathartes aura</i>	2	8	1	3				LC	FALSE
Aves	Cathartiformes	Cathartidae	Cathartes	burrovianus	<i>Cathartes burrovianus</i>	1	85	1	1				LC	FALSE
Aves	Cathartiformes	Cathartidae	Cathartes	burrovianus	<i>Cathartes burrovianus</i>	2	27	1	2				LC	FALSE
Aves	Passeriformes	Turdidae	Catharus	minimus	<i>Catharus minimus</i>	1	53	2	20				LC	FALSE
Aves	Passeriformes	Turdidae	Catharus	minimus	<i>Catharus minimus</i>	2	75	3	9				LC	FALSE
Aves	Passeriformes	Turdidae	Catharus	ustulatus	<i>Catharus ustulatus</i>	1	159	11	56					FALSE
Aves	Passeriformes	Turdidae	Catharus	ustulatus	<i>Catharus ustulatus</i>	2	7	3	3					FALSE
Mammalia	Primates	Cebidae	Cebus	versicolor	<i>Cebus versicolor</i>	1	852	14	50				EN	FALSE
Mammalia	Primates	Cebidae	Cebus	versicolor	<i>Cebus versicolor</i>	2	329	16	27				EN	FALSE
Mammalia	Carnivora	Canidae	Cerdocyon	thous	<i>Cerdocyon thous</i>	1	193	19	64			II	LC	FALSE
Mammalia	Perissodactyla	Equidae	Equus	caballus	<i>Equus caballus</i>	1	125	3	11					TRUE
Mammalia	Perissodactyla	Equidae	Equus	mulus	<i>Equus mulus</i>	1	14	2	4					TRUE
Mammalia	Carnivora	Canidae	Cerdocyon	thous	<i>Cerdocyon thous</i>	2	128	20	31			II	LC	FALSE
Aves	Passeriformes	Furnariidae	Certhiaxis	cinnamomeus	<i>Certhiaxis cinnamomeus</i>	1	9	1	1				LC	FALSE
Aves	Passeriformes	Furnariidae	Certhiaxis	cinnamomeus	<i>Certhiaxis cinnamomeus</i>	2	21	3	4				LC	FALSE
Aves	Anseriformes	Anhimidae	Chauna	chavaria	<i>Chauna chavaria</i>	1	21	3	5	VU			NT	FALSE
Aves	Coraciiformes	Alcedinidae	Chloroceryle	amazona	<i>Chloroceryle amazona</i>	1	4	2	2				LC	FALSE
Aves	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	Chordeiles	acutipennis	<i>Chordeiles acutipennis</i>	2	40	3	8				LC	FALSE

Clase	Orden	Familia	Género	Epíteto específico	Especie	Temporada	Número de Imágenes	Número de Estaciones de Muestreo	Registros Independientes	Categoría_MADS	Endemismo	CITES	Categoría_UICN	Domesticos
Aves	Passeriformes	Icteridae	Chrysomus	icterocephalus	<i>Chrysomus icterocephalus</i>	1	30	2	11				LC	FALSE
Aves	Galliformes	Phasianidae	Gallus	gallus domesticus	<i>Gallus gallus domesticus</i>	1	35	1	4					TRUE
Aves	Cuculiformes	Cuculidae	Coccyua	minuta	<i>Coccyua minuta</i>	2	3	1	1				LC	FALSE
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	Cochlearius	cochlearius	<i>Cochlearius cochlearius</i>	1	51	7	12				LC	FALSE
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	Cochlearius	cochlearius	<i>Cochlearius cochlearius</i>	2	151	4	25				LC	FALSE
Aves	Piciformes	Picidae	Colaptes	punctigula	<i>Colaptes punctigula</i>	1	31	6	6				LC	FALSE
Aves	Piciformes	Picidae	Colaptes	punctigula	<i>Colaptes punctigula</i>	2	6	2	2				LC	FALSE
Mammalia	Primates	Hominidae	Homo	sapiens	<i>Homo sapiens</i>	1	377	72	88				LC	TRUE
Aves	Galliformes	Odontophoridae	Colinus	cristatus	<i>Colinus cristatus</i>	1	5	1	1				LC	FALSE
Aves	Galliformes	Odontophoridae	Colinus	cristatus	<i>Colinus cristatus</i>	2	2	1	1				LC	FALSE
Aves	Columbiformes	Columbidae	Columbina	talpacoti	<i>Columbina talpacoti</i>	1	5	2	2				LC	FALSE
Aves	Columbiformes	Columbidae	Columbina	talpacoti	<i>Columbina talpacoti</i>	2	316	3	11				LC	FALSE
Mammalia	Carnivora	Mephitidae	Conepatus	semistriatus	<i>Conepatus semistriatus</i>	1	20	3	5				LC	FALSE
Mammalia	Carnivora	Mephitidae	Conepatus	semistriatus	<i>Conepatus semistriatus</i>	2	6	2	2				LC	FALSE
Aves	Cathartiformes	Cathartidae	Coragyps	atratus	<i>Coragyps atratus</i>	1	3	1	1				LC	FALSE
Aves	Cathartiformes	Cathartidae	Coragyps	atratus	<i>Coragyps atratus</i>	2	84	2	6				LC	FALSE
Aves	Cuculiformes	Cuculidae	Crotophaga	ani	<i>Crotophaga ani</i>	1	180	10	46				LC	FALSE
Aves	Cuculiformes	Cuculidae	Crotophaga	ani	<i>Crotophaga ani</i>	2	25	2	3				LC	FALSE
Aves	Cuculiformes	Cuculidae	Crotophaga	major	<i>Crotophaga major</i>	1	302	17	59				LC	FALSE
Aves	Cuculiformes	Cuculidae	Crotophaga	major	<i>Crotophaga major</i>	2	121	20	31				LC	FALSE
Aves	Struthioniformes	Tinamidae	Crypturellus	soui	<i>Crypturellus soui</i>	1	1354	54	410				LC	FALSE
Aves	Struthioniformes	Tinamidae	Crypturellus	soui	<i>Crypturellus soui</i>	2	1067	51	291				LC	FALSE
Mammalia	Rodentia	Cuniculidae	Cuniculus	paca	<i>Cuniculus paca</i>	1	2927	67	646			III	LC	FALSE
Mammalia	Rodentia	Cuniculidae	Cuniculus	paca	<i>Cuniculus paca</i>	2	1821	64	516			III	LC	FALSE
Aves	Passeriformes	Corvidae	Cyanocorax	affinis	<i>Cyanocorax affinis</i>	1	34	6	9				LC	FALSE
Aves	Passeriformes	Corvidae	Cyanocorax	affinis	<i>Cyanocorax affinis</i>	2	9	2	2				LC	FALSE
Mammalia	Rodentia	Dasyproctidae	Dasyprocta	punctata	<i>Dasyprocta punctata</i>	1	1940	54	562			III	LC	FALSE
Mammalia	Rodentia	Dasyproctidae	Dasyprocta	punctata	<i>Dasyprocta punctata</i>	2	2965	65	617			III	LC	FALSE

Clase	Orden	Familia	Género	Epíteto específico	Especie	Temporada	Número de Imágenes	Número de Estaciones de Muestreo	Registros Independientes	Categoría_MADS	Endemismo	CITES	Categoría_UICN	Domesticos
Mammalia	Cingulata	Dasypodidae	Dasyus	novemcinctus	<i>Dasyus novemcinctus</i>	1	1566	55	321				LC	FALSE
Mammalia	Cingulata	Dasypodidae	Dasyus	novemcinctus	<i>Dasyus novemcinctus</i>	2	1056	58	246				LC	FALSE
Aves	Passeriformes	Furnariidae	Dendrocicla	fuliginosa	<i>Dendrocicla fuliginosa</i>	1	3	1	1				LC	FALSE
Aves	Anseriformes	Anatidae	Dendrocygna	autumnalis	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	2	591	2	14			III	LC	FALSE
Aves	Passeriformes	Furnariidae	Dendroplex	picus	<i>Dendroplex picus</i>	1	4	2	2				LC	FALSE
Aves	Passeriformes	Furnariidae	Dendroplex	picus	<i>Dendroplex picus</i>	2	15	3	6				LC	FALSE
Mammalia	Chiroptera	Phyllostomidae	Desmodus	rotundus	<i>Desmodus rotundus</i>	2	49	1	1				LC	FALSE
Mammalia	Didelphimorphia	Didelphidae	Didelphis	marsupialis	<i>Didelphis marsupialis</i>	1	836	46	270				LC	FALSE
Mammalia	Didelphimorphia	Didelphidae	Didelphis	marsupialis	<i>Didelphis marsupialis</i>	2	1968	60	512				LC	FALSE
Aves	Piciformes	Picidae	Dryocopus	lineatus	<i>Dryocopus lineatus</i>	1	3	1	1					FALSE
Aves	Piciformes	Picidae	Dryocopus	lineatus	<i>Dryocopus lineatus</i>	2	9	1	1					FALSE
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	Egretta	caerulea	<i>Egretta caerulea</i>	1	6	1	1				LC	FALSE
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	Egretta	caerulea	<i>Egretta caerulea</i>	2	10	2	3				LC	FALSE
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	Egretta	thula	<i>Egretta thula</i>	1	164	6	22				LC	FALSE
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	Egretta	thula	<i>Egretta thula</i>	2	30	3	6				LC	FALSE
Mammalia	Carnivora	Mustelidae	Eira	barbara	<i>Eira barbara</i>	1	197	44	88			III	LC	FALSE
Mammalia	Carnivora	Mustelidae	Eira	barbara	<i>Eira barbara</i>	2	153	33	52			III	LC	FALSE
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Empidonax		<i>Empidonax</i>	1	3	1	1					FALSE
Aves	Passeriformes	Thraupidae	Eucometis	penicillata	<i>Eucometis penicillata</i>	1	8	1	4				LC	FALSE
Aves	Pelecaniformes	Threskiornithidae	Eudocimus	albus	<i>Eudocimus albus</i>	1	8	1	1				LC	FALSE
Aves	Caprimulgiformes	Trochilidae	Florisuga	mellivora	<i>Florisuga mellivora</i>	1	4	1	4			II	LC	FALSE
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Fluvicola	pica	<i>Fluvicola pica</i>	1	80	4	22				LC	FALSE
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Fluvicola	pica	<i>Fluvicola pica</i>	2	1	1	1				LC	FALSE
Aves	Passeriformes	Formicariidae	Formicarius	analís	<i>Formicarius analís</i>	1	51	6	23				LC	FALSE
Aves	Passeriformes	Formicariidae	Formicarius	analís	<i>Formicarius analís</i>	2	55	3	12				LC	FALSE
Aves	Passeriformes	Furnariidae	Furnarius	leucopus	<i>Furnarius leucopus</i>	1	120	5	27					FALSE
Aves	Passeriformes	Furnariidae	Furnarius	leucopus	<i>Furnarius leucopus</i>	2	122	8	38					FALSE
Mammalia	Carnivora	Mustelidae	Galictis	vittata	<i>Galictis vittata</i>	1	10	4	5			III	LC	FALSE
Mammalia	Carnivora	Mustelidae	Galictis	vittata	<i>Galictis vittata</i>	2	9	3	3			III	LC	FALSE

Clase	Orden	Familia	Género	Epíteto específico	Especie	Temporada	Número de Imágenes	Número de Estaciones de Muestreo	Registros Independientes	Categoría_MADS	Endemismo	CITES	Categoría_UICN	Domesticos
Aves	Columbiformes	Columbidae	Geotrygon	montana	<i>Geotrygon montana</i>	1	96	8	35				LC	FALSE
Aves	Columbiformes	Columbidae	Geotrygon	montana	<i>Geotrygon montana</i>	2	159	13	42				LC	FALSE
Aves	Passeriformes	Thamnophilidae	Gymnocichla	nudiceps	<i>Gymnocichla nudiceps</i>	1	12	5	6				LC	FALSE
Aves	Passeriformes	Thamnophilidae	Gymnocichla	nudiceps	<i>Gymnocichla nudiceps</i>	2	9	2	2				LC	FALSE
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	Habia	gutturalis	<i>Habia gutturalis</i>	1	2	1	1		Endemica		NT	FALSE
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	Habia	gutturalis	<i>Habia gutturalis</i>	2	12	2	2		Endemica		NT	FALSE
Aves	Passeriformes	Troglodytidae	Henicorhina	leucosticta	<i>Henicorhina leucosticta</i>	1	5	2	3				LC	FALSE
Mammalia	Carnivora	Felidae	Herpailurus	yagouaroundi	<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	1	39	7	16				LC	FALSE
Mammalia	Carnivora	Felidae	Herpailurus	yagouaroundi	<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	2	38	10	13				LC	FALSE
Mammalia	Rodentia	Caviidae	Hydrochoerus	hydrochaeris	<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	1	1513	11	208				LC	FALSE
Mammalia	Rodentia	Caviidae	Hydrochoerus	hydrochaeris	<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	2	2660	9	161				LC	FALSE
Aves	Passeriformes	Icteridae	Icterus	chrysater	<i>Icterus chrysater</i>	1	3	1	1				LC	FALSE
Aves	Passeriformes	Icteridae	Icterus	nigrogularis	<i>Icterus nigrogularis</i>	2	3	1	1				LC	FALSE
Reptilia	Squamata	Iguanidae	Iguana	iguana	<i>Iguana iguana</i>	1	407	13	88			II	LC	FALSE
Reptilia	Squamata	Iguanidae	Iguana	iguana	<i>Iguana iguana</i>	2	268	11	70			II	LC	FALSE
Aves	Charadriiformes	Jacanidae	Jacana	jacana	<i>Jacana jacana</i>	1	19	2	8				LC	FALSE
Aves	Charadriiformes	Jacanidae	Jacana	jacana	<i>Jacana jacana</i>	2	41	2	13				LC	FALSE
Aves	Gruiformes	Rallidae	Laterallus	albigularis	<i>Laterallus albigularis</i>	2	11	2	5				LC	FALSE
Mammalia	Carnivora	Felidae	Leopardus	pardalis	<i>Leopardus pardalis</i>	1	68	22	24			I	LC	FALSE
Mammalia	Carnivora	Felidae	Leopardus	pardalis	<i>Leopardus pardalis</i>	2	183	25	40			I	LC	FALSE
Mammalia	Carnivora	Felidae	Leopardus	wiedii	<i>Leopardus wiedii</i>	1	3	1	1			I	NT	FALSE
Mammalia	Artiodactyla	Bovidae	Bos	taurus	<i>Bos taurus</i>	2	2719	14	56					TRUE
Mammalia	Carnivora	Felidae	Leopardus	wiedii	<i>Leopardus wiedii</i>	2	15	1	1			I	NT	FALSE
Aves	Columbiformes	Columbidae	Leptotila	cassinii	<i>Leptotila cassinii</i>	1	4	1	3				LC	FALSE
Aves	Columbiformes	Columbidae	Leptotila	cassinii	<i>Leptotila cassinii</i>	2	227	8	52				LC	FALSE
Aves	Columbiformes	Columbidae	Leptotila	verreauxi	<i>Leptotila verreauxi</i>	1	2398	54	432				LC	FALSE
Aves	Columbiformes	Columbidae	Leptotila	verreauxi	<i>Leptotila verreauxi</i>	2	4336	72	891				LC	FALSE
Mammalia	Carnivora	Mustelidae	Lontra	longicaudis	<i>Lontra longicaudis</i>	1	17	2	5	VU		I	NT	FALSE

Clase	Orden	Familia	Género	Epíteto específico	Especie	Temporada	Número de Imágenes	Número de Estaciones de Muestreo	Registros Independientes	Categoría_MADS	Endemismo	CITES	Categoría_UICN	Domesticos
Mammalia	Carnivora	Mustelidae	Lontra	longicaudis	<i>Lontra longicaudis</i>	2	2	1	1	VU		I	NT	FALSE
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Machetornis	rixosa	<i>Machetornis rixosa</i>	1	3	1	1				LC	FALSE
Mammalia	Didelphimorphia	Didelphidae	Marmosa		<i>Marmosa</i>	1	41	6	12					FALSE
Mammalia	Carnivora	Canidae	Canis	familiaris	<i>Canis familiaris</i>	2	114	14	18					TRUE
Mammalia	Cetartiodactyla	Cervidae	Mazama	americana	<i>Mazama americana</i>	1	45	1	7				DD	FALSE
Mammalia	Cetartiodactyla	Cervidae	Mazama	americana	<i>Mazama americana</i>	2	6	2	2				DD	FALSE
Aves	Coraciiformes	Alcedinidae	Megaceryle	torquata	<i>Megaceryle torquata</i>	1	3	1	1				LC	FALSE
Aves	Coraciiformes	Alcedinidae	Megaceryle	torquata	<i>Megaceryle torquata</i>	2	4	1	4				LC	FALSE
Aves	Pelecaniformes	Threskiornithidae	Mesembrinibis	cayennensis	<i>Mesembrinibis cayennensis</i>	1	116	3	8				LC	FALSE
Aves	Pelecaniformes	Threskiornithidae	Mesembrinibis	cayennensis	<i>Mesembrinibis cayennensis</i>	2	65	4	11				LC	FALSE
Mammalia	Didelphimorphia	Didelphidae	Metachirus	nudicaudatus	<i>Metachirus nudicaudatus</i>	1	272	26	90				LC	FALSE
Mammalia	Didelphimorphia	Didelphidae	Metachirus	nudicaudatus	<i>Metachirus nudicaudatus</i>	2	448	25	137				LC	FALSE
Mammalia	Rodentia	Sciuridae	Microsciurus	santanderensis	<i>Microsciurus santanderensis</i>	1	3	1	1		Endemica		DD	FALSE
Mammalia	Rodentia	Sciuridae	Microsciurus	santanderensis	<i>Microsciurus santanderensis</i>	2	3	1	1		Endemica		DD	FALSE
Aves	Falconiformes	Falconidae	Milvago	chimachima	<i>Milvago chimachima</i>	1	22	4	6			II	LC	FALSE
Aves	Falconiformes	Falconidae	Milvago	chimachima	<i>Milvago chimachima</i>	2	39	5	13			II	LC	FALSE
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Mionectes	oleagineus	<i>Mionectes oleagineus</i>	2	1	1	1				LC	FALSE
Aves	Passeriformes	Icteridae	Molothrus	bonariensis	<i>Molothrus bonariensis</i>	2	3	1	1				LC	FALSE
Aves	Coraciiformes	Momotidae	Momotus	subrufescens	<i>Momotus subrufescens</i>	1	83	9	23				LC	FALSE
Aves	Coraciiformes	Momotidae	Momotus	subrufescens	<i>Momotus subrufescens</i>	2	169	13	32				LC	FALSE
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	Morphnarchus	princeps	<i>Morphnarchus princeps</i>	2	3	1	1				LC	FALSE
Aves	Ciconiiformes	Ciconiidae	Mycteria	americana	<i>Mycteria americana</i>	1	134	6	12				LC	FALSE
Aves	Ciconiiformes	Ciconiidae	Mycteria	americana	<i>Mycteria americana</i>	2	282	4	21				LC	FALSE
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Myiozetetes	cayanensis	<i>Myiozetetes cayanensis</i>	1	4	2	2				LC	FALSE

Clase	Orden	Familia	Género	Epíteto específico	Especie	Temporada	Número de Imágenes	Número de Estaciones de Muestreo	Registros Independientes	Categoría_MADS	Endemismo	CITES	Categoría_UICN	Domesticos
Mammalia	Pilosa	Myrmecophagidae	Myrmecophaga	tridactyla	<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	2	3	1	1			II	VU	FALSE
Mammalia	Carnivora	Procyonidae	Nasua	nasua	<i>Nasua nasua</i>	2	8	1	1			III/NC	LC	FALSE
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	Nycticorax	nycticorax	<i>Nycticorax nycticorax</i>	1	39	4	10				LC	FALSE
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	Nycticorax	nycticorax	<i>Nycticorax nycticorax</i>	2	266	7	52				LC	FALSE
Aves	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	Nyctidromus	albicollis	<i>Nyctidromus albicollis</i>	1	415	14	63				LC	FALSE
Aves	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	Nyctidromus	albicollis	<i>Nyctidromus albicollis</i>	2	1200	26	204				LC	FALSE
Aves	Galliformes	Odontophoridae	Odontophorus	gujanensis	<i>Odontophorus gujanensis</i>	1	47	6	21				NT	FALSE
Aves	Galliformes	Odontophoridae	Odontophorus	gujanensis	<i>Odontophorus gujanensis</i>	2	156	16	34				NT	FALSE
Aves	Galliformes	Cracidae	Ortalis	columbiana	<i>Ortalis columbiana</i>	1	338	32	70		Endemica		LC	FALSE
Aves	Galliformes	Cracidae	Ortalis	columbiana	<i>Ortalis columbiana</i>	2	753	30	69		Endemica		LC	FALSE
Aves	Galliformes	Cracidae	Ortalis	garrula	<i>Ortalis garrula</i>	1	27	1	5		Endemica		LC	FALSE
Aves	Galliformes	Cracidae	Ortalis	garrula	<i>Ortalis garrula</i>	2	39	3	8		Endemica		LC	FALSE
Mammalia	Perissodactyla	Equidae	Equus	caballus	<i>Equus caballus</i>	2	1382	5	157					TRUE
Mammalia	Carnivora	Felidae	Felis	catus	<i>Felis catus</i>	2	9	2	2					TRUE
Mammalia	Artiodactyla	Bovidae	Ovis	aries	<i>Ovis aries</i>	2	38	3	11					TRUE
Reptilia	Crocodylia	Alligatoridae	Paleosuchus		<i>Paleosuchus</i>	1	13	2	5					FALSE
Mammalia	Carnivora	Felidae	Panthera	onca	<i>Panthera onca</i>	2	6	2	2			I	NT	FALSE
Aves	Passeriformes	Parulidae	Parkesia	noveboracensis	<i>Parkesia noveboracensis</i>	1	2	1	1				LC	FALSE
Aves	Galliformes	Phasianidae	Gallus	gallus domesticus	<i>Gallus gallus domesticus</i>	2	814	3	55					TRUE
Aves	Passeriformes	Parulidae	Parkesia	noveboracensis	<i>Parkesia noveboracensis</i>	2	13	3	5				LC	FALSE
Aves	Columbiformes	Columbidae	Patagioenas	cayennensis	<i>Patagioenas cayennensis</i>	1	107	4	11				LC	FALSE
Aves	Columbiformes	Columbidae	Patagioenas	cayennensis	<i>Patagioenas cayennensis</i>	2	24	3	3				LC	FALSE
Mammalia	Cetartiodactyla	Tayassuidae	Pecari	tajacu	<i>Pecari tajacu</i>	1	1257	36	135			II	LC	FALSE
Mammalia	Cetartiodactyla	Tayassuidae	Pecari	tajacu	<i>Pecari tajacu</i>	2	1412	40	171			II	LC	FALSE
Aves	Caprimulgiformes	Trochilidae	Phaethornis	anthophilus	<i>Phaethornis anthophilus</i>	1	5	3	4			II	LC	FALSE

Clase	Orden	Familia	Género	Epíteto específico	Especie	Temporada	Número de Imágenes	Número de Estaciones de Muestreo	Registros Independientes	Categoría_MADS	Endemismo	CITES	Categoría_UICN	Domesticos
Aves	Caprimulgiformes	Trochilidae	Phaethornis	anthophilus	<i>Phaethornis anthophilus</i>	2	4	2	4			II	LC	FALSE
Mammalia	Didelphimorphia	Didelphidae	Philander	opossum	<i>Philander opossum</i>	1	15	4	5				LC	FALSE
Aves	Pelecaniformes	Threskiornithidae	Phimosus	infuscatus	<i>Phimosus infuscatus</i>	1	38	1	2				LC	FALSE
Aves	Pelecaniformes	Threskiornithidae	Phimosus	infuscatus	<i>Phimosus infuscatus</i>	2	38	5	10				LC	FALSE
Aves	Cuculiformes	Cuculidae	Piaya	cayana	<i>Piaya cayana</i>	1	3	1	1				LC	FALSE
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Pitangus	sulphuratus	<i>Pitangus sulphuratus</i>	1	77	6	21				LC	FALSE
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Pitangus	sulphuratus	<i>Pitangus sulphuratus</i>	2	27	4	4				LC	FALSE
Aves	Gruiformes	Rallidae	Porphyrio	martinicus	<i>Porphyrio martinicus</i>	1	3	1	1				LC	FALSE
Aves	Gruiformes	Rallidae	Porphyrio	martinicus	<i>Porphyrio martinicus</i>	2	885	3	27				LC	FALSE
Mammalia	Carnivora	Procyonidae	Procyon	cancrivorus	<i>Procyon cancrivorus</i>	1	339	41	122				LC	FALSE
Mammalia	Carnivora	Procyonidae	Procyon	cancrivorus	<i>Procyon cancrivorus</i>	2	263	29	81				LC	FALSE
Mammalia	Rodentia	Echimyidae	Proechimys		<i>Proechimys</i>	1	1018	16	276					FALSE
Mammalia	Rodentia	Echimyidae	Proechimys	chrysaеolus	<i>Proechimys chrysaеolus</i>	1	330	20	57		Endemica		DD	FALSE
Mammalia	Rodentia	Echimyidae	Proechimys	chrysaеolus	<i>Proechimys chrysaеolus</i>	2	2352	42	467		Endemica		DD	FALSE
Aves	Passeriformes	Parulidae	Protonotaria	citrea	<i>Protonotaria citrea</i>	1	6	2	2				LC	FALSE
Aves	Passeriformes	Parulidae	Protonotaria	citrea	<i>Protonotaria citrea</i>	2	15	2	6				LC	FALSE
Aves	Passeriformes	Icteridae	Psarocolius	decumanus	<i>Psarocolius decumanus</i>	1	19	4	5				LC	FALSE
Aves	Passeriformes	Icteridae	Psarocolius	decumanus	<i>Psarocolius decumanus</i>	2	7	4	4				LC	FALSE
Mammalia	Carnivora	Felidae	Puma	concolor	<i>Puma concolor</i>	1	41	5	7			I/II	LC	FALSE
Mammalia	Carnivora	Felidae	Puma	concolor	<i>Puma concolor</i>	2	21	4	6			I/II	LC	FALSE
Aves	Passeriformes	Thraupidae	Ramphocelus	dimidiatus	<i>Ramphocelus dimidiatus</i>	1	5	2	2				LC	FALSE
Aves	Passeriformes	Thraupidae	Ramphocelus	dimidiatus	<i>Ramphocelus dimidiatus</i>	2	12	2	4				LC	FALSE
Aves	Gruiformes	Rallidae	Rufirallus	viridis	<i>Rufirallus viridis</i>	1	6	1	2				LC	FALSE
Aves	Gruiformes	Rallidae	Rufirallus	viridis	<i>Rufirallus viridis</i>	2	10	5	5				LC	FALSE

Clase	Orden	Familia	Género	Epíteto específico	Especie	Temporada	Número de Imágenes	Número de Estaciones de Muestreo	Registros Independientes	Categoría_MADS	Endemismo	CITES	Categoría_UICN	Domesticos
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	Rupornis	magnirostris	<i>Rupornis magnirostris</i>	1	34	11	13				LC	FALSE
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	Rupornis	magnirostris	<i>Rupornis magnirostris</i>	2	27	5	5				LC	FALSE
Aves	Passeriformes	Thamnophilidae	Sakesphorus	canadensis	<i>Sakesphorus canadensis</i>	1	3	1	1				LC	FALSE
Aves	Cathartiformes	Cathartidae	Sarcoramphus	papa	<i>Sarcoramphus papa</i>	2	1	1	1			III	LC	FALSE
Aves	Passeriformes	Tityridae	Schiffornis	stenorhyncha	<i>Schiffornis stenorhyncha</i>	1	4	1	2				LC	FALSE
Mammalia	Rodentia	Sciuridae	Sciurus	granatensis	<i>Sciurus granatensis</i>	1	542	57	170				LC	FALSE
Mammalia	Rodentia	Sciuridae	Sciurus	granatensis	<i>Sciurus granatensis</i>	2	795	42	192				LC	FALSE
Aves	Passeriformes	Parulidae	Setophaga	petechia	<i>Setophaga petechia</i>	1	3	1	1				LC	FALSE
Aves	Passeriformes	Thraupidae	Sicalis	flaveola	<i>Sicalis flaveola</i>	1	25	2	3				LC	FALSE
Aves	Passeriformes	Thraupidae	Tachyphonus	rufus	<i>Tachyphonus rufus</i>	2	1	1	1				LC	FALSE
Mammalia	Pilosa	Myrmecophagidae	Tamandua	mexicana	<i>Tamandua mexicana</i>	1	330	56	112			III	LC	FALSE
Mammalia	Pilosa	Myrmecophagidae	Tamandua	mexicana	<i>Tamandua mexicana</i>	2	402	54	104			III	LC	FALSE
Aves	Passeriformes	Thamnophilidae	Taraba	major	<i>Taraba major</i>	1	6	3	4				LC	FALSE
Aves	Caprimulgiformes	Trochilidae	Thalurania	colombica	<i>Thalurania colombica</i>	1	1	1	1			II	LC	FALSE
Aves	Passeriformes	Thamnophilidae	Thamnophilus	atrinucha	<i>Thamnophilus atrinucha</i>	1	5	2	2				LC	FALSE
Aves	Passeriformes	Thamnophilidae	Thamnophilus	doliatus	<i>Thamnophilus doliatus</i>	1	1	1	1				LC	FALSE
Aves	Passeriformes	Thamnophilidae	Thamnophilus	nigriceps	<i>Thamnophilus nigriceps</i>	2	13	1	4				LC	FALSE
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	Tigrisoma	fasciatum	<i>Tigrisoma fasciatum</i>	2	17	1	1				LC	FALSE
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	Tigrisoma	lineatum	<i>Tigrisoma lineatum</i>	1	169	9	19				LC	FALSE
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	Tigrisoma	lineatum	<i>Tigrisoma lineatum</i>	2	112	12	25				LC	FALSE
Aves	Struthioniformes	Tinamidae	Tinamus	major	<i>Tinamus major</i>	1	57	5	15				NT	FALSE
Aves	Struthioniformes	Tinamidae	Tinamus	major	<i>Tinamus major</i>	2	419	16	72				NT	FALSE
Mammalia	Artiodactyla	Suidae	Sus	scrofa scrofa	<i>Sus scrofa scrofa</i>	2	36	1	5					TRUE
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Todirostrum	cinereum	<i>Todirostrum cinereum</i>	1	6	1	2				LC	FALSE
Reptilia	Squamata	Teiidae	Tupinambis		<i>Tupinambis</i>	1	73	5	24					FALSE
Reptilia	Squamata	Teiidae	Tupinambis		<i>Tupinambis</i>	2	451	11	125					FALSE
Aves	Passeriformes	Turdidae	Turdus	leucomelas	<i>Turdus leucomelas</i>	1	30	3	4				LC	FALSE



Clase	Orden	Familia	Género	Epíteto específico	Especie	Temporada	Número de Imágenes	Número de Estaciones de Muestreo	Registros Independientes	Categoría_MADS	Endemismo	CITES	Categoría_UICN	Domesticos
Aves	Passeriformes	Turdidae	Turdus	leucomelas	<i>Turdus leucomelas</i>	2	12	2	3				LC	FALSE
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Tyrannus	melancholicus	<i>Tyrannus melancholicus</i>	1	1	1	1				LC	FALSE
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Tyrannus	savana	<i>Tyrannus savana</i>	1	3	1	1				LC	FALSE
Aves	Charadriiformes	Charadriidae	Vanellus	chilensis	<i>Vanellus chilensis</i>	1	2	1	1				LC	FALSE
Aves	Charadriiformes	Charadriidae	Vanellus	chilensis	<i>Vanellus chilensis</i>	2	5	3	3				LC	FALSE
Aves	Columbiformes	Columbidae	Zentrygon	linearis	<i>Zentrygon linearis</i>	2	3	1	1				LC	FALSE

## Listado de Especies PC

Especie	Temporada	Número de Imágenes	Número de Estaciones de Muestreo	Clase	Orden	Familia	Género	Epíteto específico	Registros Independientes	Domesticos	Categoría_MADS	Endemismo	CITES	Categoría_UICN
<i>Amazilia fimbriata</i>	1	1	1	Aves	Caprimulgiformes	Trochilidae	Amazilia	fimbriata	1	FALSE			II	LC
<i>Amazilia versicolor</i>	2	6	4	Aves	Caprimulgiformes	Trochilidae	Amazilia	versicolor	5	FALSE			II	LC
<i>Ameiva ameiva</i>	1	11	1	Reptilia	Squamata	Teiidae	Ameiva	ameiva	4	FALSE				
<i>Aramides cajaneus</i>	1	1048	51	Aves	Gruiformes	Rallidae	Aramides	cajaneus	280	FALSE				LC
<i>Aramides cajaneus</i>	2	1641	33	Aves	Gruiformes	Rallidae	Aramides	cajaneus	330	FALSE				LC
<i>Ardea alba</i>	2	21	2	Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	Ardea	alba	7	FALSE				LC
<i>Arremon brunneinucha</i>	1	80	6	Aves	Passeriformes	Passerellidae	Arremon	brunneinucha	22	FALSE				LC
<i>Arremon brunneinucha</i>	2	72	3	Aves	Passeriformes	Passerellidae	Arremon	brunneinucha	28	FALSE				LC
<i>Arremon taciturnus</i>	1	66	17	Aves	Passeriformes	Passerellidae	Arremon	taciturnus	29	FALSE				LC
<i>Arremon taciturnus</i>	2	235	24	Aves	Passeriformes	Passerellidae	Arremon	taciturnus	76	FALSE				LC
<i>Atlapetes semirufus</i>	1	1	1	Aves	Passeriformes	Passerellidae	Atlapetes	semirufus	1	FALSE				LC
<i>Automolus rufipileatus</i>	2	4	1	Aves	Passeriformes	Furnariidae	Automolus	rufipileatus	1	FALSE				LC

Especie	Temporada	Número de Imágenes	Número de Estaciones de Muestreo	Clase	Orden	Familia	Género	Epíteto específico	Registros Independientes	Domesticos	Categoría_MADS	Endemismo	CITES	Categoría_UICN
<i>Bos taurus</i>	1	2717	27	Mammalia	Artiodactyla	Bovidae	Bos	taurus	207	TRUE				
<i>Bos taurus</i>	2	3515	22	Mammalia	Artiodactyla	Bovidae	Bos	taurus	227	TRUE				
<i>Bubulcus ibis</i>	1	18	3	Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	Bubulcus	ibis	4	FALSE				LC
<i>Bubulcus ibis</i>	2	180	4	Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	Bubulcus	ibis	17	FALSE				LC
<i>Buteogallus schistaceus</i>	1	3	1	Aves	Accipitriformes	Accipitridae	Buteogallus	schistaceus	1	FALSE				LC
<i>Cabassous unicinctus</i>	2	3	1	Mammalia	Cingulata	Chlamyphoridae	Cabassous	unicinctus	1	FALSE				LC
<i>Cacicus cela</i>	1	4	2	Aves	Passeriformes	Icteridae	Cacicus	cela	2	FALSE				LC
<i>Cacicus uropygialis</i>	2	17	3	Aves	Passeriformes	Icteridae	Cacicus	uropygialis	5	FALSE				LC
<i>Caluromys lanatus</i>	1	14	2	Mammalia	Didelphimorphia	Didelphidae	Caluromys	lanatus	3	FALSE				LC
<i>Campylorhynchus griseus</i>	2	4	2	Aves	Passeriformes	Troglodytidae	Campylorhynchus	griseus	2	FALSE				LC
<i>Canis familiaris</i>	1	502	51	Mammalia	Carnivora	Canidae	Canis	familiaris	192	TRUE				
<i>Canis familiaris</i>	2	587	41	Mammalia	Carnivora	Canidae	Canis	familiaris	193	TRUE				
<i>Cantorchilus leucotis</i>	1	3	2	Aves	Passeriformes	Troglodytidae	Cantorchilus	leucotis	2	FALSE				LC
<i>Cantorchilus leucotis</i>	2	24	2	Aves	Passeriformes	Troglodytidae	Cantorchilus	leucotis	8	FALSE				LC
<i>Cardellina canadensis</i>	2	3	1	Aves	Passeriformes	Parulidae	Cardellina	canadensis	1	FALSE				LC
<i>Cathartes aura</i>	2	58	3	Aves	Cathartiformes	Cathartidae	Cathartes	aura	8	FALSE				LC
<i>Cathartes burrovianus</i>	2	6	2	Aves	Cathartiformes	Cathartidae	Cathartes	burrovianus	2	FALSE				LC
<i>Catharus aurantiirostris</i>	1	12	2	Aves	Passeriformes	Turdidae	Catharus	aurantiirostris	5	FALSE				LC
<i>Catharus aurantiirostris</i>	2	86	1	Aves	Passeriformes	Turdidae	Catharus	aurantiirostris	31	FALSE				LC
<i>Catharus dryas</i>	1	35	4	Aves	Passeriformes	Turdidae	Catharus	dryas	18	FALSE				LC
<i>Catharus dryas</i>	2	273	5	Aves	Passeriformes	Turdidae	Catharus	dryas	79	FALSE				LC
<i>Catharus fuscescens</i>	2	148	7	Aves	Passeriformes	Turdidae	Catharus	fuscescens	53	FALSE				LC
<i>Catharus minimus</i>	1	7	2	Aves	Passeriformes	Turdidae	Catharus	minimus	2	FALSE				LC
<i>Catharus minimus</i>	2	32	6	Aves	Passeriformes	Turdidae	Catharus	minimus	8	FALSE				LC
<i>Catharus ustulatus</i>	1	485	17	Aves	Passeriformes	Turdidae	Catharus	ustulatus	187	FALSE				
<i>Catharus ustulatus</i>	2	43	8	Aves	Passeriformes	Turdidae	Catharus	ustulatus	14	FALSE				
<i>Ceratopipra erythrocephala</i>	1	5	1	Aves	Passeriformes	Pipridae	Ceratopipra	erythrocephala	3	FALSE				LC

Especie	Temporada	Número de Imágenes	Número de Estaciones de Muestreo	Clase	Orden	Familia	Género	Epíteto específico	Registros Independientes	Domesticos	Categoría_MADS	Endemismo	CITES	Categoría_UICN
<i>Cercomacroides tyrannina</i>	2	3	1	Aves	Passeriformes	Thamnophilidae	Cercomacroides	tyrannina	1	FALSE				LC
<i>Cerdocyon thous</i>	1	289	22	Mammalia	Carnivora	Canidae	Cerdocyon	thous	82	FALSE			II	LC
<i>Cerdocyon thous</i>	2	521	21	Mammalia	Carnivora	Canidae	Cerdocyon	thous	112	FALSE			II	LC
<i>Chamaepetes goudotii</i>	1	3	1	Aves	Galliformes	Cracidae	Chamaepetes	goudotii	1	FALSE				LC
<i>Chamaeza campanisona</i>	1	61	4	Aves	Passeriformes	Formicariidae	Chamaeza	campanisona	26	FALSE				LC
<i>Chamaeza campanisona</i>	2	17	2	Aves	Passeriformes	Formicariidae	Chamaeza	campanisona	7	FALSE				LC
<i>Chamaeza turdina</i>	1	10	2	Aves	Passeriformes	Formicariidae	Chamaeza	turdina	8	FALSE				LC
<i>Chelonoidis</i>	1	9	3	Reptilia	Testudines	Testudinidae	Chelonoidis		3	FALSE				
<i>Chelonoidis</i>	2	124	3	Reptilia	Testudines	Testudinidae	Chelonoidis		20	FALSE				
<i>Claravis pretiosa</i>	2	46	2	Aves	Columbiformes	Columbidae	Claravis	pretiosa	7	FALSE				LC
<i>Coendou prehensilis</i>	1	41	7	Mammalia	Rodentia	Erethizontidae	Coendou	prehensilis	12	FALSE				LC
<i>Coendou prehensilis</i>	2	55	9	Mammalia	Rodentia	Erethizontidae	Coendou	prehensilis	19	FALSE				LC
<i>Coereba flaveola</i>	1	1	1	Aves	Passeriformes	Thraupidae	Coereba	flaveola	1	FALSE				LC
<i>Colinus cristatus</i>	2	3	1	Aves	Galliformes	Odontophoridae	Colinus	cristatus	1	FALSE				LC
<i>Columbina talpacoti</i>	2	3	1	Aves	Columbiformes	Columbidae	Columbina	talpacoti	1	FALSE				LC
<i>Conirostrum albifrons</i>	2	15	3	Aves	Passeriformes	Thraupidae	Conirostrum	albifrons	7	FALSE				LC
<i>Coragyps atratus</i>	2	432	2	Aves	Cathartiformes	Cathartidae	Coragyps	atratus	8	FALSE				LC
<i>Crotophaga ani</i>	1	1	1	Aves	Cuculiformes	Cuculidae	Crotophaga	ani	1	FALSE				LC
<i>Crotophaga major</i>	1	107	6	Aves	Cuculiformes	Cuculidae	Crotophaga	major	11	FALSE				LC
<i>Crotophaga major</i>	2	26	5	Aves	Cuculiformes	Cuculidae	Crotophaga	major	5	FALSE				LC
<i>Crypturellus cinereus</i>	1	177	17	Aves	Struthioniformes	Tinamidae	Crypturellus	cinereus	61	FALSE				LC
<i>Crypturellus cinereus</i>	2	74	6	Aves	Struthioniformes	Tinamidae	Crypturellus	cinereus	15	FALSE				LC
<i>Crypturellus soui</i>	1	489	31	Aves	Struthioniformes	Tinamidae	Crypturellus	soui	127	FALSE				LC
<i>Crypturellus soui</i>	2	529	34	Aves	Struthioniformes	Tinamidae	Crypturellus	soui	148	FALSE				LC
<i>Cuniculus paca</i>	1	1582	66	Mammalia	Rodentia	Cuniculidae	Cuniculus	paca	395	FALSE			III	LC
<i>Cuniculus paca</i>	2	1223	46	Mammalia	Rodentia	Cuniculidae	Cuniculus	paca	287	FALSE			III	LC
<i>Cyanocorax violaceus</i>	1	95	19	Aves	Passeriformes	Corvidae	Cyanocorax	violaceus	25	FALSE				LC
<i>Cyanocorax violaceus</i>	2	39	11	Aves	Passeriformes	Corvidae	Cyanocorax	violaceus	13	FALSE				LC
<i>Cyanocorax yncas</i>	1	12	1	Aves	Passeriformes	Corvidae	Cyanocorax	yncas	3	FALSE				LC
<i>Dasyprocta fuliginosa</i>	1	751	46	Mammalia	Rodentia	Dasyproctidae	Dasyprocta	fuliginosa	245	FALSE				LC
<i>Dasyprocta fuliginosa</i>	2	1086	34	Mammalia	Rodentia	Dasyproctidae	Dasyprocta	fuliginosa	258	FALSE				LC

Especie	Temporada	Número de Imágenes	Número de Estaciones de Muestreo	Clase	Orden	Familia	Género	Epíteto específico	Registros Independientes	Domesticos	Categoría_MADS	Endemismo	CITES	Categoría_UICN
<i>Dasyopus novemcinctus</i>	1	1694	80	Mammalia	Cingulata	Dasypodidae	Dasyopus	novemcinctus	428	FALSE				LC
<i>Dasyopus novemcinctus</i>	2	1107	67	Mammalia	Cingulata	Dasypodidae	Dasyopus	novemcinctus	254	FALSE				LC
<i>Dasyopus sabanicola</i>	2	6	2	Mammalia	Cingulata	Dasypodidae	Dasyopus	sabanicola	2	FALSE				NT
<i>Dendrocincla fuliginosa</i>	1	5	1	Aves	Passeriformes	Furnariidae	Dendrocincla	fuliginosa	1	FALSE				LC
<i>Dendrocincla fuliginosa</i>	2	1	1	Aves	Passeriformes	Furnariidae	Dendrocincla	fuliginosa	1	FALSE				LC
<i>Dendrocincla tyrannina</i>	2	3	1	Aves	Passeriformes	Furnariidae	Dendrocincla	tyrannina	1	FALSE				LC
<i>Didelphis marsupialis</i>	1	1492	84	Mammalia	Didelphimorphia	Didelphidae	Didelphis	marsupialis	487	FALSE				LC
<i>Didelphis marsupialis</i>	2	1101	73	Mammalia	Didelphimorphia	Didelphidae	Didelphis	marsupialis	318	FALSE				LC
<i>Diglossa cyanea</i>	1	3	1	Aves	Passeriformes	Thraupidae	Diglossa	cyanea	1	FALSE				LC
<i>Dromococcyx pavoninus</i>	1	3	1	Aves	Cuculiformes	Cuculidae	Dromococcyx	pavoninus	1	FALSE				
<i>Eira barbara</i>	1	305	43	Mammalia	Carnivora	Mustelidae	Eira	barbara	125	FALSE			III	LC
<i>Eira barbara</i>	2	273	49	Mammalia	Carnivora	Mustelidae	Eira	barbara	95	FALSE			III	LC
<i>Equus asinus</i>	2	6	1	Mammalia	Perissodactyla	Equidae	Equus	asinus	1	TRUE				
<i>Equus caballus</i>	1	155	3	Mammalia	Perissodactyla	Equidae	Equus	caballus	21	TRUE				
<i>Equus caballus</i>	2	380	6	Mammalia	Perissodactyla	Equidae	Equus	caballus	18	TRUE				
<i>Eurypyga helias</i>	1	24	3	Aves	Eurypygiformes	Eurypygidae	Eurypyga	helias	7	FALSE				LC
<i>Felis catus</i>	1	322	13	Mammalia	Carnivora	Felidae	Felis	catus	96	TRUE				
<i>Felis catus</i>	2	277	7	Mammalia	Carnivora	Felidae	Felis	catus	83	TRUE				
<i>Formicivora grisea</i>	2	3	1	Aves	Passeriformes	Thamnophilidae	Formicivora	grisea	1	FALSE				LC
<i>Galbula ruficauda</i>	2	3	1	Aves	Piciformes	Galbulidae	Galbula	ruficauda	1	FALSE				LC
<i>Galbula tombacea</i>	2	3	1	Aves	Piciformes	Galbulidae	Galbula	tombacea	1	FALSE				LC
<i>Galictis vittata</i>	1	13	6	Mammalia	Carnivora	Mustelidae	Galictis	vittata	6	FALSE			III	LC
<i>Gallus gallus domesticus</i>	1	325	2	Aves	Galliformes	Phasianidae	Gallus	gallus domesticus	71	TRUE				
<i>Gallus gallus domesticus</i>	2	36	1	Aves	Galliformes	Phasianidae	Gallus	gallus domesticus	10	TRUE				
<i>Geothlypis philadelphia</i>	2	3	1	Aves	Passeriformes	Parulidae	Geothlypis	philadelphia	1	FALSE				LC
<i>Grallaria guatemalensis</i>	2	3	1	Aves	Passeriformes	Grallariidae	Grallaria	guatemalensis	1	FALSE				LC
<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	1	26	10	Mammalia	Carnivora	Felidae	Herpailurus	yagouaroundi	10	FALSE				LC

Especie	Temporada	Número de Imágenes	Número de Estaciones de Muestreo	Clase	Orden	Familia	Género	Epíteto específico	Registros Independientes	Domesticos	Categoría_MADS	Endemismo	CITES	Categoría_UICN
<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	2	13	5	Mammalia	Carnivora	Felidae	Herpailurus	yagouaroundi	5	FALSE				LC
<i>Homo sapiens</i>	1	1192	133	Mammalia	Primates	Hominidae	Homo	sapiens	260	TRUE				LC
<i>Homo sapiens</i>	2	1159	109	Mammalia	Primates	Hominidae	Homo	sapiens	223	TRUE				LC
<i>Icterus chrysater</i>	2	3	1	Aves	Passeriformes	Icteridae	Icterus	chrysater	1	FALSE				LC
<i>Iguana iguana</i>	1	4	2	Reptilia	Squamata	Iguanidae	Iguana	iguana	2	FALSE			II	LC
<i>Iguana iguana</i>	2	17	5	Reptilia	Squamata	Iguanidae	Iguana	iguana	7	FALSE			II	LC
<i>Leopardus pardalis</i>	1	147	32	Mammalia	Carnivora	Felidae	Leopardus	pardalis	46	FALSE			I	LC
<i>Leopardus pardalis</i>	2	363	32	Mammalia	Carnivora	Felidae	Leopardus	pardalis	57	FALSE			I	LC
<i>Leopardus wiedii</i>	1	33	8	Mammalia	Carnivora	Felidae	Leopardus	wiedii	8	FALSE			I	NT
<i>Leopardus wiedii</i>	2	9	1	Mammalia	Carnivora	Felidae	Leopardus	wiedii	1	FALSE			I	NT
<i>Leptotila rufaxilla</i>	1	5032	84	Aves	Columbiformes	Columbidae	Leptotila	rufaxilla	1239	FALSE				LC
<i>Leptotila rufaxilla</i>	2	1659	46	Aves	Columbiformes	Columbidae	Leptotila	rufaxilla	315	FALSE				LC
<i>Leptotila verreauxi</i>	1	2718	65	Aves	Columbiformes	Columbidae	Leptotila	verreauxi	585	FALSE				LC
<i>Leptotila verreauxi</i>	2	3037	72	Aves	Columbiformes	Columbidae	Leptotila	verreauxi	570	FALSE				LC
<i>Lontra longicaudis</i>	1	2	1	Mammalia	Carnivora	Mustelidae	Lontra	longicaudis	1	FALSE	VU		I	NT
<i>Machetornis rixosa</i>	2	3	1	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Machetornis	rixosa	1	FALSE				LC
<i>Malacoptila mystacalis</i>	1	5	2	Aves	Piciformes	Bucconidae	Malacoptila	mystacalis	2	FALSE				LC
<i>Manacus manacus</i>	2	3	1	Aves	Passeriformes	Pipridae	Manacus	manacus	1	FALSE				LC
<i>Marmosa</i>	2	253	27	Mammalia	Didelphimorphia	Didelphidae	Marmosa		71	FALSE				
<i>Marmosa robinsoni</i>	1	162	29	Mammalia	Didelphimorphia	Didelphidae	Marmosa	robinsoni	61	FALSE				LC
<i>Mazama americana</i>	1	461	41	Mammalia	Cetartiodactyla	Cervidae	Mazama	americana	117	FALSE				DD
<i>Mazama americana</i>	2	988	37	Mammalia	Cetartiodactyla	Cervidae	Mazama	americana	150	FALSE				DD
<i>Mesembrinibis cayennensis</i>	1	11	2	Aves	Pelecaniformes	Threskiornithidae	Mesembrinibis	cayennensis	3	FALSE				LC
<i>Mesembrinibis cayennensis</i>	2	41	3	Aves	Pelecaniformes	Threskiornithidae	Mesembrinibis	cayennensis	10	FALSE				LC
<i>Metachirus nudicaudatus</i>	1	266	18	Mammalia	Didelphimorphia	Didelphidae	Metachirus	nudicaudatus	90	FALSE				LC
<i>Metachirus nudicaudatus</i>	2	327	8	Mammalia	Didelphimorphia	Didelphidae	Metachirus	nudicaudatus	104	FALSE				LC
<i>Micrastur semitorquatus</i>	1	3	1	Aves	Falconiformes	Falconidae	Micrastur	semitorquatus	1	FALSE			II	LC
<i>Micrastur semitorquatus</i>	2	3	1	Aves	Falconiformes	Falconidae	Micrastur	semitorquatus	1	FALSE			II	LC

Especie	Temporada	Número de Imágenes	Número de Estaciones de Muestreo	Clase	Orden	Familia	Género	Epíteto específico	Registros Independientes	Domesticos	Categoría_MADS	Endemismo	CITES	Categoría_UICN
<i>Milvago chimachima</i>	2	3	1	Aves	Falconiformes	Falconidae	Milvago	chimachima	1	FALSE			II	LC
<i>Mimus gilvus</i>	2	10	1	Aves	Passeriformes	Mimidae	Mimus	gilvus	6	FALSE				LC
<i>Mitu tomentosum</i>	1	36	4	Aves	Galliformes	Cracidae	Mitu	tomentosum	11	FALSE				NT
<i>Mitu tomentosum</i>	2	3	1	Aves	Galliformes	Cracidae	Mitu	tomentosum	1	FALSE				NT
<i>Molothrus bonariensis</i>	2	12	1	Aves	Passeriformes	Icteridae	Molothrus	bonariensis	1	FALSE				LC
<i>Momotus momota</i>	1	600	32	Aves	Coraciiformes	Momotidae	Momotus	momota	131	FALSE				LC
<i>Momotus momota</i>	2	456	28	Aves	Coraciiformes	Momotidae	Momotus	momota	91	FALSE				LC
<i>Myiarchus</i>	2	3	1	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Myiarchus		1	FALSE				
<i>Myioborus miniatus</i>	1	1	1	Aves	Passeriformes	Parulidae	Myioborus	miniatus	1	FALSE				LC
<i>Myiozetetes similis</i>	2	3	1	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Myiozetetes	similis	1	FALSE				LC
<i>Myrmeciza longipes</i>	1	6	3	Aves	Passeriformes	Thamnophilidae	Myrmeciza	longipes	5	FALSE				LC
<i>Myrmeciza longipes</i>	2	17	3	Aves	Passeriformes	Thamnophilidae	Myrmeciza	longipes	6	FALSE				LC
<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	1	338	35	Mammalia	Pilosa	Myrmecophagidae	Myrmecophaga	tridactyla	82	FALSE			II	VU
<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	2	318	31	Mammalia	Pilosa	Myrmecophagidae	Myrmecophaga	tridactyla	57	FALSE			II	VU
<i>Myrmoborus leucophrys</i>	1	16	6	Aves	Passeriformes	Thamnophilidae	Myrmoborus	leucophrys	7	FALSE				LC
<i>Myrmoborus leucophrys</i>	2	6	1	Aves	Passeriformes	Thamnophilidae	Myrmoborus	leucophrys	2	FALSE				LC
<i>Nasua nasua</i>	1	52	10	Mammalia	Carnivora	Procyonidae	Nasua	nasua	14	FALSE			III/NC	LC
<i>Nasua nasua</i>	2	114	9	Mammalia	Carnivora	Procyonidae	Nasua	nasua	14	FALSE			III/NC	LC
<i>Nyctibius</i>	2	1	1	Aves	Caprimulgiformes	Nyctibiidae	Nyctibius		1	FALSE				
<i>Nycticorax nycticorax</i>	1	3	1	Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	Nycticorax	nycticorax	2	FALSE				LC
<i>Nyctidromus albicollis</i>	1	2300	27	Aves	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	Nyctidromus	albicollis	263	FALSE				LC
<i>Nyctidromus albicollis</i>	2	423	10	Aves	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	Nyctidromus	albicollis	73	FALSE				LC
<i>Odocoileus virginianus</i>	1	313	19	Mammalia	Cetartiodactyla	Cervidae	Odocoileus	virginianus	41	FALSE			III/NC	LC
<i>Odocoileus virginianus</i>	2	547	18	Mammalia	Cetartiodactyla	Cervidae	Odocoileus	virginianus	57	FALSE			III/NC	LC
<i>Odontophorus gujanensis</i>	1	3	1	Aves	Galliformes	Odontophoridae	Odontophorus	gujanensis	1	FALSE				NT
<i>Odontophorus gujanensis</i>	2	6	1	Aves	Galliformes	Odontophoridae	Odontophorus	gujanensis	1	FALSE				NT
<i>Odontophorus strophium</i>	1	2	1	Aves	Galliformes	Odontophoridae	Odontophorus	strophium	1	FALSE	EN	Endemica		VU
<i>Odontophorus strophium</i>	2	3	1	Aves	Galliformes	Odontophoridae	Odontophorus	strophium	1	FALSE	EN	Endemica		VU

Especie	Temporada	Número de Imágenes	Número de Estaciones de Muestreo	Clase	Orden	Familia	Género	Epíteto específico	Registros Independientes	Domesticos	Categoría_MADS	Endemismo	CITES	Categoría_UICN
<i>Ortalis ruficauda</i>	1	661	39	Aves	Galliformes	Cracidae	Ortalis	ruficauda	98	FALSE				LC
<i>Ortalis ruficauda</i>	2	642	35	Aves	Galliformes	Cracidae	Ortalis	ruficauda	93	FALSE				LC
<i>Pachyramphus rufus</i>	1	2	1	Aves	Passeriformes	Tityridae	Pachyramphus	rufus	1	FALSE				LC
<i>Panthera onca</i>	2	11	3	Mammalia	Carnivora	Felidae	Panthera	onca	4	FALSE			I	NT
<i>Parkesia noveboracensis</i>	2	40	4	Aves	Passeriformes	Parulidae	Parkesia	noveboracensis	13	FALSE				LC
<i>Patagioenas cayennensis</i>	2	1	1	Aves	Columbiformes	Columbidae	Patagioenas	cayennensis	1	FALSE				LC
<i>Patagioenas speciosa</i>	1	3	1	Aves	Columbiformes	Columbidae	Patagioenas	speciosa	1	FALSE				LC
<i>Patagioenas speciosa</i>	2	15	1	Aves	Columbiformes	Columbidae	Patagioenas	speciosa	4	FALSE				LC
<i>Pecari tajacu</i>	1	422	29	Mammalia	Cetartiodactyla	Tayassuidae	Pecari	tajacu	62	FALSE			II	LC
<i>Pecari tajacu</i>	2	700	26	Mammalia	Cetartiodactyla	Tayassuidae	Pecari	tajacu	71	FALSE			II	LC
<i>Penelope argyrotis</i>	1	3	1	Aves	Galliformes	Cracidae	Penelope	argyrotis	1	FALSE				LC
<i>Penelope jacquacu</i>	1	8	2	Aves	Galliformes	Cracidae	Penelope	jacquacu	2	FALSE				LC
<i>Phacellodomus rufifrons</i>	2	3	1	Aves	Passeriformes	Furnariidae	Phacellodomus	rufifrons	1	FALSE				
<i>Pheugopedius mystacalis</i>	2	3	1	Aves	Passeriformes	Troglodytidae	Pheugopedius	mystacalis	1	FALSE				LC
<i>Pheugopedius rutilus</i>	1	2	1	Aves	Passeriformes	Troglodytidae	Pheugopedius	rutilus	1	FALSE				LC
<i>Phimosus infuscatus</i>	1	11	1	Aves	Pelecaniformes	Threskiornithidae	Phimosus	infuscatus	2	FALSE				LC
<i>Piaya cayana</i>	1	14	2	Aves	Cuculiformes	Cuculidae	Piaya	cayana	3	FALSE				LC
<i>Piaya cayana</i>	2	6	2	Aves	Cuculiformes	Cuculidae	Piaya	cayana	2	FALSE				LC
<i>Pipra filicauda</i>	2	3	1	Aves	Passeriformes	Pipridae	Pipra	filicauda	1	FALSE				LC
<i>Piranga rubra</i>	1	3	1	Aves	Passeriformes	Cardinalidae	Piranga	rubra	1	FALSE				LC
<i>Poecilotriccus sylvia</i>	2	2	1	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Poecilotriccus	sylvia	1	FALSE				LC
<i>Procyon cancrivorus</i>	1	21	5	Mammalia	Carnivora	Procyonidae	Procyon	cancrivorus	7	FALSE				LC
<i>Procyon cancrivorus</i>	2	21	5	Mammalia	Carnivora	Procyonidae	Procyon	cancrivorus	8	FALSE				LC
<i>Proechimys</i>	1	182	5	Mammalia	Rodentia	Echimyidae	Proechimys		35	FALSE				
<i>Proechimys oconnelli</i>	1	71	2	Mammalia	Rodentia	Echimyidae	Proechimys	oconnelli	7	FALSE		Endemica		DD
<i>Psarocolius angustifrons</i>	2	29	6	Aves	Passeriformes	Icteridae	Psarocolius	angustifrons	8	FALSE				LC
<i>Psarocolius decumanus</i>	1	62	13	Aves	Passeriformes	Icteridae	Psarocolius	decumanus	17	FALSE				LC
<i>Psarocolius decumanus</i>	2	13	3	Aves	Passeriformes	Icteridae	Psarocolius	decumanus	3	FALSE				LC

Especie	Temporada	Número de Imágenes	Número de Estaciones de Muestreo	Clase	Orden	Familia	Género	Epíteto específico	Registros Independientes	Domesticos	Categoría_MADS	Endemismo	CITES	Categoría_UICN
<i>Pteroglossus castanotis</i>	1	2	1	Aves	Piciformes	Ramphastidae	Pteroglossus	castanotis	1	FALSE			III	LC
<i>Puma concolor</i>	1	13	4	Mammalia	Carnivora	Felidae	Puma	concolor	5	FALSE			I/II	LC
<i>Puma concolor</i>	2	45	3	Mammalia	Carnivora	Felidae	Puma	concolor	8	FALSE			I/II	LC
<i>Quiscalus lugubris</i>	1	17	2	Aves	Passeriformes	Icteridae	Quiscalus	lugubris	3	FALSE				LC
<i>Ramphocelus dimidiatus</i>	2	3	1	Aves	Passeriformes	Thraupidae	Ramphocelus	dimidiatus	1	FALSE				LC
<i>Rupornis magnirostris</i>	1	38	6	Aves	Accipitriformes	Accipitridae	Rupornis	magnirostris	8	FALSE				LC
<i>Rupornis magnirostris</i>	2	36	9	Aves	Accipitriformes	Accipitridae	Rupornis	magnirostris	10	FALSE				LC
<i>Saimiri sciureus</i>	2	6	1	Mammalia	Primates	Cebidae	Saimiri	sciureus	1	FALSE			II	LC
<i>Sapajus apella</i>	1	71	11	Mammalia	Primates	Cebidae	Sapajus	apella	16	FALSE				
<i>Sapajus apella</i>	2	62	12	Mammalia	Primates	Cebidae	Sapajus	apella	16	FALSE				
<i>Sciurus granatensis</i>	1	192	34	Mammalia	Rodentia	Sciuridae	Sciurus	granatensis	66	FALSE				LC
<i>Sciurus granatensis</i>	2	289	15	Mammalia	Rodentia	Sciuridae	Sciurus	granatensis	30	FALSE				LC
<i>Sciurus igniventris</i>	2	78	8	Mammalia	Rodentia	Sciuridae	Sciurus	igniventris	22	FALSE				LC
<i>Sclerurus mexicanus</i>	2	6	1	Aves	Passeriformes	Furnariidae	Sclerurus	mexicanus	2	FALSE				LC
<i>Spinus psaltria</i>	1	1	1	Aves	Passeriformes	Fringillidae	Spinus	psaltria	1	FALSE				LC
<i>Sus scrofa scrofa</i>	2	3	1	Mammalia	Artiodactyla	Suidae	Sus	scrofa scrofa	1	TRUE				
<i>Synallaxis cinnamomea</i>	2	6	1	Aves	Passeriformes	Furnariidae	Synallaxis	cinnamomea	1	FALSE				LC
<i>Systellura longirostris</i>	2	23	3	Aves	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	Systellura	longirostris	3	FALSE				LC
<i>Tamandua tetradactyla</i>	1	595	77	Mammalia	Pilosa	Myrmecophagidae	Tamandua	tetradactyla	180	FALSE				LC
<i>Tamandua tetradactyla</i>	2	752	64	Mammalia	Pilosa	Myrmecophagidae	Tamandua	tetradactyla	139	FALSE				LC
<i>Tangara palmarum</i>	1	55	1	Aves	Passeriformes	Thraupidae	Tangara	palmarum	1	FALSE				LC
<i>Taraba major</i>	1	4	2	Aves	Passeriformes	Thamnophilidae	Taraba	major	2	FALSE				LC
<i>Thryophilus rufalbus</i>	1	6	2	Aves	Passeriformes	Troglodytidae	Thryophilus	rufalbus	4	FALSE				LC
<i>Thryophilus rufalbus</i>	2	17	2	Aves	Passeriformes	Troglodytidae	Thryophilus	rufalbus	4	FALSE				LC
<i>Tigrisoma lineatum</i>	2	3	1	Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	Tigrisoma	lineatum	1	FALSE				LC
<i>Tinamus guttatus</i>	1	3	1	Aves	Struthioniformes	Tinamidae	Tinamus	guttatus	1	FALSE				NT
<i>Tinamus tao</i>	1	56	4	Aves	Struthioniformes	Tinamidae	Tinamus	tao	14	FALSE				VU
<i>Tinamus tao</i>	2	93	4	Aves	Struthioniformes	Tinamidae	Tinamus	tao	14	FALSE				VU
<i>Tupinambis</i>	1	52	5	Reptilia	Squamata	Teiidae	Tupinambis		14	FALSE				



Especie	Temporada	Número de Imágenes	Número de Estaciones de Muestreo	Clase	Orden	Familia	Género	Epíteto específico	Registros Independientes	Domesticos	Categoría_MADS	Endemismo	CITES	Categoría_UICN
<i>Tupinambis</i>	2	39	5	Reptilia	Squamata	Teiidae	Tupinambis		11	FALSE				
<i>Turdus albicollis</i>	1	4	2	Aves	Passeriformes	Turdidae	Turdus	albicollis	2	FALSE				LC
<i>Turdus albicollis</i>	2	110	10	Aves	Passeriformes	Turdidae	Turdus	albicollis	27	FALSE				LC
<i>Turdus fumigatus</i>	2	21	1	Aves	Passeriformes	Turdidae	Turdus	fumigatus	1	FALSE				LC
<i>Turdus ignobilis</i>	1	9	2	Aves	Passeriformes	Turdidae	Turdus	ignobilis	2	FALSE				LC
<i>Turdus ignobilis</i>	2	24	4	Aves	Passeriformes	Turdidae	Turdus	ignobilis	7	FALSE				LC
<i>Turdus leucomelas</i>	1	494	28	Aves	Passeriformes	Turdidae	Turdus	leucomelas	95	FALSE				LC
<i>Turdus leucomelas</i>	2	703	19	Aves	Passeriformes	Turdidae	Turdus	leucomelas	128	FALSE				LC
<i>Turdus nudigenis</i>	1	53	5	Aves	Passeriformes	Turdidae	Turdus	nudigenis	14	FALSE				LC
<i>Turdus nudigenis</i>	2	180	12	Aves	Passeriformes	Turdidae	Turdus	nudigenis	36	FALSE				LC
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	1	2	1	Mammalia	Carnivora	Canidae	Urocyon	cinereoargenteus	1	FALSE				LC
<i>Volatinia jacarina</i>	2	3	1	Aves	Passeriformes	Thraupidae	Volatinia	jacarina	1	FALSE				LC
<i>Zentrygon linearis</i>	1	509	23	Aves	Columbiformes	Columbidae	Zentrygon	linearis	171	FALSE				LC
<i>Zentrygon linearis</i>	2	1941	19	Aves	Columbiformes	Columbidae	Zentrygon	linearis	329	FALSE				LC

—

## Listado de Especies RT

Especie	Temporada	Número de Imágenes	Número de Estaciones de Muestreo	Clase	Orden	Familia	Género	Epíteto específico	Registros Independientes	Domesticos	Categoría_MADS	Endemismo	CITES	Categoría_UICN
<i>Ameiva ameiva</i>	1	5	1	Reptilia	Squamata	Teiidae	Ameiva	ameiva	2	FALSE				
<i>Anabacerthia striaticollis</i>	1	2	1	Aves	Passeriformes	Furnariidae	Anabacerthia	striaticollis	1	FALSE				LC
<i>Anas platyrhynchos domesticus</i>	1	13	1	Aves	Anseriformes	Anatidae	Anas	platyrhynchos domesticus	4	TRUE				
<i>Aramides cajaneus</i>	1	3557	63	Aves	Gruiformes	Rallidae	Aramides	cajaneus	762	FALSE				LC
<i>Aramides cajaneus</i>	2	2367	59	Aves	Gruiformes	Rallidae	Aramides	cajaneus	489	FALSE				LC
<i>Ardea alba</i>	2	1162	13	Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	Ardea	alba	58	FALSE				LC
<i>Arremon taciturnus</i>	1	170	21	Aves	Passeriformes	Passerellidae	Arremon	taciturnus	75	FALSE				LC
<i>Arremon taciturnus</i>	2	5	3	Aves	Passeriformes	Passerellidae	Arremon	taciturnus	3	FALSE				LC

Especie	Temporada	Número de Imágenes	Número de Estaciones de Muestreo	Clase	Orden	Familia	Género	Epíteto específico	Registros Independientes	Domesticos	Categoría_MADS	Endemismo	CITES	Categoría_UICN
<i>Bos taurus</i>	1	17637	68	Mammalia	Artiodactyla	Bovidae	Bos	taurus	756	TRUE				
<i>Arremonops conirostris</i>	1	32	5	Aves	Passeriformes	Passerellidae	Arremonops	conirostris	9	FALSE				LC
<i>Arremonops conirostris</i>	2	27	3	Aves	Passeriformes	Passerellidae	Arremonops	conirostris	8	FALSE				LC
<i>Athene cunicularia</i>	1	9	1	Aves	Strigiformes	Strigidae	Athene	cunicularia	3	FALSE				LC
<i>Basileuterus culicivorus</i>	1	19	5	Aves	Passeriformes	Parulidae	Basileuterus	culicivorus	9	FALSE				
<i>Basileuterus culicivorus</i>	2	11	4	Aves	Passeriformes	Parulidae	Basileuterus	culicivorus	4	FALSE				
<i>Canis familiaris</i>	1	552	64	Mammalia	Carnivora	Canidae	Canis	familiaris	176	TRUE				
<i>Bubulcus ibis</i>	1	731	16	Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	Bubulcus	ibis	81	FALSE				LC
<i>Bubulcus ibis</i>	2	645	15	Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	Bubulcus	ibis	40	FALSE				LC
<i>Burhinus bistriatus</i>	1	168	4	Aves	Charadriiformes	Burhinidae	Burhinus	bistriatus	35	FALSE			III	LC
<i>Burhinus bistriatus</i>	2	41	4	Aves	Charadriiformes	Burhinidae	Burhinus	bistriatus	9	FALSE			III	LC
<i>Buteogallus meridionalis</i>	1	9	2	Aves	Accipitriformes	Accipitridae	Buteogallus	meridionalis	2	FALSE			II	LC
<i>Cabassous unicinctus</i>	1	22	8	Mammalia	Cingulata	Chlamyphoridae	Cabassous	unicinctus	9	FALSE				LC
<i>Cabassous unicinctus</i>	2	18	7	Mammalia	Cingulata	Chlamyphoridae	Cabassous	unicinctus	8	FALSE				LC
<i>Caluromys lanatus</i>	1	6	1	Mammalia	Didelphimorphia	Didelphidae	Caluromys	lanatus	3	FALSE				LC
<i>Campephilus melanoleucos</i>	2	19	2	Aves	Piciformes	Picidae	Campephilus	melanoleucos	4	FALSE				LC
<i>Cantorchilus leucotis</i>	1	34	7	Aves	Passeriformes	Troglodytidae	Cantorchilus	leucotis	12	FALSE				LC
<i>Caracara cheriway</i>	1	28	4	Aves	Falconiformes	Falconidae	Caracara	cheriway	6	FALSE				LC
<i>Caracara cheriway</i>	2	12	3	Aves	Falconiformes	Falconidae	Caracara	cheriway	4	FALSE				LC
<i>Cathartes aura</i>	2	3	1	Aves	Cathartiformes	Cathartidae	Cathartes	aura	1	FALSE				LC
<i>Catharus ustulatus</i>	1	1267	34	Aves	Passeriformes	Turdidae	Catharus	ustulatus	359	FALSE				
<i>Catharus ustulatus</i>	2	477	17	Aves	Passeriformes	Turdidae	Catharus	ustulatus	128	FALSE				
<i>Cercomacroides tyrannina</i>	1	1	1	Aves	Passeriformes	Thamnophilidae	Cercomacroides	tyrannina	1	FALSE				LC
<i>Cerdocyon thous</i>	1	703	27	Mammalia	Carnivora	Canidae	Cerdocyon	thous	201	FALSE			II	LC
<i>Cerdocyon thous</i>	2	194	26	Mammalia	Carnivora	Canidae	Cerdocyon	thous	55	FALSE			II	LC
<i>Chamaeza campanisona</i>	1	2	1	Aves	Passeriformes	Formicariidae	Chamaeza	campanisona	1	FALSE				LC
<i>Choloepus didactylus</i>	1	21	3	Mammalia	Pilosa	Megalonychidae	Choloepus	didactylus	3	FALSE				LC
<i>Chordeiles acutipennis</i>	2	12	1	Aves	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	Chordeiles	acutipennis	3	FALSE				LC
<i>Chordeiles pusillus</i>	1	1	1	Aves	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	Chordeiles	pusillus	1	FALSE				LC
<i>Cochlearius cochlearius</i>	1	6	1	Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	Cochlearius	cochlearius	1	FALSE				LC

Especie	Temporada	Número de Imágenes	Número de Estaciones de Muestreo	Clase	Orden	Familia	Género	Epíteto específico	Registros Independientes	Domesticos	Categoría_MADS	Endemismo	CITES	Categoría_UICN
<i>Coendou prehensilis</i>	1	18	3	Mammalia	Rodentia	Erethizontidae	Coendou	prehensilis	6	FALSE				LC
<i>Coendou prehensilis</i>	2	21	4	Mammalia	Rodentia	Erethizontidae	Coendou	prehensilis	6	FALSE				LC
<i>Contopus</i>	1	12	1	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Contopus		4	FALSE				
<i>Coragyps atratus</i>	1	16	3	Aves	Cathartiformes	Cathartidae	Coragyps	atratus	3	FALSE				LC
<i>Crotophaga ani</i>	1	22	6	Aves	Cuculiformes	Cuculidae	Crotophaga	ani	8	FALSE				LC
<i>Equus caballus</i>	1	1609	25	Mammalia	Perissodactyla	Equidae	Equus	caballus	212	TRUE				
<i>Equus mulus</i>	1	828	2	Mammalia	Perissodactyla	Equidae	Equus	mulus	11	TRUE				
<i>Crotophaga ani</i>	2	102	7	Aves	Cuculiformes	Cuculidae	Crotophaga	ani	15	FALSE				LC
<i>Crotophaga major</i>	1	70	13	Aves	Cuculiformes	Cuculidae	Crotophaga	major	19	FALSE				LC
<i>Felis catus</i>	1	300	11	Mammalia	Carnivora	Felidae	Felis	catus	68	TRUE				
<i>Crotophaga major</i>	2	24	2	Aves	Cuculiformes	Cuculidae	Crotophaga	major	2	FALSE				LC
<i>Crypturellus cinereus</i>	1	1476	78	Aves	Struthioniformes	Tinamidae	Crypturellus	cinereus	325	FALSE				LC
<i>Gallus gallus domesticus</i>	1	4210	16	Aves	Galliformes	Phasianidae	Gallus	gallus domesticus	408	TRUE				
<i>Crypturellus cinereus</i>	2	1143	70	Aves	Struthioniformes	Tinamidae	Crypturellus	cinereus	288	FALSE				LC
<i>Crypturellus soui</i>	1	151	16	Aves	Struthioniformes	Tinamidae	Crypturellus	soui	60	FALSE				LC
<i>Crypturellus soui</i>	2	11	3	Aves	Struthioniformes	Tinamidae	Crypturellus	soui	4	FALSE				LC
<i>Cuniculus paca</i>	1	733	32	Mammalia	Rodentia	Cuniculidae	Cuniculus	paca	173	FALSE		III		LC
<i>Homo sapiens</i>	1	1914	175	Mammalia	Primates	Hominidae	Homo	sapiens	390	TRUE				LC
<i>Cuniculus paca</i>	2	406	29	Mammalia	Rodentia	Cuniculidae	Cuniculus	paca	90	FALSE		III		LC
<i>Cyanocorax violaceus</i>	1	141	21	Aves	Passeriformes	Corvidae	Cyanocorax	violaceus	43	FALSE				LC
<i>Cyanocorax violaceus</i>	2	144	29	Aves	Passeriformes	Corvidae	Cyanocorax	violaceus	40	FALSE				LC
<i>Cyanoloxia rothschildii</i>	1	3	1	Aves	Passeriformes	Cardinalidae	Cyanoloxia	rothschildii	1	FALSE				LC
<i>Dasyprocta fuliginosa</i>	1	130	11	Mammalia	Rodentia	Dasyproctidae	Dasyprocta	fuliginosa	28	FALSE				LC
<i>Dasyprocta fuliginosa</i>	2	292	8	Mammalia	Rodentia	Dasyproctidae	Dasyprocta	fuliginosa	51	FALSE				LC
<i>Dasypus</i>	1	38	7	Mammalia	Cingulata	Dasypodidae	Dasypus		10	FALSE				
<i>Dasypus kappleri</i>	1	29	3	Mammalia	Cingulata	Dasypodidae	Dasypus	kappleri	9	FALSE				LC
<i>Meleagris gallopavo</i>	1	3	1	Aves	Galliformes	Phasianidae	Meleagris	gallopavo	1	TRUE				
<i>Dasypus novemcinctus</i>	1	1033	56	Mammalia	Cingulata	Dasypodidae	Dasypus	novemcinctus	288	FALSE				LC
<i>Dasypus novemcinctus</i>	2	652	55	Mammalia	Cingulata	Dasypodidae	Dasypus	novemcinctus	158	FALSE				LC
<i>Dendrocincla fuliginosa</i>	1	116	11	Aves	Passeriformes	Furnariidae	Dendrocincla	fuliginosa	18	FALSE				LC
<i>Dendrocincla fuliginosa</i>	2	34	7	Aves	Passeriformes	Furnariidae	Dendrocincla	fuliginosa	9	FALSE				LC
<i>Dendroplex picus</i>	2	10	1	Aves	Passeriformes	Furnariidae	Dendroplex	picus	2	FALSE				LC
<i>Didelphis marsupialis</i>	1	1719	74	Mammalia	Didelphimorphia	Didelphidae	Didelphis	marsupialis	523	FALSE				LC

Especie	Temporada	Número de Imágenes	Número de Estaciones de Muestreo	Clase	Orden	Familia	Género	Epíteto específico	Registros Independientes	Domesticos	Categoría_MADS	Endemismo	CITES	Categoría_UICN
<i>Didelphis marsupialis</i>	2	883	57	Mammalia	Didelphimorphia	Didelphidae	Didelphis	marsupialis	285	FALSE				LC
<i>Dryocopus lineatus</i>	2	3	1	Aves	Piciformes	Picidae	Dryocopus	lineatus	1	FALSE				
<i>Dysithamnus mentalis</i>	1	2	1	Aves	Passeriformes	Thamnophilidae	Dysithamnus	mentalis	1	FALSE				LC
<i>Egretta caerulea</i>	1	3	1	Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	Egretta	caerulea	1	FALSE				LC
<i>Eira barbara</i>	1	128	27	Mammalia	Carnivora	Mustelidae	Eira	barbara	65	FALSE		III		LC
<i>Eira barbara</i>	2	173	26	Mammalia	Carnivora	Mustelidae	Eira	barbara	64	FALSE		III		LC
<i>Numida meleagris</i>	1	12	1	Aves	Galliformes	Numididae	Numida	meleagris	3	TRUE				
<i>Eudocimus ruber</i>	1	2	1	Aves	Pelecaniformes	Threskiornithidae	Eudocimus	ruber	1	FALSE		II		LC
<i>Eurypyga helias</i>	1	6	1	Aves	Eurypygiformes	Eurypygidae	Eurypyga	helias	1	FALSE				LC
<i>Eurypyga helias</i>	2	6	2	Aves	Eurypygiformes	Eurypygidae	Eurypyga	helias	2	FALSE				LC
<i>Florisuga mellivora</i>	1	1	1	Aves	Caprimulgiformes	Trochilidae	Florisuga	mellivora	1	FALSE			II	LC
<i>Galictis vittata</i>	1	1	1	Mammalia	Carnivora	Mustelidae	Galictis	vittata	1	FALSE		III		LC
<i>Galictis vittata</i>	2	49	4	Mammalia	Carnivora	Mustelidae	Galictis	vittata	7	FALSE		III		LC
<i>Geothlypis philadelphia</i>	1	3	1	Aves	Passeriformes	Parulidae	Geothlypis	philadelphia	1	FALSE				LC
<i>Geothlypis philadelphia</i>	2	3	1	Aves	Passeriformes	Parulidae	Geothlypis	philadelphia	1	FALSE				LC
<i>Geotrygon montana</i>	1	101	14	Aves	Columbiformes	Columbidae	Geotrygon	montana	34	FALSE				LC
<i>Geotrygon montana</i>	2	14	2	Aves	Columbiformes	Columbidae	Geotrygon	montana	3	FALSE				LC
<i>Gymnomystax mexicanus</i>	1	50	5	Aves	Passeriformes	Icteridae	Gymnomystax	mexicanus	10	FALSE				LC
<i>Gymnomystax mexicanus</i>	2	81	8	Aves	Passeriformes	Icteridae	Gymnomystax	mexicanus	13	FALSE				LC
<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	1	4	2	Mammalia	Carnivora	Felidae	Herpailurus	yagouaroundi	2	FALSE				LC
<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	2	2	1	Mammalia	Carnivora	Felidae	Herpailurus	yagouaroundi	1	FALSE				LC
<i>Iguana iguana</i>	1	51	8	Reptilia	Squamata	Iguanidae	Iguana	iguana	15	FALSE		II		LC
<i>Iguana iguana</i>	2	51	3	Reptilia	Squamata	Iguanidae	Iguana	iguana	13	FALSE		II		LC
<i>Leopardus pardalis</i>	1	100	22	Mammalia	Carnivora	Felidae	Leopardus	pardalis	31	FALSE		I		LC
<i>Leopardus pardalis</i>	2	90	17	Mammalia	Carnivora	Felidae	Leopardus	pardalis	22	FALSE		I		LC
<i>Leopardus wiedii</i>	1	8	3	Mammalia	Carnivora	Felidae	Leopardus	wiedii	3	FALSE		I		NT
<i>Leopardus wiedii</i>	2	15	3	Mammalia	Carnivora	Felidae	Leopardus	wiedii	4	FALSE		I		NT
<i>Leptotila rufaxilla</i>	1	712	40	Aves	Columbiformes	Columbidae	Leptotila	rufaxilla	216	FALSE				LC
<i>Leptotila rufaxilla</i>	2	205	20	Aves	Columbiformes	Columbidae	Leptotila	rufaxilla	61	FALSE				LC
<i>Leptotila verreauxi</i>	1	213	21	Aves	Columbiformes	Columbidae	Leptotila	verreauxi	65	FALSE				LC
<i>Leptotila verreauxi</i>	2	43	5	Aves	Columbiformes	Columbidae	Leptotila	verreauxi	11	FALSE				LC

Especie	Temporada	Número de Imágenes	Número de Estaciones de Muestreo	Clase	Orden	Familia	Género	Epíteto específico	Registros Independientes	Domesticos	Categoría_MADS	Endemismo	CITES	Categoría_UICN
<i>Malacoptila mystacalis</i>	2	9	1	Aves	Piciformes	Bucconidae	Malacoptila	mystacalis	1	FALSE				LC
<i>Manacus manacus</i>	1	5	2	Aves	Passeriformes	Pipridae	Manacus	manacus	2	FALSE				LC
<i>Marmosa</i>	1	34	7	Mammalia	Didelphimorphia	Didelphidae	Marmosa		11	FALSE				
<i>Marmosa</i>	2	30	5	Mammalia	Didelphimorphia	Didelphidae	Marmosa		9	FALSE				
<i>Megarynchus pitangua</i>	2	3	1	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Megarynchus	pitangua	1	FALSE				LC
<i>Megascops choliba</i>	1	7	3	Aves	Strigiformes	Strigidae	Megascops	choliba	3	FALSE				LC
<i>Mesembrinibis cayennensis</i>	1	913	24	Aves	Pelecaniformes	Threskiornithidae	Mesembrinibis	cayennensis	89	FALSE				LC
<i>Mesembrinibis cayennensis</i>	2	1453	36	Aves	Pelecaniformes	Threskiornithidae	Mesembrinibis	cayennensis	141	FALSE				LC
<i>Microcerculus marginatus</i>	1	2	1	Aves	Passeriformes	Troglodytidae	Microcerculus	marginatus	1	FALSE				LC
<i>Milvago chimachima</i>	1	9	2	Aves	Falconiformes	Falconidae	Milvago	chimachima	4	FALSE		II		LC
<i>Milvago chimachima</i>	2	17	4	Aves	Falconiformes	Falconidae	Milvago	chimachima	6	FALSE		II		LC
<i>Mimus gilvus</i>	2	3	1	Aves	Passeriformes	Mimidae	Mimus	gilvus	1	FALSE				LC
<i>Mitu tomentosum</i>	1	15	1	Aves	Galliformes	Cracidae	Mitu	tomentosum	2	FALSE				NT
<i>Mitu tomentosum</i>	2	15	2	Aves	Galliformes	Cracidae	Mitu	tomentosum	2	FALSE				NT
<i>Momotus momota</i>	1	110	19	Aves	Coraciiformes	Momotidae	Momotus	momota	38	FALSE				LC
<i>Momotus momota</i>	2	53	12	Aves	Coraciiformes	Momotidae	Momotus	momota	18	FALSE				LC
<i>Monasa nigrifrons</i>	2	2	1	Aves	Piciformes	Bucconidae	Monasa	nigrifrons	1	FALSE				LC
<i>Myiarchus tyrannulus</i>	1	3	1	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Myiarchus	tyrannulus	1	FALSE				LC
<i>Myiarchus tyrannulus</i>	2	3	1	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Myiarchus	tyrannulus	1	FALSE				LC
<i>Myiothlypis fulvicauda</i>	1	1	1	Aves	Passeriformes	Parulidae	Myiothlypis	fulvicauda	1	FALSE				LC
<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	1	956	66	Mammalia	Pilosa	Myrmecophagidae	Myrmecophaga	tridactyla	198	FALSE			II	VU
<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	2	1028	62	Mammalia	Pilosa	Myrmecophagidae	Myrmecophaga	tridactyla	182	FALSE			II	VU
<i>Myrmoborus leucophrys</i>	1	22	3	Aves	Passeriformes	Thamnophilidae	Myrmoborus	leucophrys	8	FALSE				LC
<i>Myrmoborus leucophrys</i>	2	10	1	Aves	Passeriformes	Thamnophilidae	Myrmoborus	leucophrys	3	FALSE				LC
<i>Anas platyrhynchos domesticus</i>	2	9	1	Aves	Anseriformes	Anatidae	Anas	platyrhynchos domesticus	1	TRUE				
<i>Myrmoborus myotherinus</i>	1	46	6	Aves	Passeriformes	Thamnophilidae	Myrmoborus	myotherinus	20	FALSE				LC
<i>Myrmoborus myotherinus</i>	2	6	1	Aves	Passeriformes	Thamnophilidae	Myrmoborus	myotherinus	2	FALSE				LC

Especie	Temporada	Número de Imágenes	Número de Estaciones de Muestreo	Clase	Orden	Familia	Género	Epíteto específico	Registros Independientes	Domesticos	Categoría_MADS	Endemismo	CITES	Categoría_UICN
<i>Myrmophylax atrothorax</i>	1	15	4	Aves	Passeriformes	Thamnophilidae	Myrmophylax	atrothorax	8	FALSE				LC
<i>Nasua nasua</i>	1	61	9	Mammalia	Carnivora	Procyonidae	Nasua	nasua	15	FALSE			III/NC	LC
<i>Nasua nasua</i>	2	62	8	Mammalia	Carnivora	Procyonidae	Nasua	nasua	14	FALSE			III/NC	LC
<i>Bos taurus</i>	2	18044	74	Mammalia	Artiodactyla	Bovidae	Bos	taurus	569	TRUE				
<i>Bubalus</i>	2	50	1	Mammalia	Cetartiodactyla	Bovidae	Bubalus		6	TRUE				
<i>Nyctidromus albicollis</i>	1	751	21	Aves	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	Nyctidromus	albicollis	105	FALSE				LC
<i>Nyctidromus albicollis</i>	2	423	17	Aves	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	Nyctidromus	albicollis	73	FALSE				LC
<i>Odocoileus virginianus</i>	1	25	4	Mammalia	Cetartiodactyla	Cervidae	Odocoileus	virginianus	6	FALSE			III/NC	LC
<i>Odocoileus virginianus</i>	2	74	5	Mammalia	Cetartiodactyla	Cervidae	Odocoileus	virginianus	9	FALSE			III/NC	LC
<i>Canis familiaris</i>	2	793	61	Mammalia	Carnivora	Canidae	Canis	familiaris	176	TRUE				
<i>Odontophorus gujanensis</i>	1	46	3	Aves	Galliformes	Odontophoridae	Odontophorus	gujanensis	9	FALSE				NT
<i>Odontophorus gujanensis</i>	2	42	2	Aves	Galliformes	Odontophoridae	Odontophorus	gujanensis	4	FALSE				NT
<i>Opisthocomus hoazin</i>	2	59	1	Aves	Opisthocomiformes	Opisthocomidae	Opisthocomus	hoazin	6	FALSE				LC
<i>Ortalis guttata</i>	1	157	19	Aves	Galliformes	Cracidae	Ortalis	guttata	30	FALSE				LC
<i>Ortalis guttata</i>	2	169	10	Aves	Galliformes	Cracidae	Ortalis	guttata	24	FALSE				LC
<i>Patagioenas cayennensis</i>	2	288	22	Aves	Columbiformes	Columbidae	Patagioenas	cayennensis	66	FALSE				LC
<i>Penelope argyrotis</i>	1	3	1	Aves	Galliformes	Cracidae	Penelope	argyrotis	1	FALSE				LC
<i>Penelope argyrotis</i>	2	4	1	Aves	Galliformes	Cracidae	Penelope	argyrotis	1	FALSE				LC
<i>Penelope jacquacu</i>	1	403	28	Aves	Galliformes	Cracidae	Penelope	jacquacu	42	FALSE				LC
<i>Penelope jacquacu</i>	2	198	21	Aves	Galliformes	Cracidae	Penelope	jacquacu	37	FALSE				LC
<i>Phaethornis atrimentalis</i>	1	3	1	Aves	Caprimulgiformes	Trochilidae	Phaethornis	atrimentalis	3	FALSE			II	LC
<i>Phaethornis augusti</i>	1	1	1	Aves	Caprimulgiformes	Trochilidae	Phaethornis	augusti	1	FALSE			II	LC
<i>Phaethornis griseogularis</i>	1	6	4	Aves	Caprimulgiformes	Trochilidae	Phaethornis	griseogularis	6	FALSE			II	LC
<i>Phaethornis griseogularis</i>	2	1	1	Aves	Caprimulgiformes	Trochilidae	Phaethornis	griseogularis	1	FALSE			II	LC
<i>Pheugopedius rutilus</i>	1	5	2	Aves	Passeriformes	Troglodytidae	Pheugopedius	rutilus	2	FALSE				LC
<i>Pheugopedius rutilus</i>	2	5	2	Aves	Passeriformes	Troglodytidae	Pheugopedius	rutilus	2	FALSE				LC
<i>Philander</i>	1	1542	62	Mammalia	Didelphimorphia	Didelphidae	Philander		499	FALSE				
<i>Phimosus infuscatus</i>	1	56	5	Aves	Pelecaniformes	Threskiornithidae	Phimosus	infuscatus	11	FALSE				LC

Especie	Temporada	Número de Imágenes	Número de Estaciones de Muestreo	Clase	Orden	Familia	Género	Epíteto específico	Registros Independientes	Domesticos	Categoría_MADS	Endemismo	CITES	Categoría_UICN
<i>Phimosus infuscatus</i>	2	927	12	Aves	Pelecaniformes	Threskiornithidae	Phimosus	infuscatus	61	FALSE				LC
<i>Equus asinus</i>	2	4	1	Mammalia	Perissodactyla	Equidae	Equus	asinus	1	TRUE				
<i>Equus caballus</i>	2	1788	18	Mammalia	Perissodactyla	Equidae	Equus	caballus	106	TRUE				
<i>Equus mulus</i>	2	189	2	Mammalia	Perissodactyla	Equidae	Equus	mulus	9	TRUE				
<i>Piaya cayana</i>	1	8	3	Aves	Cuculiformes	Cuculidae	Piaya	cayana	3	FALSE				LC
<i>Felis catus</i>	2	263	15	Mammalia	Carnivora	Felidae	Felis	catus	56	TRUE				
<i>Pilherodius pileatus</i>	2	3	1	Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	Pilherodius	pileatus	1	FALSE				LC
<i>Gallus gallus domesticus</i>	2	8605	18	Aves	Galliformes	Phasianidae	Gallus	gallus domesticus	561	TRUE				
<i>Piranga rubra</i>	2	2	1	Aves	Passeriformes	Cardinalidae	Piranga	rubra	1	FALSE				LC
<i>Pitangus sulphuratus</i>	1	4	3	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Pitangus	sulphuratus	3	FALSE				LC
<i>Pitangus sulphuratus</i>	2	1	1	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Pitangus	sulphuratus	1	FALSE				LC
<i>Plecturocebus ornatus</i>	1	11	3	Mammalia	Primates	Pitheciidae	Plecturocebus	ornatus	3	FALSE	VU			VU
<i>Homo sapiens</i>	2	2044	183	Mammalia	Primates	Hominidae	Homo	sapiens	379	TRUE				LC
<i>Plecturocebus ornatus</i>	2	13	1	Mammalia	Primates	Pitheciidae	Plecturocebus	ornatus	3	FALSE	VU			VU
<i>Porzana albicollis</i>	2	6	1	Aves	Gruiformes	Rallidae	Porzana	albicollis	2	FALSE				LC
<i>Priodontes maximus</i>	1	3	1	Mammalia	Cingulata	Chlamyphoridae	Priodontes	maximus	1	FALSE	EN		I	VU
<i>Procyon cancrivorus</i>	1	41	11	Mammalia	Carnivora	Procyonidae	Procyon	cancrivorus	14	FALSE				LC
<i>Procyon cancrivorus</i>	2	14	5	Mammalia	Carnivora	Procyonidae	Procyon	cancrivorus	5	FALSE				LC
<i>Psarocolius angustifrons</i>	1	6	2	Aves	Passeriformes	Icteridae	Psarocolius	angustifrons	2	FALSE				LC
<i>Psarocolius decumanus</i>	1	42	7	Aves	Passeriformes	Icteridae	Psarocolius	decumanus	9	FALSE				LC
<i>Psarocolius decumanus</i>	2	64	10	Aves	Passeriformes	Icteridae	Psarocolius	decumanus	14	FALSE				LC
<i>Meleagris gallopavo</i>	2	103	2	Aves	Galliformes	Phasianidae	Meleagris	gallopavo	11	TRUE				
<i>Pteroglossus castanotis</i>	1	1	1	Aves	Piciformes	Ramphastidae	Pteroglossus	castanotis	1	FALSE			III	LC
<i>Puma concolor</i>	1	11	2	Mammalia	Carnivora	Felidae	Puma	concolor	3	FALSE			I/II	LC
<i>Puma concolor</i>	2	19	2	Mammalia	Carnivora	Felidae	Puma	concolor	4	FALSE			I/II	LC
<i>Ramphastos tucanus</i>	2	9	3	Aves	Piciformes	Ramphastidae	Ramphastos	tucanus	3	FALSE			II	
<i>Ramphastos vitellinus</i>	1	3	1	Aves	Piciformes	Ramphastidae	Ramphastos	vitellinus	1	FALSE			II	VU
<i>Ramphocelus carbo</i>	1	10	3	Aves	Passeriformes	Thraupidae	Ramphocelus	carbo	4	FALSE				LC
<i>Ramphocelus carbo</i>	2	7	3	Aves	Passeriformes	Thraupidae	Ramphocelus	carbo	3	FALSE				LC
<i>Rufirallus viridis</i>	1	38	1	Aves	Gruiformes	Rallidae	Rufirallus	viridis	5	FALSE				LC

Especie	Temporada	Número de Imágenes	Número de Estaciones de Muestreo	Clase	Orden	Familia	Género	Epíteto específico	Registros Independientes	Domesticos	Categoría_MADS	Endemismo	CITES	Categoría_UICN
<i>Rufirallus viridis</i>	2	6	2	Aves	Gruiformes	Rallidae	Rufirallus	viridis	2	FALSE				LC
<i>Rupornis magnirostris</i>	1	107	22	Aves	Accipitriformes	Accipitridae	Rupornis	magnirostris	31	FALSE				LC
<i>Rupornis magnirostris</i>	2	33	6	Aves	Accipitriformes	Accipitridae	Rupornis	magnirostris	9	FALSE				LC
<i>Numida meleagris</i>	2	72	2	Aves	Galliformes	Numididae	Numida	meleagris	6	TRUE				
<i>Saimiri sciureus</i>	1	350	35	Mammalia	Primates	Cebidae	Saimiri	sciureus	73	FALSE			II	LC
<i>Saimiri sciureus</i>	2	229	26	Mammalia	Primates	Cebidae	Saimiri	sciureus	55	FALSE			II	LC
<i>Saltator maximus</i>	1	29	7	Aves	Passeriformes	Thraupidae	Saltator	maximus	11	FALSE				LC
<i>Saltator maximus</i>	2	3	1	Aves	Passeriformes	Thraupidae	Saltator	maximus	1	FALSE				LC
<i>Sapajus apella</i>	1	179	20	Mammalia	Primates	Cebidae	Sapajus	apella	37	FALSE				
<i>Sapajus apella</i>	2	37	8	Mammalia	Primates	Cebidae	Sapajus	apella	8	FALSE				
<i>Pavo cristatus</i>	2	82	1	Aves	Galliformes	Phasianidae	Pavo	cristatus	10	TRUE				
<i>Sciurus granatensis</i>	1	277	29	Mammalia	Rodentia	Sciuridae	Sciurus	granatensis	90	FALSE				LC
<i>Sciurus granatensis</i>	2	436	30	Mammalia	Rodentia	Sciuridae	Sciurus	granatensis	115	FALSE				LC
<i>Sciurus igniventris</i>	1	12	4	Mammalia	Rodentia	Sciuridae	Sciurus	igniventris	6	FALSE				LC
<i>Setophaga ruticilla</i>	1	3	2	Aves	Passeriformes	Parulidae	Setophaga	ruticilla	2	FALSE				LC
<i>Sporophila intermedia</i>	1	6	1	Aves	Passeriformes	Thraupidae	Sporophila	intermedia	2	FALSE				LC
<i>Sturnella magna</i>	1	3	1	Aves	Passeriformes	Icteridae	Sturnella	magna	1	FALSE				NT
<i>Sturnella magna</i>	2	12	2	Aves	Passeriformes	Icteridae	Sturnella	magna	4	FALSE				NT
<i>Synallaxis albescens</i>	1	2	1	Aves	Passeriformes	Furnariidae	Synallaxis	albescens	1	FALSE				LC
<i>Synallaxis albescens</i>	2	3	1	Aves	Passeriformes	Furnariidae	Synallaxis	albescens	1	FALSE				LC
<i>Synallaxis gujanensis</i>	2	3	1	Aves	Passeriformes	Furnariidae	Synallaxis	gujanensis	1	FALSE				LC
<i>Syrigma sibilatrix</i>	1	56	6	Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	Syrigma	sibilatrix	17	FALSE				LC
<i>Syrigma sibilatrix</i>	2	131	5	Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	Syrigma	sibilatrix	23	FALSE				LC
<i>Tachyphonus rufus</i>	1	3	1	Aves	Passeriformes	Thraupidae	Tachyphonus	rufus	1	FALSE				LC
<i>Tachyphonus rufus</i>	2	21	2	Aves	Passeriformes	Thraupidae	Tachyphonus	rufus	5	FALSE				LC
<i>Tamandua tetradactyla</i>	1	613	73	Mammalia	Pilosa	Myrmecophagidae	Tamandua	tetradactyla	156	FALSE				LC
<i>Tamandua tetradactyla</i>	2	456	62	Mammalia	Pilosa	Myrmecophagidae	Tamandua	tetradactyla	106	FALSE				LC



Especie	Temporada	Número de Imágenes	Número de Estaciones de Muestreo	Clase	Orden	Familia	Género	Epíteto específico	Registros Independientes	Domesticos	Categoría_MADS	Endemismo	CITES	Categoría_UICN
<i>Tangara episcopus</i>	1	3	1	Aves	Passeriformes	Thraupidae	Tangara	episcopus	1	FALSE				LC
<i>Tangara episcopus</i>	2	1	1	Aves	Passeriformes	Thraupidae	Tangara	episcopus	1	FALSE				LC
<i>Tersina viridis</i>	1	2	1	Aves	Passeriformes	Thraupidae	Tersina	viridis	1	FALSE				LC
<i>Tigrisoma fasciatum</i>	2	19	1	Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	Tigrisoma	fasciatum	2	FALSE				LC
<i>Tigrisoma lineatum</i>	1	6	2	Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	Tigrisoma	lineatum	2	FALSE				LC
<i>Troglodytes aedon</i>	1	6	2	Aves	Passeriformes	Troglodytidae	Troglodytes	aedon	2	FALSE				LC
<i>Sus scrofa scrofa</i>	2	9	1	Mammalia	Artiodactyla	Suidae	Sus	scrofa scrofa	2	TRUE				
<i>Tupinambis</i>	1	63	16	Reptilia	Squamata	Teiidae	Tupinambis		23	FALSE				
<i>Tupinambis</i>	2	82	11	Reptilia	Squamata	Teiidae	Tupinambis		26	FALSE				
<i>Turdus ignobilis</i>	1	11	2	Aves	Passeriformes	Turdidae	Turdus	ignobilis	2	FALSE				LC
<i>Turdus leucomelas</i>	1	155	20	Aves	Passeriformes	Turdidae	Turdus	leucomelas	38	FALSE				LC
<i>Turdus leucomelas</i>	2	110	19	Aves	Passeriformes	Turdidae	Turdus	leucomelas	27	FALSE				LC
<i>Turdus nudigenis</i>	1	47	9	Aves	Passeriformes	Turdidae	Turdus	nudigenis	19	FALSE				LC
<i>Turdus nudigenis</i>	2	57	10	Aves	Passeriformes	Turdidae	Turdus	nudigenis	18	FALSE				LC
<i>Vanellus chilensis</i>	1	116	4	Aves	Charadriiformes	Charadriidae	Vanellus	chilensis	17	FALSE				LC
<i>Vanellus chilensis</i>	2	172	6	Aves	Charadriiformes	Charadriidae	Vanellus	chilensis	37	FALSE				LC
<i>Veniliornis passerinus</i>	1	2	1	Aves	Piciformes	Picidae	Veniliornis	passerinus	1	FALSE				LC
<i>Zenaida auriculata</i>	2	3	1	Aves	Columbiformes	Columbidae	Zenaida	auriculata	1	FALSE				LC
<i>Zentrygon linearis</i>	1	121	15	Aves	Columbiformes	Columbidae	Zentrygon	linearis	37	FALSE				LC
<i>Zentrygon linearis</i>	2	6	1	Aves	Columbiformes	Columbidae	Zentrygon	linearis	2	FALSE				LC

## Listado de Especies RT

Especie	Temporada	Número de Imágenes	Número de Estaciones de Muestreo	Clase	Orden	Familia	Género	Epíteto específico	Registros Independientes	Domesticos	Categoría_MADS	Endemismo	CITES	Categoría_UICN
<i>Aramides cajaneus</i>	1	15	1	Aves	Gruiformes	Rallidae	Aramides	cajaneus	3	FALSE				LC
<i>Bos taurus</i>	1	686	7	Mammalia	Artiodactyla	Bovidae	Bos	taurus	20	TRUE				
<i>Bos taurus</i>	2	735	8	Mammalia	Artiodactyla	Bovidae	Bos	taurus	79	TRUE				
<i>Buteogallus meridionalis</i>	1	1	1	Aves	Accipitriformes	Accipitridae	Buteogallus	meridionalis	1	FALSE		II		LC
<i>Buteogallus meridionalis</i>	2	196	5	Aves	Accipitriformes	Accipitridae	Buteogallus	meridionalis	10	FALSE		II		LC
<i>Canis familiaris</i>	1	2	1	Mammalia	Carnivora	Canidae	Canis	familiaris	1	TRUE				
<i>Canis familiaris</i>	2	6	1	Mammalia	Carnivora	Canidae	Canis	familiaris	1	TRUE				
<i>Capra aegagrus hircus</i>	2	9	1	Mammalia	Cetartiodactyla	Bovidae	Capra	aegagrus hircus	1	FALSE				
<i>Caracara cheriway</i>	1	12	2	Aves	Falconiformes	Falconidae	Caracara	cheriway	3	FALSE				LC
<i>Caracara cheriway</i>	2	24	2	Aves	Falconiformes	Falconidae	Caracara	cheriway	9	FALSE				LC
<i>Cathartes aura</i>	2	121	3	Aves	Cathartiformes	Cathartidae	Cathartes	aura	4	FALSE				LC
<i>Catharus minimus</i>	1	2	1	Aves	Passeriformes	Turdidae	Catharus	minimus	1	FALSE				LC
<i>Cerdocyon thous</i>	1	47	8	Mammalia	Carnivora	Canidae	Cerdocyon	thous	11	FALSE		II		LC
<i>Cerdocyon thous</i>	2	54	6	Mammalia	Carnivora	Canidae	Cerdocyon	thous	14	FALSE		II		LC
<i>Crypturellus cinereus</i>	1	120	13	Aves	Struthioniformes	Tinamidae	Crypturellus	cinereus	40	FALSE				LC
<i>Crypturellus cinereus</i>	2	32	4	Aves	Struthioniformes	Tinamidae	Crypturellus	cinereus	6	FALSE				LC
<i>Crypturellus soui</i>	1	2	1	Aves	Struthioniformes	Tinamidae	Crypturellus	soui	1	FALSE				LC
<i>Cuniculus paca</i>	1	340	10	Mammalia	Rodentia	Cuniculidae	Cuniculus	paca	60	FALSE		III		LC
<i>Cuniculus paca</i>	2	67	5	Mammalia	Rodentia	Cuniculidae	Cuniculus	paca	20	FALSE		III		LC
<i>Cyanocorax violaceus</i>	2	3	1	Aves	Passeriformes	Corvidae	Cyanocorax	violaceus	1	FALSE				LC
<i>Dasyprocta fuliginosa</i>	1	488	15	Mammalia	Rodentia	Dasyproctidae	Dasyprocta	fuliginosa	108	FALSE				LC

Especie	Temporada	Número de Imágenes	Número de Estaciones de Muestreo	Clase	Orden	Familia	Género	Epíteto específico	Registros Independientes	Domesticos	Categoría_MADS	Endemismo	CITES	Categoría_UICN
<i>Dasyprocta fuliginosa</i>	2	114	11	Mammalia	Rodentia	Dasyproctidae	Dasyprocta	fuliginosa	27	FALSE				LC
<i>Dasypus novemcinctus</i>	1	4	2	Mammalia	Cingulata	Dasypodidae	Dasypus	novemcinctus	2	FALSE				LC
<i>Dasypus novemcinctus</i>	2	15	3	Mammalia	Cingulata	Dasypodidae	Dasypus	novemcinctus	3	FALSE				LC
<i>Dendroplex picus</i>	1	3	1	Aves	Passeriformes	Furnariidae	Dendroplex	picus	1	FALSE				LC
<i>Didelphis marsupialis</i>	1	81	14	Mammalia	Didelphimorphia	Didelphidae	Didelphis	marsupialis	25	FALSE				LC
<i>Didelphis marsupialis</i>	2	12	4	Mammalia	Didelphimorphia	Didelphidae	Didelphis	marsupialis	4	FALSE				LC
<i>Dryocopus lineatus</i>	1	3	1	Aves	Piciformes	Picidae	Dryocopus	lineatus	1	FALSE				
<i>Eira barbara</i>	1	9	4	Mammalia	Carnivora	Mustelidae	Eira	barbara	4	FALSE			III	LC
<i>Eira barbara</i>	2	3	1	Mammalia	Carnivora	Mustelidae	Eira	barbara	1	FALSE			III	LC
<i>Equus caballus</i>	1	5	1	Mammalia	Perissodactyla	Equidae	Equus	caballus	1	TRUE				
<i>Equus caballus</i>	2	187	1	Mammalia	Perissodactyla	Equidae	Equus	caballus	14	TRUE				
<i>Galictis vittata</i>	2	4	1	Mammalia	Carnivora	Mustelidae	Galictis	vittata	1	FALSE			III	LC
<i>Geotrygon montana</i>	1	12	1	Aves	Columbiformes	Columbidae	Geotrygon	montana	3	FALSE				LC
<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	2	3	1	Mammalia	Carnivora	Felidae	Herpailurus	yagouaroundi	1	FALSE				LC
<i>Homo sapiens</i>	1	241	37	Mammalia	Primates	Hominidae	Homo	sapiens	57	TRUE				LC
<i>Homo sapiens</i>	2	650	89	Mammalia	Primates	Hominidae	Homo	sapiens	147	TRUE				LC
<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	1	6	1	Mammalia	Rodentia	Caviidae	Hydrochoerus	hydrochaeris	1	FALSE				LC
<i>Iguana iguana</i>	2	6	2	Reptilia	Squamata	Iguanidae	Iguana	iguana	2	FALSE			II	LC
<i>Leopardus pardalis</i>	1	23	6	Mammalia	Carnivora	Felidae	Leopardus	pardalis	7	FALSE			I	LC
<i>Leopardus pardalis</i>	2	174	4	Mammalia	Carnivora	Felidae	Leopardus	pardalis	6	FALSE			I	LC
<i>Leopardus wiedii</i>	2	3	1	Mammalia	Carnivora	Felidae	Leopardus	wiedii	1	FALSE			I	NT
<i>Leptotila rufaxilla</i>	1	8	2	Aves	Columbiformes	Columbidae	Leptotila	rufaxilla	3	FALSE				LC
<i>Leptotila rufaxilla</i>	2	3	1	Aves	Columbiformes	Columbidae	Leptotila	rufaxilla	1	FALSE				LC
<i>Leptotila verreauxi</i>	1	6	2	Aves	Columbiformes	Columbidae	Leptotila	verreauxi	2	FALSE				LC

Especie	Temporada	Número de Imágenes	Número de Estaciones de Muestreo	Clase	Orden	Familia	Género	Epíteto específico	Registros Independientes	Domesticos	Categoría_MADS	Endemismo	CITES	Categoría_UICN
<i>Marmosa robinsoni</i>	1	15	1	Mammalia	Didelphimorphia	Didelphidae	Marmosa	robinsoni	4	FALSE				LC
<i>Mazama americana</i>	2	40	3	Mammalia	Cetartiodactyla	Cervidae	Mazama	americana	7	FALSE				DD
<i>Mitu tomentosum</i>	2	8	3	Aves	Galliformes	Cracidae	Mitu	tomentosum	3	FALSE				NT
<i>Momotus momota</i>	1	25	5	Aves	Coraciiformes	Momotidae	Momotus	momota	8	FALSE				LC
<i>Momotus momota</i>	2	18	2	Aves	Coraciiformes	Momotidae	Momotus	momota	4	FALSE				LC
<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	1	9	1	Mammalia	Pilosa	Myrmecophagidae	Myrmecophaga	tridactyla	2	FALSE			II	VU
<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	2	78	7	Mammalia	Pilosa	Myrmecophagidae	Myrmecophaga	tridactyla	9	FALSE			II	VU
<i>Nyctidromus albicollis</i>	1	3	1	Aves	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	Nyctidromus	albicollis	1	FALSE				LC
<i>Nyctidromus albicollis</i>	2	104	5	Aves	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	Nyctidromus	albicollis	22	FALSE				LC
<i>Odocoileus virginianus</i>	1	196	13	Mammalia	Cetartiodactyla	Cervidae	Odocoileus	virginianus	36	FALSE			III/NC	LC
<i>Odocoileus virginianus</i>	2	93	14	Mammalia	Cetartiodactyla	Cervidae	Odocoileus	virginianus	18	FALSE			III/NC	LC
<i>Pecari tajacu</i>	1	174	4	Mammalia	Cetartiodactyla	Tayassuidae	Pecari	tajacu	16	FALSE			II	LC
<i>Pecari tajacu</i>	2	44	1	Mammalia	Cetartiodactyla	Tayassuidae	Pecari	tajacu	4	FALSE			II	LC
<i>Penelope jacquacu</i>	2	9	1	Aves	Galliformes	Cracidae	Penelope	jacquacu	1	FALSE				LC
<i>Phaethornis griseogularis</i>	1	1	1	Aves	Caprimulgiformes	Trochilidae	Phaethornis	griseogularis	1	FALSE			II	LC
<i>Philander</i>	1	13	2	Mammalia	Didelphimorphia	Didelphidae	Philander		4	FALSE				
<i>Philander</i>	2	9	1	Mammalia	Didelphimorphia	Didelphidae	Philander		2	FALSE				
<i>Priodontes maximus</i>	1	10	3	Mammalia	Cingulata	Chlamyphoridae	Priodontes	maximus	4	FALSE	EN		I	VU
<i>Priodontes maximus</i>	2	10	4	Mammalia	Cingulata	Chlamyphoridae	Priodontes	maximus	4	FALSE	EN		I	VU
<i>Puma concolor</i>	1	8	3	Mammalia	Carnivora	Felidae	Puma	concolor	3	FALSE			I/II	LC
<i>Puma concolor</i>	2	9	3	Mammalia	Carnivora	Felidae	Puma	concolor	3	FALSE			I/II	LC
<i>Ramphocelus carbo</i>	1	3	1	Aves	Passeriformes	Thraupidae	Ramphocelus	carbo	1	FALSE				LC

Especie	Temporada	Número de Imágenes	Número de Estaciones de Muestreo	Clase	Orden	Familia	Género	Epíteto específico	Registros Independientes	Domesticos	Categoría_MADS	Endemismo	CITES	Categoría_UICN
<i>Ramphocelus carbo</i>	2	6	1	Aves	Passeriformes	Thraupidae	Ramphocelus	carbo	2	FALSE				LC
<i>Rupornis magnirostris</i>	1	9	2	Aves	Accipitriformes	Accipitridae	Rupornis	magnirostris	3	FALSE				LC
<i>Saltator maximus</i>	1	3	1	Aves	Passeriformes	Thraupidae	Saltator	maximus	1	FALSE				LC
<i>Sapajus apella</i>	1	8	2	Mammalia	Primates	Cebidae	Sapajus	apella	3	FALSE				
<i>Sapajus apella</i>	2	3	1	Mammalia	Primates	Cebidae	Sapajus	apella	1	FALSE				
<i>Sciurus granatensis</i>	1	5	2	Mammalia	Rodentia	Sciuridae	Sciurus	granatensis	2	FALSE				LC
<i>Tamandua tetradactyla</i>	1	108	15	Mammalia	Pilosa	Myrmecophagidae	Tamandua	tetradactyla	28	FALSE				LC
<i>Tamandua tetradactyla</i>	2	81	13	Mammalia	Pilosa	Myrmecophagidae	Tamandua	tetradactyla	18	FALSE				LC
<i>Tapirus terrestris</i>	1	26	7	Mammalia	Perissodactyla	Tapiridae	Tapirus	terrestris	7	FALSE			II	VU
<i>Tapirus terrestris</i>	2	64	5	Mammalia	Perissodactyla	Tapiridae	Tapirus	terrestris	8	FALSE			II	VU
<i>Theristicus caudatus</i>	2	3	1	Aves	Pelecaniformes	Threskiornithidae	Theristicus	caudatus	1	FALSE				LC
<i>Tinamus guttatus</i>	1	5	1	Aves	Struthioniformes	Tinamidae	Tinamus	guttatus	2	FALSE				NT
<i>Tinamus major</i>	1	2	1	Aves	Struthioniformes	Tinamidae	Tinamus	major	1	FALSE				NT
<i>Tupinambis</i>	1	2	1	Reptilia	Squamata	Teiidae	Tupinambis		1	FALSE				
<i>Turdus albicollis</i>	1	2	1	Aves	Passeriformes	Turdidae	Turdus	albicollis	1	FALSE				LC
<i>Tyrannus savana</i>	2	13	1	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Tyrannus	savana	1	FALSE				LC

## Anexo 2

---

**Listado de Especies RT**

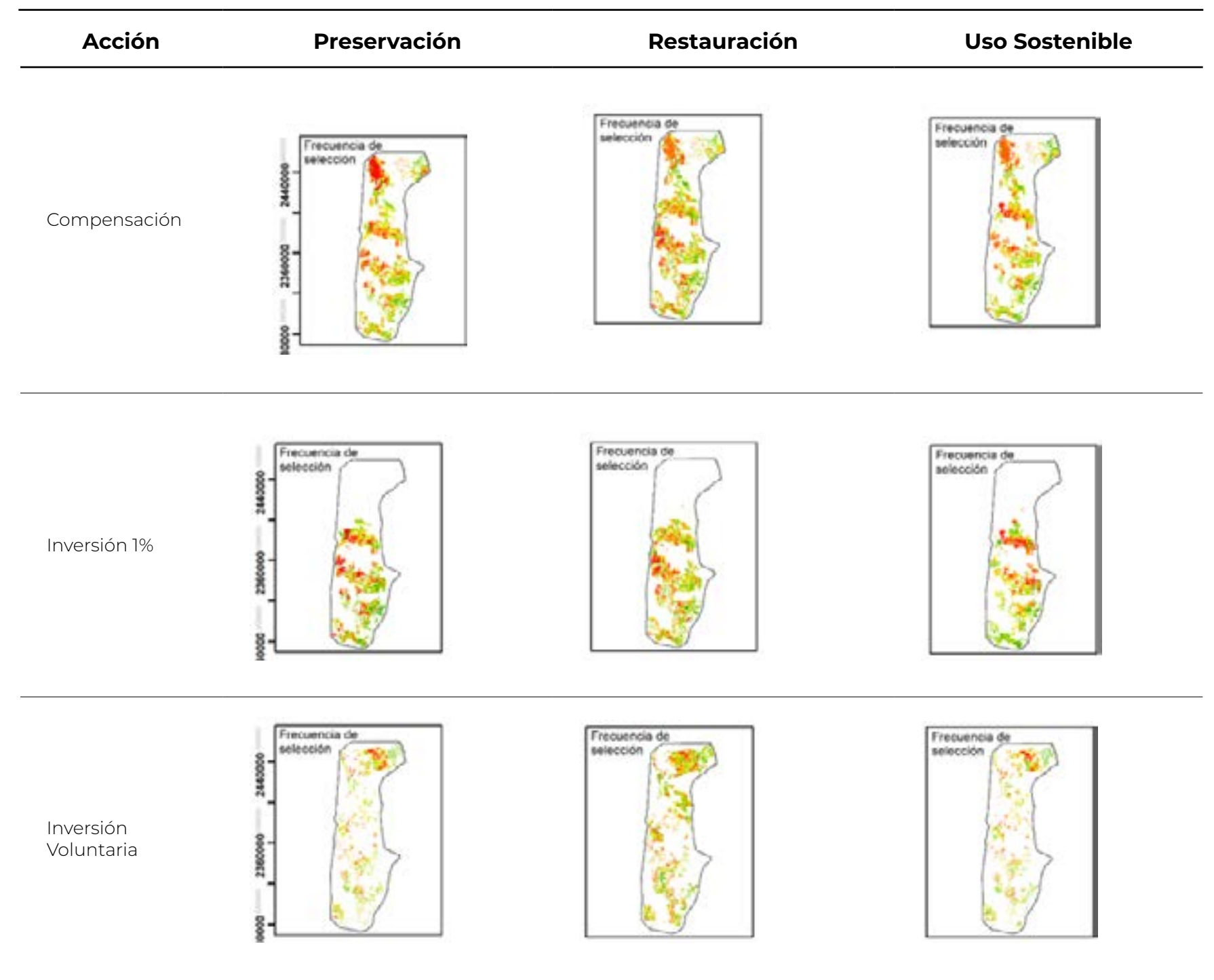
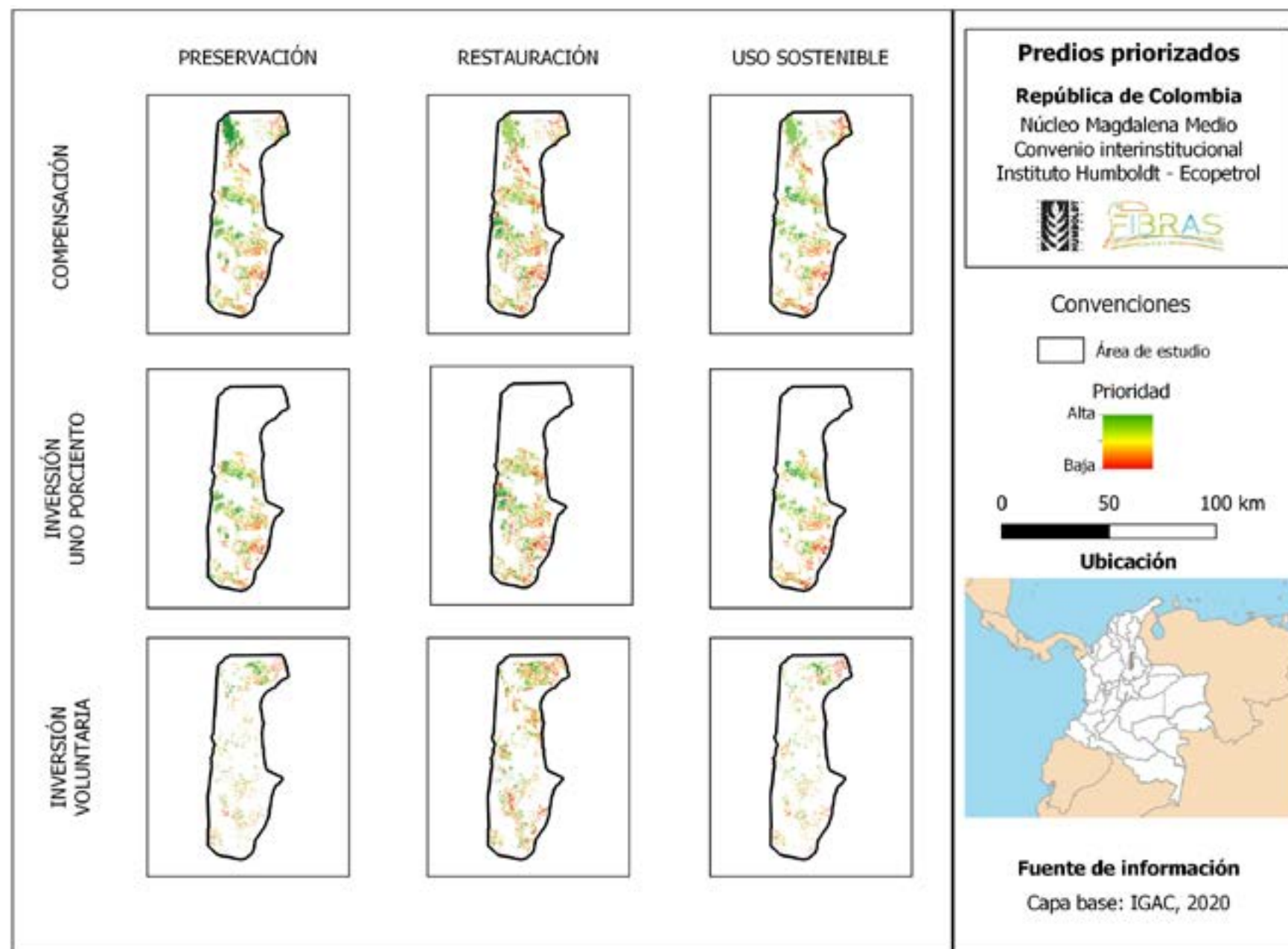
Área	Especie	Nombre común	Variable con mayor soporte	Escala	Dirección del efecto
<b>Magdalena Medio</b>	<i>Dasypus novemcinctus</i>	armadillo	Dist.Asen	250	negativo
	<i>Didelphis marsupialis</i>	chucha	Dist.Asen	500	negativo
	<i>Dasyprocta punctata</i>	picure	Alt.Dos	750	positivo
	<i>Procyon cancrivorus</i>	mapache	Dist.Vía	250	positio
	<i>Leopardus pardalis</i>	ocelote	Dist.Asen	500	positivo
	<i>Cuniculus paca</i>	lapa	Intg.B.	750	positivo
	<i>Tamandua tetradactyla</i>	tamandua	Dist.Asen	500	negativo
	<i>Eira barbara</i>	tayra	Dist.Vía	750	positivo
	<i>Pecari tajacu</i>	pecari	Dist.Asen	500	positivo
	<i>Cerdocyon thous</i>	zorro	NDVI	750	negativo
<b>Piedemonte Casanare</b>	<i>Didelphis marsupialis</i>	chucha	Dist.Vía	750	positivo
	<i>Dasypus novemcinctus</i>	armadillo	Dist.Asen	250	positivo
	<i>Tamandua tetradactyla</i>	tamandua	Dist.Asen	750	negativo
	<i>Cuniculus paca</i>	paca	Dist.Asen	750	positivo
	<i>Dasyprocta fuliginosa</i>	picure negro	Nulo	NA	NA
	<i>Eira barbara</i>	tayra	Dist.Vía	250	positivo
	<i>Mazama americana</i>	venado colorado	HEH.18	250	positivo
	<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	palmero	HEH.18	750	positivo
	<i>Leopardus pardalis</i>	ocelote	Nulo	NA	NA
	<i>Marmosa robinsoni</i>	marmosa	Alt.Dos	250	positivo
	<i>Pecari tajacu</i>	pecari	HEH.18	500	negativo
	<i>Cerdocyon thous</i>	zorro	Intg.B.	250	negativo
	<i>Odocoileus virginianus</i>	venado cola blanca	Dist.Asen	750	negativo
	<i>Metachirus nudicaudatus</i>	chucha mantequera	HEH.18	500	negativo
	<i>Nasua nasua</i>	coati	Alt.Dos	750	positivo
	<i>Coendou prehensilis</i>	coendu	Nulo	NA	NA
<i>Procyon cancrivorus</i>	mapache	Nulo	NA	NA	

Área	Especie	Nombre común	Variable con mayor soporte	Escala	Dirección del efecto
<b>Piedemonte Meta</b>	<i>Tamandua tetradactyla</i>	tamandua	Nulo	NA	NA
	<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	palmero	Nulo	NA	N
	<i>Philander opossum</i>	chucha cuatro ojos	Nulo	NA	NA
	<i>Dasypus novemcinctus</i>	armadillo	Dist.Nat	250	positivo
	<i>Cuniculus paca</i>	paca	Nulo	NA	NA
	<i>Cerdocyon thous</i>	zorro	Alt.Dos	75	negativo
	<i>Eira barbara</i>	tayra	Dist.Vía	500	positivo
	<i>Leopardus pardalis</i>	ocelote	Dist.Asen	250	negativo
	<i>Dasyprocta fuliginosa</i>	picure negro	Nulo	NA	NA
	<i>Nasua nasua</i>	coati	NDVI	500	positivo
	<i>Cabassous unicinctus</i>	cola e ´trapo	Nulo	NA	NA
<b>Río Tillavá</b>	<i>Dasyprocta fuliginosa</i>	picure negro	Nulo	NA	NA
	<i>Tamandua tetradactyla</i>	tamandua	Nulo	NA	NA
	<i>Odocoileus cariacou</i>	venado cola blanca	Nulo	NA	NA
	<i>Cuniculus paca</i>	paca	Nulo	NA	NA
	<i>Pecari tajacu</i>	pecari	Nulo	NA	NA

# Anexo 3

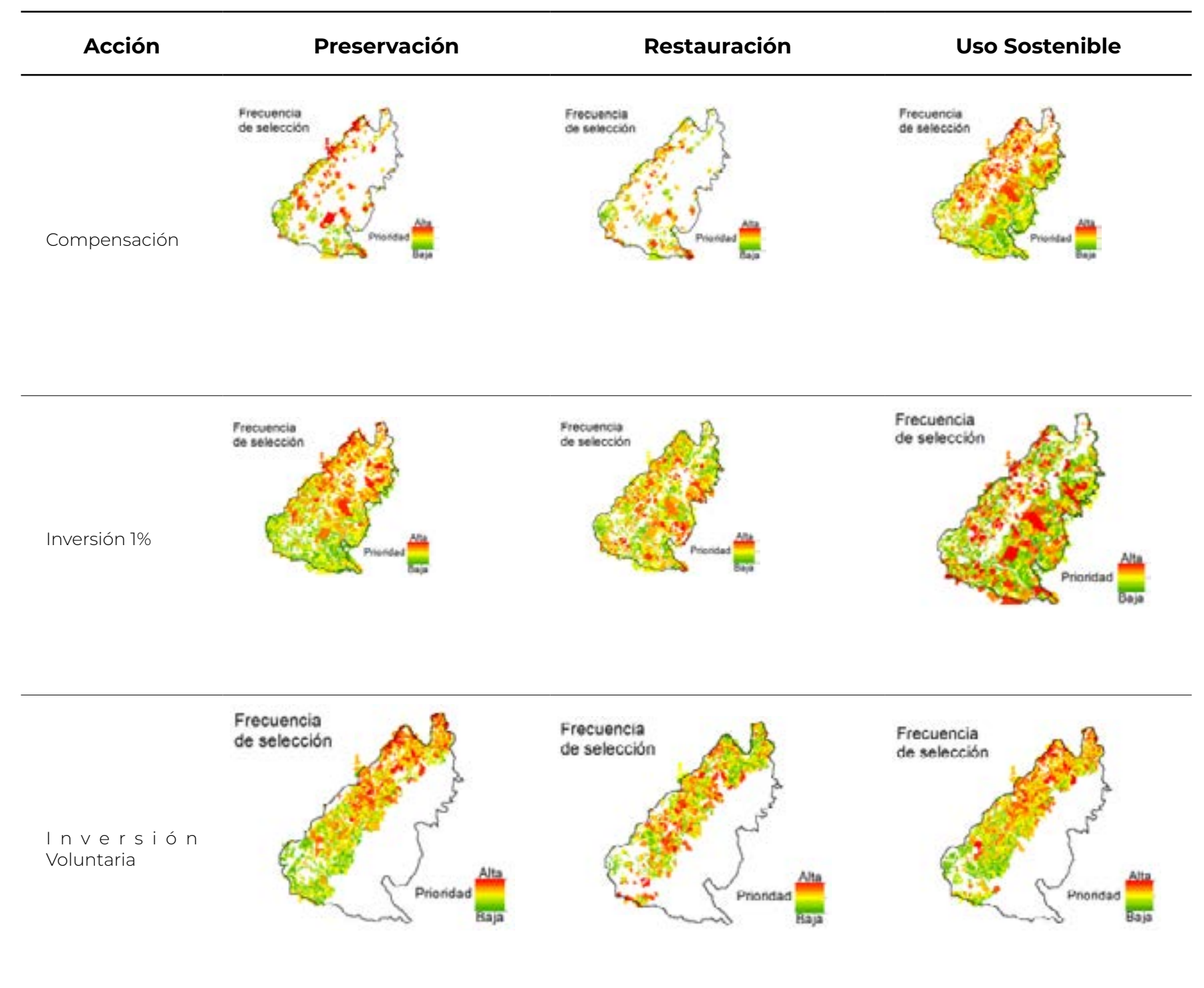
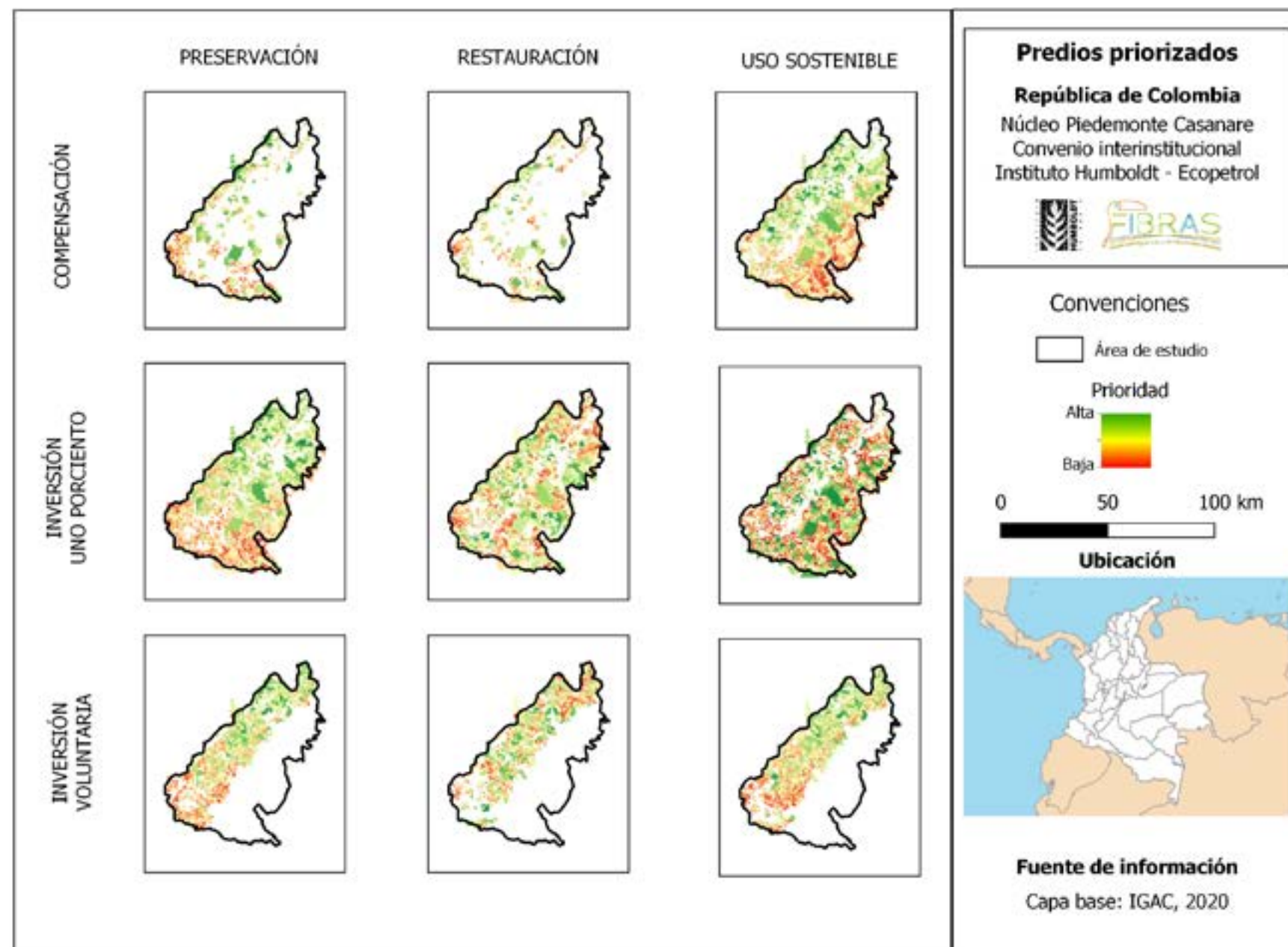
**Predios priorizados por el análisis de la costo-efectividad para las inversiones en conservación de biodiversidad en las áreas de estudio.**

Magdalena Medio

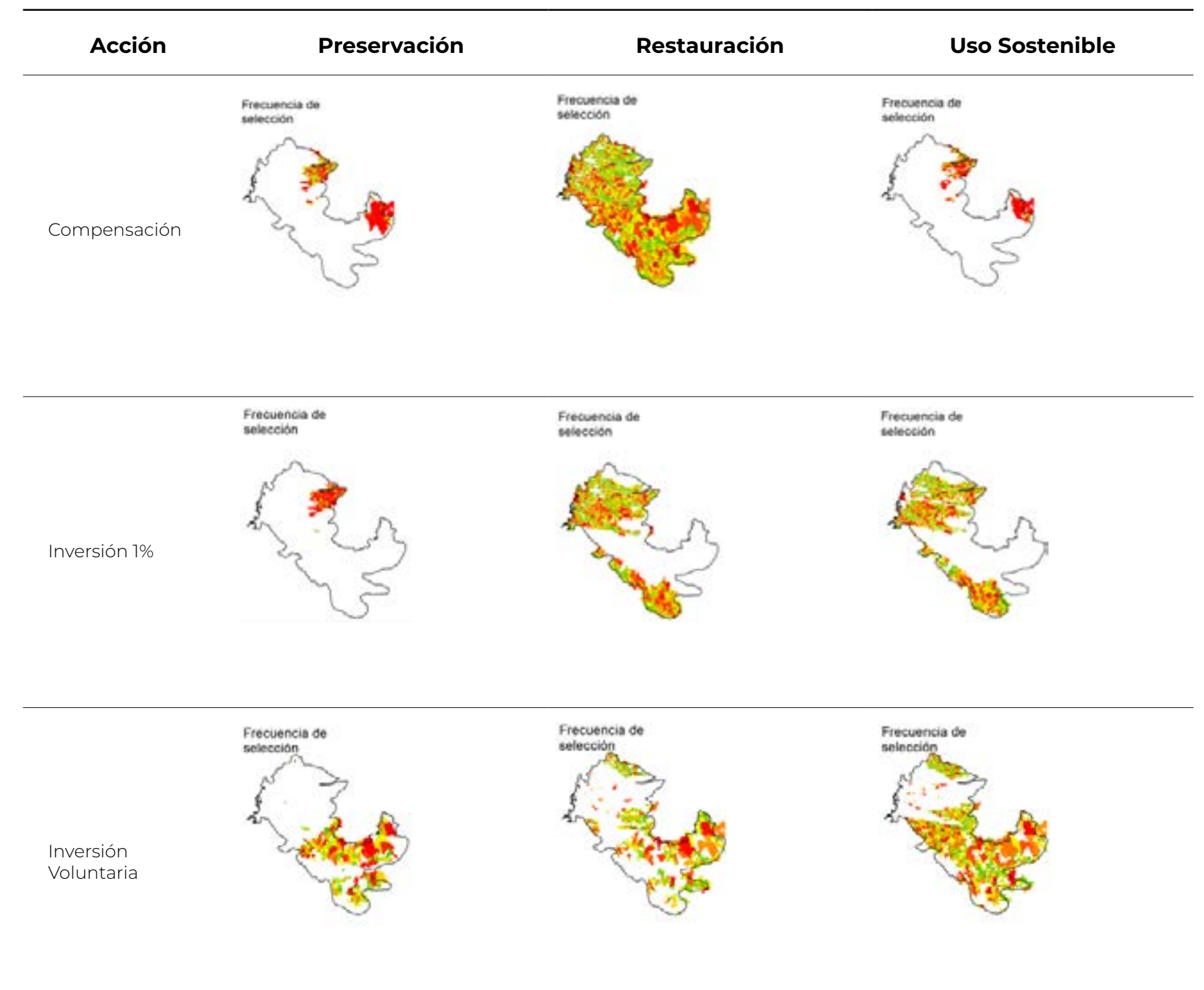
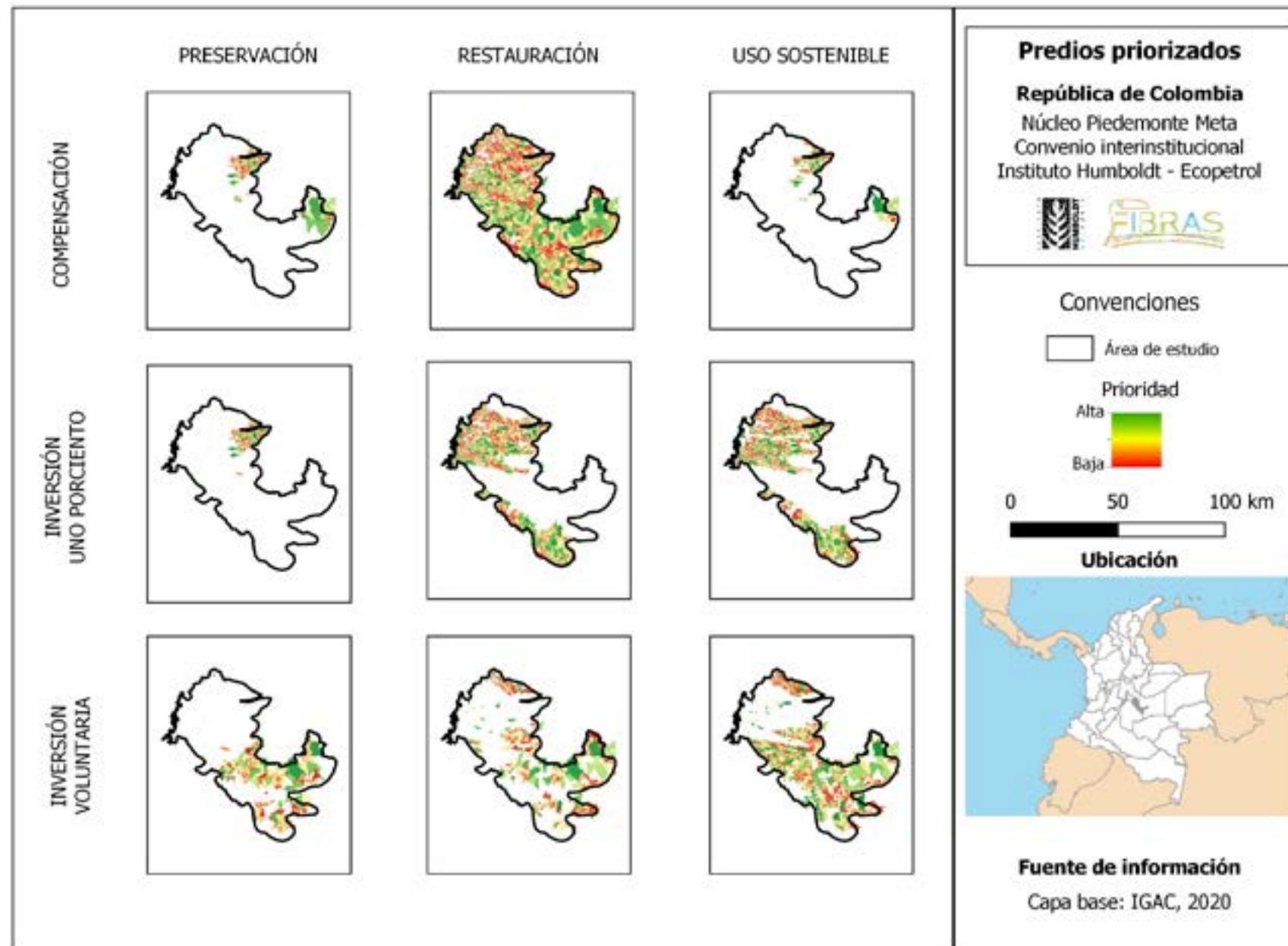




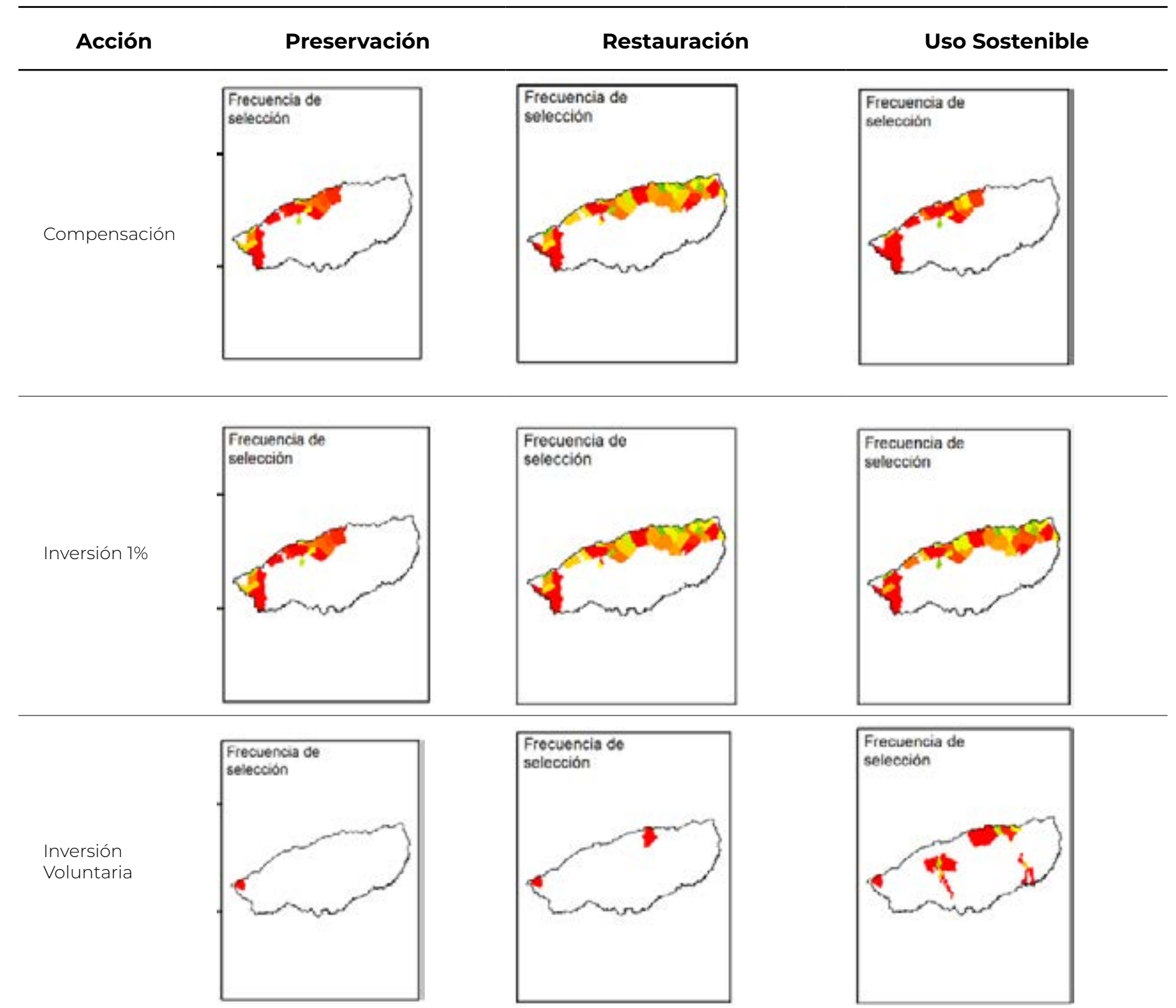
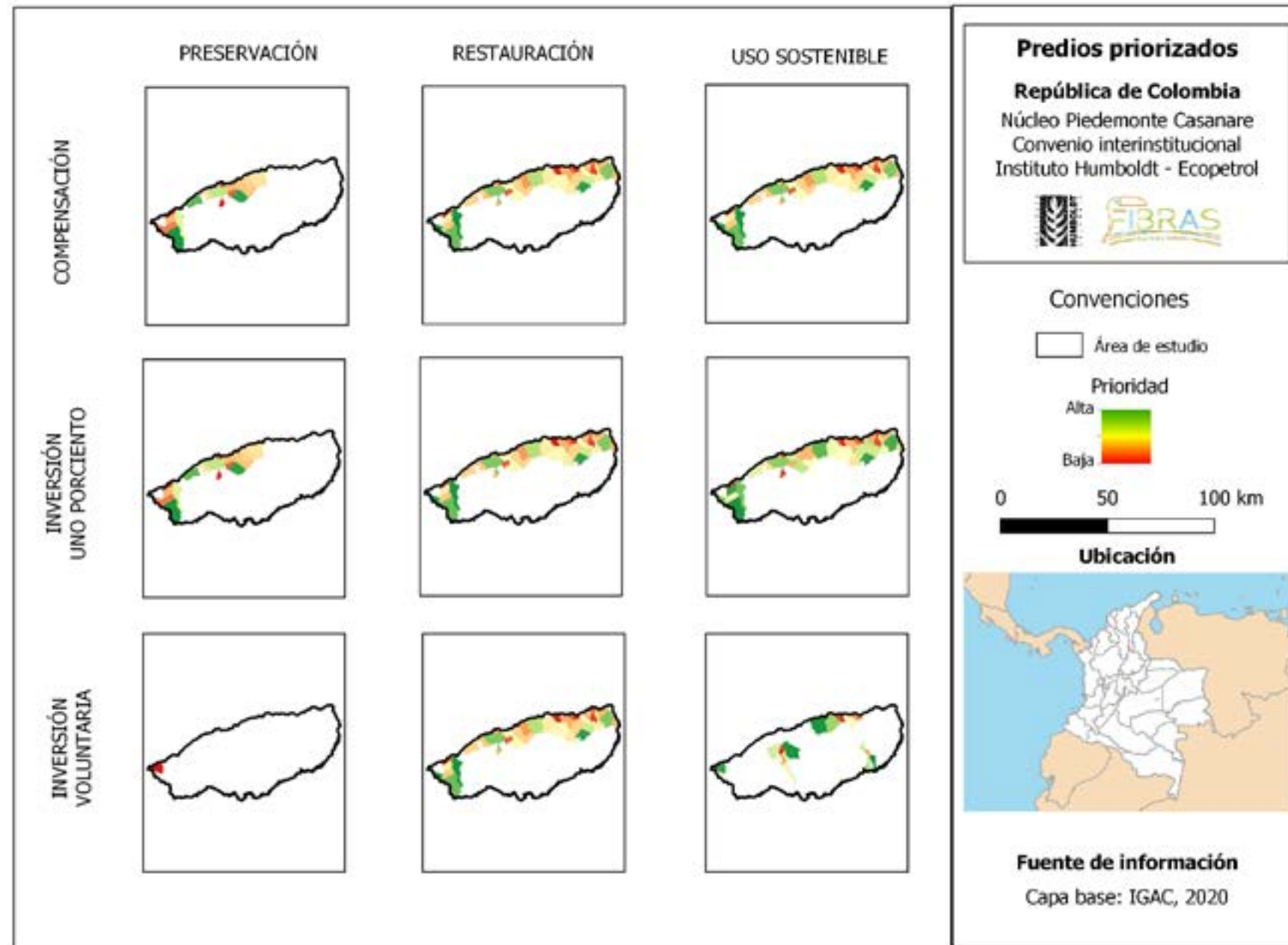
Piedemonte Casanare



Piedemonte Meta



Río Tillavá





# Glosario

## A

**Análisis bromatológicos**

Análisis bromatológicos: se entienden como la aplicación de las ciencias básicas y la ingeniería para estudiar la naturaleza física, química y bioquímica de los alimentos, los principios de su procesamiento, aporte nutricional y posibles riesgos asociados.

Potter, N. & J. Hotchkiss.. (1998). *Food Science*. 5th edición. Springer. 608 pp.

**Aprovechamiento sostenible**

El término aprovechamiento sustentable se refiere al uso o explotación de un recurso mediante un proceso de extracción, transformación, o valoración que permite o promueve su recuperación, de modo que garantiza su renovación y permanencia en el largo plazo. Es definido también como la utilización de los recursos naturales con respeto a la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que estos recursos forman parte. El reto: aprovechar conservando.

<https://www.biodiversidad.gob.mx/corredor/cbmm/aprovechamiento.html>

**Áreas protegidas**

Área definida geográficamente que haya sido designada, regulada y administrada a fin de alcanzar objetivos específicos de conservación.

**Aviturismo**

Es un nicho del ecoturismo, cuya motivación principal es la contemplación, interpretación y comprensión de la naturaleza, refiriéndose al acto de observar e identificar a las aves en su hábitat natural.

*Guía de buenas prácticas para actividad de ecoturismo en Colombia, MinCIT 2017 e IDT*

## B

**Biodegradación**

Biodegradación: Proceso de descomposición de organismos vivos en sustancias y compuestos simples

Azevedo, H. S., Santos, T. C., & Reis, R. L. (2008). *Controlling the degradation of natural polymers for biomedical applications*. In *Natural-Based Polymers for Biomedical Applications* (pp. 106-128). Woodhead Publishing.

**Bioeconomía**

Producción, utilización y conservación de los recursos biológicos, incluyendo los conocimientos, la ciencia, la tecnología y la innovación relacionados, para proporcionar información, productos, procesos y servicios en todos los sectores económicos, con el propósito de avanzar hacia una economía sostenible. *Misión Internacional de Sabios, 2019 y Misión Nacional de Bioeconomía, 2020. Adoptado de Global Bioeconomy Summit (GBS) 2018 y OCDE 2009.*

**Bioinspiración**

Diseñar estrategias diferentes a las empleadas por la naturaleza para lograr la misma función y propiedades

Grainger, D. W., Kirkpatrick, C. J., Hutmacher, D. W., Healy, K., & Ducheyne, P. (Eds.). (2015). *Comprehensive Biomaterials*. Elsevier Science. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-055294-1.00065-9>

**Biomás**

Bioma: es el nombre que se le da a un grupo de ecosistemas que comparten características como el clima, la vegetación y la fauna. <https://www.wwf.org.co/?u-NewsID=326410>

**Biorremediación**

Biorremediación: técnica de recuperación de un medio ambiente alterado en la cual se utilizan organismos biológicos, como hongos, plantas o microorganismos, para retornarlo a su condición natural

Brutti, L. N., Beltran, M. J., & García de Salomone, I. (2018). *Biorremediación de los recursos naturales*. Ediciones INTA.

## C

**Cámaras trampa**

Cámara trampa: cámara digital con un sensor infrarrojo pasivo que activa la cámara automáticamente; es empleada para capturar imágenes de fauna silvestre ya que no requiere de la presencia del investigador en campo al momento de la captura de la imagen.

Wearn, O.R. & P. Glover-Kapfer. 2017. *Conservation Technology: Camera-Trapping. WWF Conservation Technology Series 1(1). WWF-UK, Woking, United Kingdom.*

**Cambio climático**

Variación del estado del clima identificable (p. ej., mediante pruebas estadísticas) en las variaciones del valor medio o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante largos períodos de tiempo, generalmente decenios o períodos más largos. El cambio climático puede deberse a procesos internos naturales o a forzamientos externos tales como modulaciones de los ciclos solares, erupciones volcánicas o cambios antropógenos persistentes de la composición de la atmósfera o del uso del suelo. La Convención Marco de las Naciones Unidas

sobre el Cambio Climático (CMNUCC), en su artículo 1, define el cambio climático como “cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables”

IPCC, 2014: *Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. [Equipo principal de redacción, R.K. Pachauri y L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Ginebra. <http://www.ipcc.ch/>*

**Ciencia participativa**

Es una forma de hacer ciencia en la que se integra activamente la participación de la sociedad. Participantes e investigadores comparten su esfuerzo intelectual, el conocimiento del entorno, las herramientas o los recursos, co creando así una nueva cultura científica. Como resultado de este escenario abierto, trabajado en red y transdisciplinario, las interacciones ciencia-sociedad-política son mejoradas hacia una investigación más

democrática basada en la evidencia informada para la toma de decisiones.

Socientize Consortium. (2013). *Green paper on Citizen Science for Europe. Towards a society of empowered citizens and enhanced research. Bruselas.*

**Compensación por pérdida de biodiversidad**

Consiste en las acciones que tienen como objeto resarcir a la biodiversidad por los impactos o efectos negativos que no puedan ser evitados, corregidos, mitigados o sustituidos y que conlleven pérdida de la biodiversidad en los ecosistemas naturales terrestres y vegetación secundaria; de manera que se garantice la conservación efectiva de un área ecológicamente equivalente donde se logre generar una estrategia de conservación permanente y/o su restauración ecológica, a fin de que al comparar con la línea base se garantice la no pérdida neta de biodiversidad.

MADS, 2012 *Manual para la Asignación de Compensaciones por Pérdida de Biodiversidad. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Viceministerio de Ambiente y Desarrollo*

*Sostenible. Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos. Colombia.*

**Conectividad del paisaje/ecológica**

También llamada conectividad del paisaje, se entiende como el grado en que el territorio facilita los movimientos de las especies (intercambio de individuos y genes) entre las diferentes zonas de hábitat existentes en el mismo. La conectividad se considera clave para fomentar la persistencia y variabilidad genética de las poblaciones de flora y fauna, contribuyendo a mitigar los efectos negativos de la fragmentación de los hábitats y a permitir la adaptación de las especies a los desplazamientos en sus áreas óptimas de distribución debidos a los cambios en el clima, en los usos del suelo y otros factores.

Asociación Española De ecología Terrestre. (n.d.). *Herramientas para el análisis de la conectividad ecológica: fundamentos metodológicos y ejemplos de aplicación. Retrieved March 19, 2017, from [http://www.aeet.org/Herramientas\\_para\\_el\\_analisis\\_de\\_la\\_conectividad\\_ecologica\\_fundamentos\\_metodologicos\\_y\\_ejemplos\\_de\\_a\\_153\\_p.htm](http://www.aeet.org/Herramientas_para_el_analisis_de_la_conectividad_ecologica_fundamentos_metodologicos_y_ejemplos_de_a_153_p.htm)*

## E

**Ecosistemas estratégicos**

Son aquellos que garantizan la oferta de bienes y servicios ambientales esenciales para el desarrollo humano sostenible del país. Estos ecosistemas se caracterizan por mantener equilibrios y procesos ecológicos básicos tales como la regulación de climas, del agua, realizar la función de depuradores del aire, agua y suelos; y ayudan a la conservación de la biodiversidad.

*Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la República de Colombia. Recuperado el 1 de abril de 2016 de <https://www.minambiente.gov.co/>*

**Encadenamientos productivos**

Proceso que busca establecer vínculos entre empresas que componen diferentes etapas o eslabones de un determinado proceso productivo, permitiendo incrementar y fortalecer su competitividad en los mercados. *subrei GOB CL*

**Endemismo**

Pertenece a un solo lugar. Una especie es endémica de un área si su distribución se restringe a una determinada

zona geográfica y no se encuentran en ningún otro lugar del planeta. Aunque este término está íntimamente ligado con el de rareza, no son intercambiables pues las especies endémicas pueden ser muy abundantes en su área de distribución y una especie rara no necesariamente es endémica.

*RAE. (2015). Diccionario de la Lengua Española: Edición del tricentenario. Recuperado el 15 de diciembre de 2015 de <http://dle.rae.es/>*

**Especie amenazada**

Especies en estado de vulnerabilidad, dado que su hábitat, área de distribución, ecosistemas que los sustentan, o tamaño poblacional han sido afectados por factores naturales y de intervención antrópica. Bajo esta connotación se comprende a las especies categorizadas como: En Peligro Crítico (CR), En Peligro (EN) y Vulnerable (VU), indicadas de mayor a menor jerarquía de amenaza, según las categorías de las listas rojas propuestas por la UICN.

*UICN. (2012). Categorías y criterios de la Lista Roja de la UICN. versión 3.1 segunda edición. Gland, Suiza: UICN.*

**Conflictos socioambientales**

Corresponde a la información relacionada con la evidencia (existencia, hecho o instancia) de un organismo vivo. Este evento se puede registrar principalmente en el medio natural (in situ) por medio de observaciones humanas o con máquina, o de la misma manera por medio de la revisión de ejemplares en una colección biológica. *SiB Colombia (2015). Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia. Recuperado el 15 de diciembre de 2015 de [www.sibcolombia.net](http://www.sibcolombia.net)*

**Conservación in situ**

La conservación in situ es la manutención continua de una población dentro de la comunidad a la que pertenece y en el ambiente en el cual está adaptada, lo que permite la protección de los ecosistemas completos en donde se tiene continuidad en los procesos evolutivos y ecológicos, cuya dimensión necesita de estudios cuidadosos, principalmente de las interacciones entre las especies de plantas y animales presentes en ellos.

*Patiño V., F. (1997). Conservación de Recursos Genéticos. In <em>Recursos Genéticos de*

*Swietenia Y Cedrela en los Neotrópicos: Propuestas para Acciones Coordinadas.</em> Roma, Italia: FAO.*

**Contribuciones al bienestar humano**

Son todas las posibles contribuciones ecosistémicas de tipo material (ej. alimentos), no material (ej. aprendizaje e inspiración), y de regulación (ej. polinización); es decir, tangibles e intangibles, a la calidad de vida de las personas. Por tanto, establecen una relación entre la biodiversidad y el bienestar a diferentes escalas: individual, comunitario y regional.

*Adaptada de IPBES.*

**Culturómica**

Técnica conjunta que utiliza múltiples condiciones de cultivo, espectrometría de masas MALDI-TOF y Secuenciación de ARNr 16S para la identificación de bacterias especies.

*Lagier, JC., Dubourg, G., Million, M. et al. Culturing the human microbiota and culturomics. Nat Rev Microbiol 16, 540–550 (2018). <https://doi.org/10.1038/s41579-018-0041-0>*

### **Especie nativa**

Especie que se encuentra dentro de su área de distribución natural u original (histórica o actual), acorde con su potencial de dispersión natural; es decir sin la ayuda o intervención del ser humano. Dicho de otra forma, la especie forma parte de las comunidades bióticas naturales del área. El término puede aplicarse a niveles taxonómicos inferiores, ya que una especie puede tener varias subespecies que ocupan diferentes áreas

*Guías para la prevención de pérdidas de diversidad biológica ocasionadas por especies exóticas invasoras aprobadas durante la 51ra Sesión del Consejo, Febrero del 2000 UICN. <https://portals.iucn.org/>*

### **Especies silvestres**

Especie silvestre: especie de planta, animal u forma de vida cuya historia evolutiva no ha sido moldeada bajo un proceso de selección artificial, es decir, todo su ciclo de vida se da en ambientes que no son controlados por el ser humano.

*Clutton-brock, J. (1992). The process of domestication. Mammal Review 22(2), 79–85.*

### **Especies cultivadas**

Especie cultivada o doméstica: especie de planta, animal u otra forma de vida en cuyo proceso de evolución han influido los seres humanos mediante el proceso de Selección artificial, con el fin de satisfacer sus propias necesidades, el proceso de domesticación implica un asilamiento de la población silvestre y una posterior dependencia de alimento y protección con el ser humano, que se encargará de manejar una reproducción controlada y sistemática a manera de cultivo.

*Clutton-brock, J. (1992). The process of domestication. Mammal Review 22(2), 79–85.*

### **Especies especialistas**

Son especies que han generado adaptaciones particulares a un solo ambiente y por ende solo se encuentran presentes en zonas con condiciones específicas.

*Marc-Salas, M. Hacia la evaluación del impacto de la escalada sobre la biodiversidad vegetal Mediterránea para promover medidas de conservación transfronterizas: proyecto WorldClimb. Conservación Vegetal, (24), 45-47.*

### **Especies generalistas**

Especies generalistas: Son especies que se encuentran en múltiples hábitats sin presentar adaptaciones particulares a un solo ambiente.

*Marc-Salas, M. Hacia la evaluación del impacto de la escalada sobre la biodiversidad vegetal Mediterránea para promover medidas de conservación transfronterizas: proyecto WorldClimb. Conservación Vegetal, (24), 45-47.*

### **Especies indicadoras**

Son aquellas que por sus características (sensibilidad a perturbación o contaminantes, distribución, abundancia, dispersión, éxito reproductivo, entre otras) pueden ser utilizadas como estimadores de los atributos o estatus de otras especies o condiciones ambientales de interés que resultan difíciles, inconvenientes o costosos de medir directamente.

*Caro T, O´Doherty G (1999) On the use of surrogate species in conservation biology. Cons. Biol. 13: 805-814. Fleishman E, Murphy DD, Blair RB (2001) Selecting effective umbrella species. Cons. Biol. Pract. 2: 17-23.*

### **Estudios de metabarcoding**

Metabarcoding: técnica de biología molecular que permite a partir de una muestra ambiental, generar secuencias de código de barras de muchos taxones diferentes. *Padilla-García, C. Y., Camacho-Sánchez, F. Y., & Reyes-López, M. Á. (2021). Metabarcoding de DNA ambiental: un enfoque para el seguimiento de la biodiversidad. CienciaUAT, 16(1), 136-149.*



## F

**Fototrampeo**

Uso de diversas tecnologías aplicadas a equipos fotográficos automatizados como los sensores de movimiento con el propósito de obtener imágenes que permiten conocer no solo la presencia de algunas especies, sino obtener estimas de su frecuencia y densidad, así como la identificación de individuos a través del diseño del paisaje, las manchas de identificación, etc.

*Parques Nacionales Naturales de Colombia. (n.d.). Fototrampeo en los Parques Nacionales Naturales de Colombia. Retrieved March 28, 2017, from <http://www.parquesnacionales.gov.co/portal/es/fototrampeo>*

**Filogenia**

Filogenia: Rama que estudia el origen y evolución de los seres vivos, permitiendo establecer las relaciones de parentesco entre ellas.

*Vargas, P., & Zardoya, R. (2012). El árbol de la vida: sistemática y evolución de los seres vivos. Vargas, Pablo.*

## G

**Genómica**

Genómica: Rama que se encarga de estudiar el genoma de un solo organismo, es decir todos los genes y elementos funcionales del genoma de un organismo.

*<https://www.genome.gov/es/genetics-glossary/Genomica>*

**Gobernanza**

Realización de relaciones políticas entre diversos actores involucrados en el proceso de decidir, ejecutar y evaluar decisiones sobre asuntos de interés público, proceso que puede ser caracterizado como un juego de poder, en el cual competencia y cooperación coexisten como reglas posibles; y que incluye instituciones tanto formales como informales. La forma e interacción entre los diversos actores refleja la calidad del sistema y afecta a cada uno de sus componentes; así como al sistema como totalidad.

*Whittingham M., M. V. (2010). ¿Qué es la gobernanza y para qué sirve? Revista Análisis Internacional, 2, 219–235. Retrieved from <https://revistas.utadeo.edu.co/index.php/RAI/article/viewFile/24/26>*

## H

**Herramientas de manejo del paisaje**

Elementos del paisaje que constituyen o mejoran el hábitat, incrementan la conectividad funcional o cumplen simultáneamente con estas funciones para la biodiversidad nativa.

*Lozano-Zambrano, F. H. (ed). 2009. Herramientas de manejo para la conservación de biodiversidad en paisajes rurales Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR). Bogotá, D. C., Colombia. 238 p.*

**Hojas latifoliadas**

Hojas latifoliadas: se refiere a la mayoría de las hojas de las plantas angiospermas, de hojas planas y anchas, la característica se conoce como latifolia o planifolia, a diferencia de las hojas de las coníferas que en la actualidad son aciculares.

Font Quer P. (2020). Diccionario de Botánica. Ediciones Península, 1280 pp.

## I

**Integridad ecológica**

Integridad ecológica: se entiende como la habilidad de un ecosistema para mantener una comunidad de organismos, balanceada y adaptativa con una composición de especies, diversidad y organización funcional comparable con aquellas comunidades del medio natural, la suma de la integridad química, física y biológica equivale a la integridad ecológica, si un sistema ecológico es integral, tiene una alta capacidad de recuperarse ante las perturbaciones.

*Andreasen, J. K., Neill, R. V. O., Noss, R., & Slosser, N. C. (2001). Considerations for the development of a terrestrial index of ecological integrity & 1, 21–35.*

## M

**Metagenómica**

Campo que estudia todas las secuencias de nucleótidos de todos los organismos obtenidos a partir de una sola muestra ambiental. Esta metodología es ampliamente usada para el estudio de microorganismos. <https://www.genome.gov/es/genetics-glossary/Metagenomica#:~:text=Definici%C3%B3n,en%20una%20muestra%20a%20granel>.

**Monitoreo**

El monitoreo ambiental es un proceso de observación continua que implica la recolección sistemática de datos mediante equipos y metodologías estandarizadas, que permite conocer la dinámica del objeto de monitoreo.

*Sinchi. (2007). Balance anual sobre el estado de los ecosistemas y el ambiente de la Amazonia Colombiana. Bogotá D. C., Colombia.*

**Monitoreo participativo**

Monitoreo participativo: metodología para el monitoreo de un sistema cuyo objetivo principal es vincular a la población local a través de un entrenamiento formal en la colecta sistemática de

información, es una forma de devolver el poder de toma de decisiones sobre los recursos naturales mediante la apropiación social del conocimiento.

*Villaseñor, E., Porter-Bolland, L., Escobar, F., Guariguata, M. R., & Moreno-Casasola, P. (2016). Characteristics of participatory monitoring projects and their relationship to decision-making in biological resource management: a review. Biodiversity and Conservation, 25(11), 2001–2019. <https://doi.org/10.1007/s10531-016-1184-9>*

**Monitoreo Pasivo**

Monitoreo pasivo: metodología para monitoreo de especies y o ecosistemas de forma remota, es decir sin necesidad de una presencia constante o de un avistamiento directo en el punto de muestreo, esto con la ayuda de dispositivos como cámaras trampa o grabadoras de audio que cuentan con una programación para la colecta de información, esta aproximación permite una toma periódica de datos en una amplia escala espacial y temporal.

*Garland, L., Crosby, A.D., Hedley, R.W., Boutin, S., & Bayne, E.M. (2020). Acoustic vs. photographic*

*monitoring of gray wolves (Canis lupus): a methodological comparison of two passive monitoring techniques. Canadian Journal of Zoology, 98, 219-228.*

## N

**Naturalidad**

Se concibe como algo de gran valor estético y espiritual para las personas, áreas con altos valores de integridad ecosistémica que puedan a una escala factible ser un retrato de un ecosistema sin perturbación alguna por parte del ser humano. *Andreasen, J. K., Neill, R. V. O., Noss, R., & Slosser, N. C. (2001). Considerations for the development of a terrestrial index of ecological integrity. Ecological Indicators 1: 21–35.*

**Negocio verde**

Negocios verdes: contemplan las actividades económicas que ofrecen bienes y servicios con enfoque ecosistémico y de ciclo de vida, generando impactos ambientales positivos, incorporando prácticas sostenibles y aportando a la reducción de gases de efecto invernadero (GEI), a partir del uso, transformación, valorización y conservación de los recursos, contribuyendo así al desarrollo de los territorios Minambiente. (2022). Resumen · Plan Nacional de Negocios Verdes · 2022-2030. Retrieved June 23, 2023, from [https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/11/Resumen\\_Ejecutivo-PNNV-2022-2030-1.pdf](https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/11/Resumen_Ejecutivo-PNNV-2022-2030-1.pdf)

## P

**Plantas vasculares**

Plantas vasculares o Tracheophyta: es una categoría taxonómica a nivel de clase y se define por la presencia de las siguientes características compartidas: esporofito ramificado de larga vida, pared celular secundaria lignificada, células especializadas en el soporte (esclerenquima) y células especializadas en el transporte de nutrientes, azúcares y agua a manera de sistema vascular llamadas xilema y floema.

Simpson, M. (2019). *Plant Systematics. 3rd Edition. Elsevier Science*

**Preservación**

Preservación: estrategia de conservación que prioriza el mantenimiento intacto de los hábitats naturales. Se fundamenta en la protección de especies y ecosistemas, generalmente sin la presencia de actividades humanas

Mace, G.M. (2014). *Whose conservation? Science* 345, 1558–1560.

**Productividad primaria**

Energía total fijada en un ecosistema a través de la fotosíntesis y que se representa cómo materia orgánica generada.

Cabrera, S., & Montecino, V. I. V. I. A. N. (1987). *Productividad primaria en ecosistemas limnicos. Arch. Biol. Med. Exp.*, 20, 105-116.

**Productos forestales no maderables (PFNM)**

Materia biológica proveniente de plantas vasculares distintos a la madera, como estructuras vegetativas (bulbos, hojas, raíces), frutos, semillas, cortezas, fibras, resinas, palmeras, pastos, así como la ley los cuales contribuyen al desarrollo de las comunidades locales y al uso de los recursos de manera sostenible.

Sarmiento-Bernal, D. C., Espitia-Palencia, L. P. & López-Camacho, R. (2017). *Caracterización de los Productos Forestales No Maderables del bosque seco tropical asociado a las comunidades del Caribe colombiano. Revista Brasileira de Biociências*, 15(4), 187-198. Recuperado de <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/download/3761/1371>

## R

**Regeneración natural**

La regeneración natural (Natural Regeneration) es la recuperación de un bosque, después de sufrir una alteración, en ausencia de la intervención humana. Esta acción resulta en el incremento de la funcionalidad del ecosistema, la complejidad y estructura en la diversidad de especies vegetales y la disponibilidad de un hábitat, entre otros.

<https://global.mongabay.com/es/rainforests/carbono-lexico/Regeneracion-natural.html>

**Reservas hidrocarburíferas**

Acumulaciones en yacimientos naturales de hidrocarburos fluidos que pueden ser aprovechados comercialmente.

De Dicco, R. A. (2006). *Estudio sobre el agotamiento de las reservas hidrocarburíferas de Argentina, período 1980-2005.*

**Resiliencia**

La capacidad del sistema para absorber las perturbaciones y reorganizarse mientras cambian para mantener esencialmente las mismas funciones, estructura, identidad y procesos de retroalimentación.

Walker, B., Holling, C. S., Carpenter, S. R., & Kinzig, A. (2004). *Resilience, Adaptability and*

*Transformability in Social – ecological Systems. Ecology and Society*, 9(2), 5.

**Restauración del paisaje**

Es el conjunto de actividades preparadas y desarrolladas con objetivos de rehabilitación, recuperación, o restauración de ecosistemas, lo que implica un abanico amplio de iniciativas y esfuerzos de mejoramiento ambiental, en múltiples escalas espacio-temporales y con diversos objetivos socioecológicos.

PBA 2019.

**Restauración pasiva**

Restauración pasiva: modelo de restauración que se basa en la premisa de que los sistemas naturales tienen sus propias rutas, mecanismos y tiempos para recuperarse, las cuales no pueden ser recreadas a cabalidad por el ser humano, esta aproximación se puede entender como un test de recuperación espontánea sin intervención humana.

Falk, D.A., Palmer, M.A., Zedler, J.B. (Eds.). 2006. *Foundations of Restoration Ecology. Society for Ecological Restoration International. Island Press, Washington, 364 pp.*

## S

**Secuenciación**

Técnica de biología molecular que permite determinar el orden de aminoácidos que compone una molécula de ADN <https://www.genome.gov/es/about-genomics/fact-sheets/Secuenciacion-del-ADN>

**Sensores remotos**

Instrumentos diseñados para captar información de un objeto a distancia; gracias a ellos se detectan y monitorean características físicas de un área mediante el registro de la energía electromagnética emitida o reflejada por la superficie de un objeto.

Veneros, J., L. García, E. Morales, V. Gómez, M. Torres, F. López-Morales. (2020). *Aplicación de sensores remotos para el análisis de cobertura vegetal y cuerpos de agua. Idesia (Arica)*, 38(4): 99-107. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292020000400099>

**Servicios ecosistémicos**

Beneficios que los ecosistemas proveen a los seres humanos

*Millenium Ecosystem Assessment. (2005). Ecosystems and human well-being. Vol. 5. Island Press, Washington, DC.*

**Sistema socioecológico**

Sistema integrado de ecosistemas y sociedad humana con retroalimentaciones recíprocas e interdependencias. El concepto hace énfasis en la perspectiva humanas en la naturaleza. Es el sistema en el que interactúan los componentes culturales, políticos, sociales, económicos, ecológicos, tecnológicos, entre otros. Dourojeanni, A., Jouralev, A., & Chávez, G. (2002). *Gestión del agua a nivel de cuencas: Teoría y práctica. Santiago de Chile: ONU.*

**Soluciones Basadas en la Naturaleza (SBN)**

La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) define las soluciones basadas en la naturaleza como “acciones para proteger, gestionar de forma sostenible, y restaurar los ecosistemas naturales o modificados, que abordan los desafíos sociales de manera efectiva y adaptativa, proporcionando simultáneamente beneficios para el bienestar humano y la biodiversidad”. En términos más generales, “soluciones basadas en la naturaleza” es un término que se puede utilizar para describir

enfoques alternativos y no tradicionales a los problemas ambientales, como inundaciones, escasez de agua o erosión del suelo, mediante el aprovechamiento del capital natural.

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) <https://blogs.iadb.org/sostenibilidad/es/que-son-las-soluciones-basadas-en-la-naturaleza-y-por-que-son-importantes/>

## T

**Taxonomía**

Clasificación de los seres vivos a través de grupos ordenados por jerarquías.

Fernández, M. S., Brusa, F., Damborenea, M. C., Dellapé, P. M. & Gallardo, F. E. (2013). *Introducción a la taxonomía: Manual de ejercitaciones. La Plata, Argentina: Editorial de la Universidad Nacional de La Plata.*

**Transiciones socio-ecológicas**

Transiciones socio-ecológicas: la transición es el paso de un estado determinado a otro diferente por medio de un proceso no lineal y dinámico. Por esto las transiciones socio-ecológicas son transiciones de un régimen socio-ecológico a otro, entendiéndose al régimen socio-ecológico como un patrón específico de interacciones entre los sistemas humanos y naturales.

Fischer-Kowalski, M., & Haberl, H. (Eds.). (2007). *Socioecological transitions and global change: Trajectories of social metabolism and land use. Edward Elgar Publishing.*

**Turismo científico de naturaleza**

Es aquel cuya oferta de productos y servicios se desarrolla en torno a un atractivo natural que se rige por principios de sostenibilidad.

## U

**Umbrales de cambio de biodiversidad**

son los puntos o zonas en las cuales ocurre un cambio relativamente rápido de una condición ecológica a otra  
*Huggett, A. J. (2005). The concept and utility of "ecological thresholds" in biodiversity conservation. Biological Conservation, 124(3), 301–310.*

## V

**Valores objeto de conservación**

Valor objeto de conservación: una especie, objeto o proceso que mediante su interacción con el medio y las personas recibe un valor de diferente tipo, puede ser histórico, científico, estético, etc, de forma pragmática, en conservación, dichos valores son identificados como unidades potenciales en la producción de servicios ecosistémicos.

*Capmourteres, V., & Anand, M. (2016). "Conservation value ": a review of the concept and its quantification. 7(October), 1–19.*

**Vegetación secundaria**

Vegetación secundaria: tipo de vegetación generalmente arbustiva o arbórea, que corresponde a etapas de sucesión, posteriores a procesos de deforestación o pérdida de la cobertura natural por eventos naturales.



# Agradecimientos y colaboradores

A las Alcaldías de Neiva, Barrancabermeja, Puerto Wilches, Cantagallo, Acacías y Aguazul por su interés en participar en las discusiones sobre el proyecto.

A las gobernaciones del Meta, Santander, Huila, y Casanare por su activo apoyo en los espacios de trabajo para el proyecto.

A la CAS, CORMACARENA, CDMB, CORPORONOQUIA y CAM por su disposición a trabajar en el desarrollo del convenio.

A WCS, ABC, Patrimonio Natural, Cataruben, Fundación Natura, Parques Como Vamos, Biotica COnsultores, Asociación Gaica, Fundación Cunaguaro, Agrosavia, CENIGAA, La Palmita, AUNAP, GIZ, SIRAP-Orinoquia, Parques Nacional Naturales, Cerrejón, ANDI, Industria Licorera de Caldas, por sus grandes aportes en la construcción de las actividades y su conocimiento sobre el territorio.

A las asociaciones y Negocios Verdes, Huilatur Tatacoa Star SAS, Asociación del Bosque Seco Tropical, Museo Paleontológico y Arqueológico (ASOBOSPA) Asociación Ornitológica del Huila (ASORHUI), Yaya Ecoturismo, Artesanías Pinguagua, Apilipona, Grupo Agroindustrial Reina SA, Casabe Artesanías, Vita Ancestral, Biointech, EMBIOECOL, Encyclia House, Centro Agroindustrial del Oriente Colombiano S.A.S – AGROSALLA.

A AGROSAVIA, Probosques/GIZ, Cormacarena, Empresa Tacay, Mesa Forestal del Meta, Agroindustria Montecamo, Reserva Rancho Camaná, Cacao Morichal.

A Centro Nacional de Investigaciones para la Agroindustrialización de Especies Vegetales Aromáticas y Medicinales Tropicales (CENIVAM), ANDI Seccional Santander, 46 Salón Nacional de Artistas de Inaudito Magdalena (SNA), Federación de Pescadores Artesanales Ambientalistas y Turísticos del Departamento Santander (FE-DEPESAN), Promitec S.A.S, Biointegetech, Corambiente, Cabildo Verde, Avitupeque, Corpomanatus, Phina Biosoluciones, Vinos Oviedo S.A.S, Bucarretes, Real Honey, Aromas Colombianas S.A.S.

A Alicia Jadid, por su acompañamiento a los talleres de gastronomía local y comunitaria en el departamento de Santander.

A las universidades regionales y nacionales, Ejército Nacional y SENA, por su interés en investigar en los núcleos de trabajo.

A la comunidades de Cantagallo, Santa Helena, Peñas Blancas, San Francisco, Tamarindo, Campo Gala, Campo Galan, Cupiagua, Unete, La Primavera y Sabanas del Rosario, por abrir espacios de escucha y de experiencias sobre su territorio.

Y en Ecopetrol, a Santiago Martínez Ochoa y su equipo Xiomara Sanclemente, Diego Puentes, María Juliana Salcedo, María del Mar Ordoñez Ruíz, Monica Bayona, María E Farfán Plazas y Viviana Romero por acompañar los procesos del convenio.

A los jefes de los departamentos de entorno, ambiental, operaciones, jurídica, entre otros de las regionales Central, Orinoquia, Piedemonte y Andina Oriente por su activa participación y apoyo en los espacios de trabajo. A los profesionales de HSE de las regionales Central, Orinoquia, Piedemonte y Andina Oriente por asistir, escuchar y generar conocimiento en pro de la conservación de la biodiversidad.

A los profesionales de la Gerencia Ambiental y Relacionamento, profesionales de la Gerencia de servicios de tecnología, jefes de departamento ambiental regional, profesionales del Departamento de cumplimiento legal ambiental, Instituto Colombiano del Petróleo (ICP) y a la Gerencia de Excelencia y Administrativa por su apoyo en la ejecución de las actividades del convenio Fibras.

